

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**Бийский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»**

**ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ
ХИМИЧЕСКОЙ, БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Материалы 4-й Всероссийской научно-практической
конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых
с Международным участием
27- 29 апреля 2011 года, г. Бийск**

**Бийск
Издательство Алтайского государственного технического
университета**

2011

УДК 66.02 (045)
ББК 34.7
Т38

Т38 Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: Материалы 4-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием (27–29 апреля 2011 г., г. Бийск) / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2011. – 467 с.

ISBN 978-5-9257-0217-8

В сборнике представлены материалы конференции в виде научных статей и тезисов преподавателей, инженеров, аспирантов и студентов вузов России и стран СНГ, а также работников научных и производственных объединений, подготовленных в рамках тематики Всероссийской 4-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» с Международным участием, проходившей 27–29 апреля 2011 года в г. Бийске.

Освещены актуальные вопросы по проблемам моделирования и интенсификации технологических процессов, оптимальному выбору рецептур, технологических режимов и оборудования с последующей экономической оценкой при их адаптации для промышленных предприятий.

В сборнике материалы расположены по секциям:

- химические технологии и аппаратурное оформление процессов;
- биотехнологии и аппаратурное оформление процессов;
- пищевые технологии и аппаратурное оформление процессов.

УДК 66.02 (045)
ББК 34.7

Редакционная коллегия конференции
«Технологии и оборудование химической,
биотехнологической и пищевой промышленности»
д.т.н., профессор А.Н. Блазнов
к.х.н., доцент Р.Ю. Митрофанов
к.т.н., доцент И.Н. Павлов

*Часть докладов воспроизведена
в виде, представленном авторами*

ISBN 978-5-9257-0217-8

© Алтайский государственный технический университет, 2011
© Бийский технологический институт (филиал), 2011

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Бийский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»
(БТИ АлтГТУ)



Факультет химической технологии и машиностроения
Кафедра «Машины и аппараты химических и пищевых производств»
Кафедра «Биотехнология»

ГОУ ВПО «Алтайский государственный университет»
ИПХЭТ СО РАН

Ассоциация «МРЦН»

ОАО «ФНПЦ «Алтай»

ООО «Бийский завод стеклопластиков»

ООО «ПО «Алтайснэк»

ЗАО «Алтайвитамины»

ОАО «Иткульский спиртзавод»

ООО «Бочкаревский пивоваренный завод»

ООО «КиТ»

Состав оргкомитета конференции:

Почетный председатель:

академик РАН научный руководитель ИПХЭТ СО РАН **Г.В. Сакович**

Председатель:

д.т.н., профессор директор БТИ АлтГТУ **Г.В. Леонов**

Сопредседатели:

член-корр. РАН, д.т.н., профессор генеральный директор ФГУП «ФНПЦ
«Алтай» **А.С. Жарков**

д.х.н., профессор директор ИПХЭТ СО РАН **С.В. Сысолятин**

д.фарм.н., профессор ген. директор ЗАО «Алтайвитамины» **Ю.А. Кошелев**

д.т.н., профессор зам. директора по НР БТИ АлтГТУ **В.Н. Хмелев**

Оргкомитет:

д.т.н., профессор кафедры МАХиПП председатель по секции

«Химические технологии» **А.Н. Блазнов**

к.х.н., доцент кафедры БТ председатель по секции «Биотехнологии» **Р.Ю. Митрофанов**

к.т.н., доцент кафедры МАХиПП председатель по секции

«Пищевые технологии» **И.Н. Павлов**

к.т.н. проректор по научной работе и международным связям АлтГУ, директор
ассоциации «МРЦН» **Ю.И. Ладыгин**

к.с.-х.н. доцент кафедры экологии, биохимии и биотехнологий биологического
факультета АлтГУ **И.Д. Бородулина**

к.х.н., доцент кафедры органической химии химического факультета
АлтГУ **Е.В. Лагуткина**

к.т.н. старший научный сотрудник ОАО «ФНПЦ «Алтай» **Г.И. Русских**

к.т.н. руководитель лаборатории «ПАХТ» ИПХЭТ СО РАН **М.С. Василюшин**

к.х.н. руководитель лаборатории биоконверсии ИПХЭТ СО РАН **В.В. Будаева**

к.т.н. доцент кафедры БТ **Е.А. Скиба**

к.т.н. доцент кафедры БТ **Н.А. Шавыркина**

к.б.н. доцент кафедры ОХЭТ **В.В. Елесина**

к.т.н. доцент кафедры МАХиПП **А.И. Легаев**

к.т.н. доцент кафедры БТ **М.В. Обрезкова**

аспирант кафедры МАХиПП **В.Б. Тихонов**

аспирант кафедры МАХиПП **О.Н. Гора**

инженер межкафедральной лаборатории **И.В. Овчаренко**

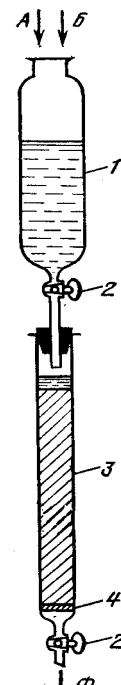
аспирант кафедры БТ **Е.Д. Рожнов**

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

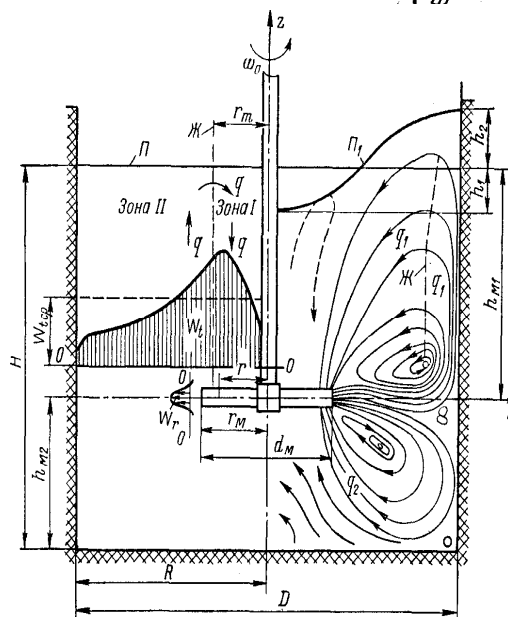
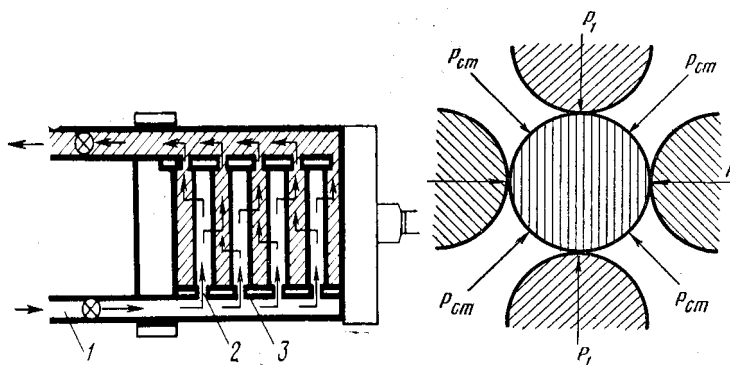
1. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул.
2. Алтайский государственный университет, г. Барнаул.
3. Ангарская государственная техническая академия, г. Ангарск.
4. Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань.
5. Башкирский государственный университет, г. Уфа.
6. Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск.
7. Воронежская государственная технологическая академия, г. Воронеж.
8. Восточно-Сибирский государственный технологический университет, г. Улан-Удэ.
9. Высшая школа «Земледельческий колледж», г. Пловдив, Болгария.
10. Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск.
11. Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск.
12. ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск.
13. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ижевск.
14. Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск.
15. Институт земледелия, г. Шумен, Болгария.
16. Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск.
17. Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск.
18. Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск.
19. Казанский государственный технологический университет, г. Казань.
20. Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, г. Кемерово.
21. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г. Кемерово.
22. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г. Кемерово.
23. Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.
24. Новосибирский государственный университет, НОЦ «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии», г. Новосибирск.
25. ОАО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай», г. Бийск.
26. ООО «КиТ», г. Бийск.
27. Российский государственный торгово-экономический университет, г. Москва.
28. Самарский государственный технический университет, г. Самара.
29. Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, г. Санкт-Петербург.
30. Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов.
31. Тихоокеанский государственный экономический университет, г. Владивосток.
32. Тульский государственный университет, г. Тула.
33. Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень.
34. Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск.
35. ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орёл.

СЕКЦИЯ 1

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ



$$Nu_f = 0,021 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25}$$



ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ S-ОБРАЗНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ АППАРАТОВ

В.М. Косырев, А.П. Гусев

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск,
e-mail: mahp@dfngtu.nnov.ru

Пленочные аппараты обеспечивают высокую интенсивность проводимых химико-технологических процессов. Среди узлов аппарата важную роль играют распределители жидкости, служащие для раздачи ее между трубами и формирования на их поверхности орошающей пленки. Известно большое количество различных типов конструкций распределителей [1, 2]. Многие из них сложны, трудоемки в изготовлении и дороги.

Выполнение распределителей из листового материала существенно повышает их технологичность и снижает стоимость. Учитывая это, была предложена конструкция теплообменного аппарата [3], распределители которого выполнены в виде двух элементов дугового профиля 1, пространство между которыми разделено перегородкой 2 (рисунок 1).

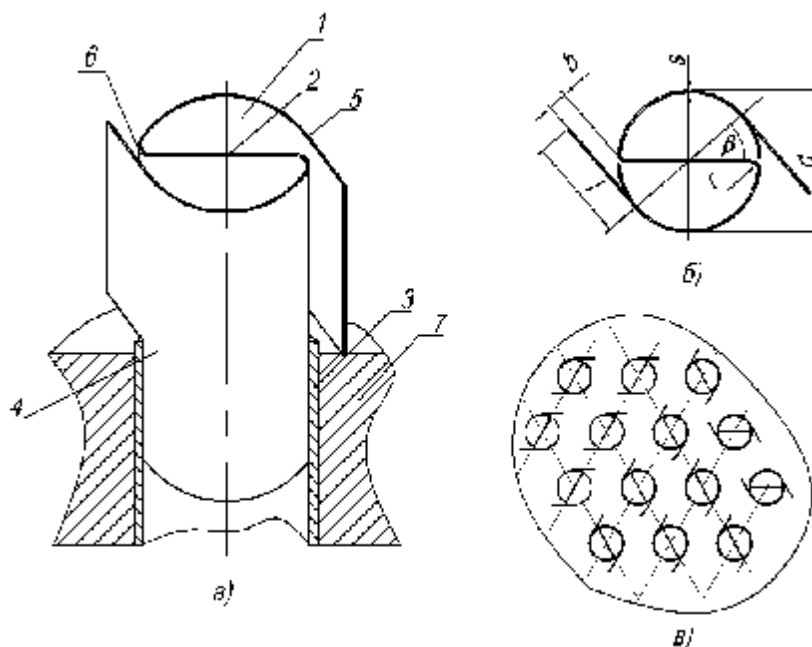


Рисунок 1 – S – образный распределитель жидкости для пленочных аппаратов:
а – устройство и установка в трубе; б – геометрия; в – размещение на трубной решетке

Свободные края элементов дугового профиля на уровне торцов труб 3 снабжены надрезами 4, участки над которыми отогнуты наружу в виде упорно-направляющих козырьков 5. Козырьки с элементами дугового профиля образуют вертикальные питающие щели б для тангенциального ввода жидкости с трубной решетки 7 внутрь трубы.

При работе аппарата жидкость образует на трубной решетке определенный слой и благодаря подпору с внешней стороны распределителя затекает в питающие щели. Слегка закрученной пленкой жидкость стекает вниз по внутренней поверхности элементов дугового профиля, а затем и по трубе, создавая ее равномерное орошение. Козырьки 5 обеспечивают плавный вход жидкости в щели б и предупреждают ее раскачивание на трубной решетке.

S-образные распределители изготавливаются достаточно просто например: штамповкой заготовок из листа с последующей гибкой на вороте. Заготовки имеют

Т-образную форму с двумя поперечными надрезами. Готовый распределитель обладает пружинящими свойствами. Нижней частью он легко вставляется и надежно фиксируется в трубе. При демонтаже распределитель легко извлекается из трубы.

На кафедре МАХП ДПИ на специальном стенде были выполнены эксперименты по изучению расходных характеристик S-образных распределителей. Были изучены распределители для труб внутренним диаметром $d = 21$ мм, которые широко используются в теплообменных аппаратах. Распределители были выполнены из заготовок Т-образной формы из стали толщиной 0,4 мм. Параметры распределителей приведены в таблице. Для всех распределителей общая высота составляет 71 мм при высоте щелей 50 мм. Длина развертки распределителей в месте их установки в трубу – 84 мм. Геометрия распределителей ясна из рисунка 1.

Таблица – Основные конструктивные параметры исследованных распределителей

Номер распределителя	1	2	3	4
Ширина щели, b , мм	0,9	1,5	2	2,5
Образующий угол, β , град	26	31	36	40
Длина развертки в верхней части, мм	105,3	104,8	104,3	103,8
Вылет козырька, l , мм	11,1	11,7	12,4	12,9
Все размеры получены для $r = 1$ мм				

Первую серию опытов проводили на воде ($t = 27,0 \pm 0,5$ °С) при семи значениях уровня жидкости h над нижней кромкой щели, который меняли от 0,015 до 0,045 м. Измерения h проводили установленной в распределительном бачке крючковой водомерной рейкой с микрометрическим винтом перемещения. Прибор фиксирует момент касания направленного вверх острия крючка с поверхностью жидкости. При этом с подсветкой наблюдается контакт самого острия и его отражения от поверхности воды. Температуру жидкости измеряли ртутным термометром. Расход жидкости определяли при помощи мерной емкости и секундомера. Каждый эксперимент проводили трижды в условиях рандомизации. Данные усреднялись. Результаты первой серии опытов приведены на рисунках 2 и 3.

При испытании распределителей благодаря тангенциальному вводу жидкости наблюдалась ее закрутка, что обеспечивало улучшение равномерности растекания пленки по периметру трубы в сравнении с используемыми распределителями переливного типа, работающими без закрутки.

Исследованному диапазону h от 15 до 45 мм соответствовали расходы жидкости Q , при которых на распределителе № 1 достигались линейные плотности орошения трубы

$\Gamma_v = (1,76...6,45) \cdot 10^{-4}$ м²/с, на № 2 – $(2,87...12,1) \cdot 10^{-4}$, на № 3 – $(3,14...15,2) \cdot 10^{-4}$ м²/с, на № 4 – $(3,33...22,5) \cdot 10^{-4}$ м²/с, чем обеспечивается достаточно хороший диапазон нагрузок по жидкости: $Q = 0,041...0,53$ м³/ч на одну трубку или $\Gamma_v = (1,76...22,5) \cdot 10^{-4}$ м²/с.

При изменении h от 15 до 45 мм отношение максимального расхода к минимальному тем больше, чем больше ширина щели b . Другими словами, по мере роста b растет показатель α – степень влияния h на величину Q (по данным рисунка 2, соответственно, для распределителей № 1-4; 1,17; 1,34; 1,50; 1,79). В приведенных на рисунке 3 материалах показано, что связь между Q и b определяется степенью влияния близкой к единице, что согласуется с теоретической зависимостью для расхода через вертикальную щель водослива [4]:

$$Q = mbi\sqrt{2gh^3}, \quad (1)$$

где m – коэффициент расхода; $i = 2$ – число щелей.

Попытка описать полученные данные этой формулой дает удовлетворительные результаты при $m = 0,62$. Найденное значение m выше, чем для узкой щели в тонкой стенке (по данным [5] $m = 0,40 \dots 0,55$), что является очевидным следствием плавной формы сужения питающей щели.

Лучшее согласование с данными эксперимента дает полученная нами по методу наименьших квадратов эмпирическая формула:

$$Q = 1,07 \cdot 10^{-4} b^{0,379} (100h)^a, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2)$$

где $a = 0,801 + 377b$.

Средняя ошибка аппроксимации данных формулой (2) составляет 5,3 %.

Показатель степени при b равен 0,379, т.к. b входит и в a .

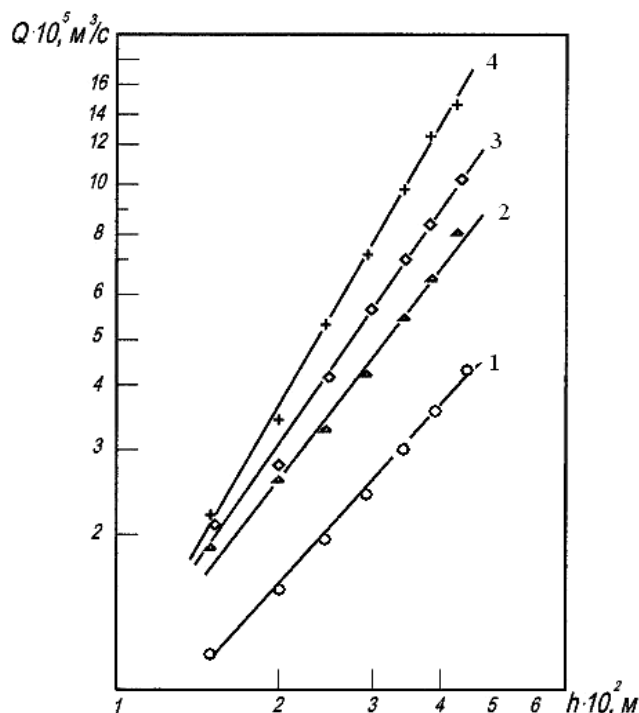


Рисунок 2 – Зависимость расхода от уровня жидкости над нижней кромкой щели (цифрой обозначен номер распределителя):
1 – $b = 0,9$ мм; 2 – 1,5; 3 – 2,0; 4 – 2,5

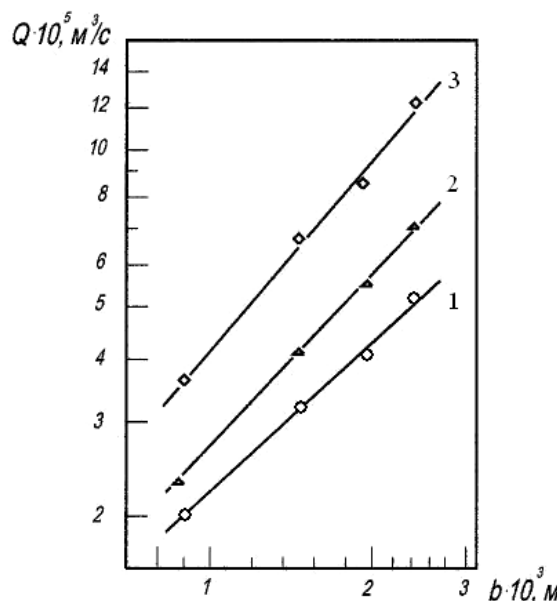


Рисунок 3 – Зависимость расхода от ширины щели: 1 – $h = 0,025$ м; 2 – 0,030; 3 – 0,040

Полученная формула рекомендуется для расчета S-образных распределителей для жидкостей близких по вязкости воде. Для определения влияния вязкости на их расходные характеристики была выполнена вторая серия опытов.

Вторую серию опытов проводили на холодной и нагретой воде с температурами 12, 27 и 45 °С и на водных растворах глицерина концентрацией 35 и 44 %. Таким образом кинематическая вязкость изучаемых жидкостей изменялась от $0,6 \cdot 10^{-6}$ до $4,5 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Изучение влияния вязкости на пропускную способность распределителей проводили на том же стенде с трубой внутренним диаметром 21 мм, в которой устанавливались распределители № 1, № 2 и № 4 с шириной щелей $b = 0,9$; 1,5 и 2,5 мм соответственно.

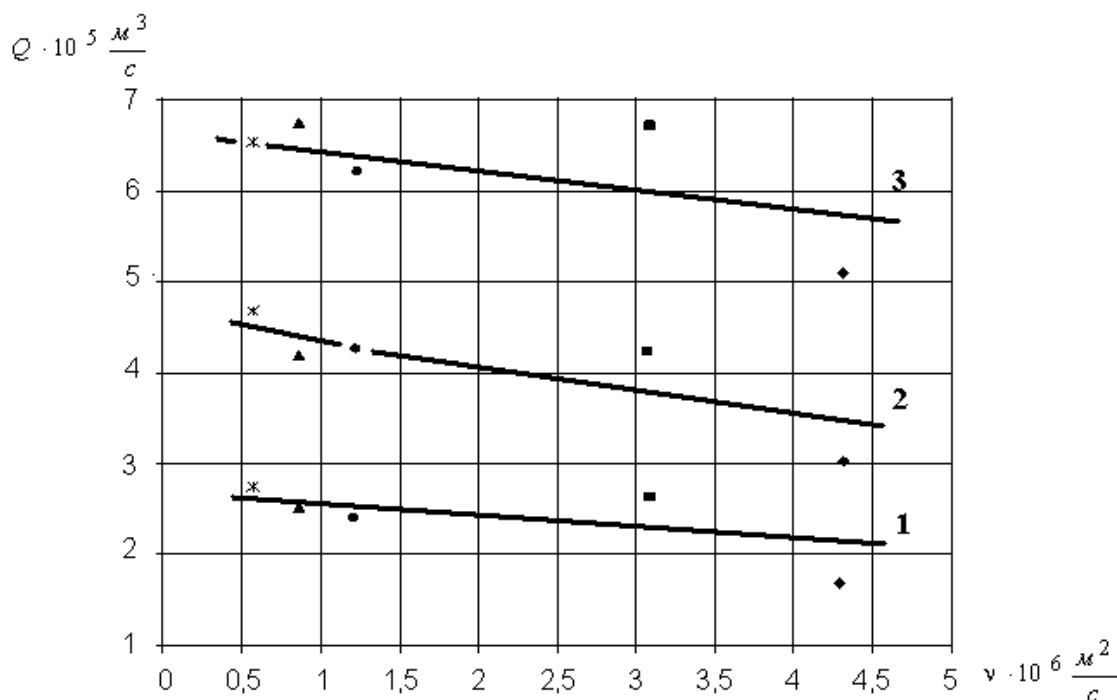


Рисунок 4 – Зависимость расхода от кинематической вязкости жидкости для распределителя: 1 – $h=0,02$ м; 2 – 0,03; 3 – 0,04
 вода: * – при $t=48$ °C; ▲ – при $t=27$ °C; ● – при $t=12$ °C
 растворы глицерина с концентрациями: ■ – 35%; ◆ – 44 %

В этих опытах уровень жидкости h изменяли от 20 до 45 мм при общей высоте щелей 50 мм. На рисунке 4 для примера приведена зависимость пропускной способности распределителя № 2 в зависимости от вязкости жидкости. Из рисунка видно, что вязкость жидкости оказывает весьма заметное влияние на расход, хотя и существенно меньшее, чем влияние ширины щели b или уровня жидкости h (рисунок 2 и 3). При изменении вязкости в 7,5 раз расход уменьшался максимум в 1,5 раза для минимальных значений h . Опыты на распределителях № 1 и № 4 показали аналогичные результаты. Так для распределителя № 1 при изменении вязкости в 7,3 раза расход уменьшался максимум в 2 раза и тоже для минимальных значений h .

Таким образом, формулы (1) и (2) полученные на воде с известной осторожностью можно применять и для более вязких технологических жидкостей. При расчете распределителей целесообразно придерживаться средних значений уровня $h = 0,03 - 0,04$ м. Во избежание забивки (засорения) щелевого отверстия величина b не должна быть менее 1,0 мм. Не рекомендуется использовать S-образные распределители в аппаратах диаметром более 600 мм из-за риска значительного градиента уровня жидкости. При монтаже должна обеспечиваться строгая вертикальность труб аппарата.

Возможность использовать в качестве основы аппарата трубчатой части стандартного кожухотрубчатого теплообменника, а также простота и технологичность S-образных распределителей позволяют изготовить пленочный аппарат с минимумом затрат даже силами ремонтной службы предприятия. Использование S-образных распределителей возможно в аппаратах с нисходящим прямотоком пленки жидкости и газа и с их противотоком. Проверка подтвердила такую возможность.

Литература

1. Пленочная тепло- и массообменная аппаратура / под ред. В.М. Олевского. М.: Химия, 1988. – 240 с.

2. Ионайтис, Р.Р., Шведов, Н.Л. Патентно-техническое исследование способов образования пленки жидкости // Атомная техника за рубежом, 1980. № 1. с. 8–15.
3. А.с. СССР 1459686 МКИ ВОИД 3/28. Тепломассообменный аппарат / Косырев В. М., Бахтин Л. А., Ульянов В. М., Живайкин Л.А. опубл. 23.02.89 Б.И. № 7.
4. Чугаев, Р.Р. Гидравлика. Л.: Энергия, 1975. 600 с.
5. Дуб, Н.Т., Шкуренко, В.Л. Щелевые расходомеры. Киев: Наукова думка, 1972. – 88 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХЕМОСОРБЦИИ ОКСИДА УГЛЕРОДА (II) КУПРОХЛОРИДНЫМИ РАСТВОРАМИ

М.Д. Пегеева, А.А. Сидягин, Н.В. Ксандров

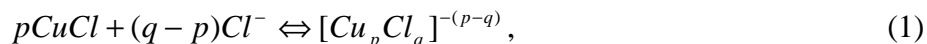
*Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск, mahp@dfngtu.nnov.ru*

Разработка эффективных сорбентов, применяемых для поглощения оксида углерода (II), является актуальной задачей. Это связано как с ростом потребления CO в качестве карбонилирующего агента, так и вопросами обеспечения безотходности производств. Среди основных сорбентов оксида углерода (II) можно выделить, медноаммиачные растворы, растворы солей меди в ароматических растворителях и купрохлоридные растворы. Действие этих сорбентов основано на поглощении CO с образованием комплексных соединений, которые впоследствии могут быть разрушены с выделением CO в газовую фазу.

Интерес к использованию купрохлоридных растворов в качестве сорбентов оксида углерода (II) вызван их высокой сорбционной емкостью и возможностью селективного поглощения CO из газов, содержащих CO_2 [1]. При этом купрохлоридные растворы не содержат летучих компонентов, что исключает появление их в газе при проведении десорбции, в отличие, например от медноаммиачных растворов, десорбция которых сопровождается появлением в газовой фазе аммиака.

В состав купрохлоридного раствора входит хлорид меди, а также хлориды других металлов, чаще всего магния или кальция. В процессе абсорбции монооксида углерода протекает химическая реакция его взаимодействия с комплексными соединениями, существующими в купрохлоридном растворе. Такие комплексные соединения имеют общую формулу $[Cu_p Cl_q]^{-(q-p)}$ [2]. В качестве источника ионов Cl^- обычно используются хлориды магния и меди. Их применение позволяет поддерживать в растворе необходимую концентрацию ионов Cl^- и вместе с тем они являются более устойчивыми к гидролизу, чем галогениды металлов группы алюминия.

Процесс растворения хлорида меди (I) можно описать реакцией:



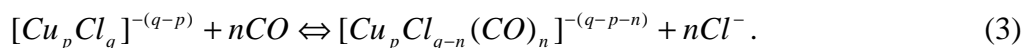
По данным изучения состава и свойств купрохлоридных растворов [3], [4] в растворе находятся в равновесии 16 комплексов $[Cu_p Cl_q]^{-(q-p)}$ при p от 1 до 5 и q от 2 до 9. Причем максимальная доля меди сосредоточена в комплексах $[CuCl_2]^-$, $[CuCl_3]^{2-}$, $[CuCl_4]^{3-}$, $[Cu_2Cl_3]^-$, $[Cu_2Cl_5]^{3-}$.

На стабильность купрохлоридных растворов влияют внешние условия (температура и давление), а также концентрация хлорида меди(I) и хлоридов, используемых для приготовления раствора. Эти концентрации должны поддерживаться в определенном соотношении, чтобы избежать образования коллоидных растворов хлорида меди (I).

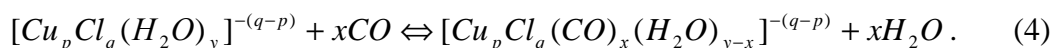
Кроме того, на стабильность раствора влияет концентрация меди (II), которая образуется в растворе по реакции:



Процесс поглощения оксида углерода (II) купрохлоридными растворами сопровождается химической реакцией, в результате которой происходит образование комплексных соединений, содержащих монооксид углерода. Такой процесс может быть представлен в виде следующего уравнения [1]:



Наряду с реакцией (3) может протекать процесс простого присоединения монооксида углерода к купрохлоридному комплексу без вытеснения ионов Cl^- по реакции [1]:



Особенностью абсорбции оксида углерода (II) купрохлоридными растворами является возможность образования осадка, содержащего полученные в ходе реакции комплексы $[Cu_p Cl_{q-n} (CO)_n]^{-(q-p-n)}$. По данным [5] механизм образования осадка состоит в следующем: абсорбция CO сопровождается вытеснением хлорид ионов из внутренней сферы купрохлоридных комплексов вследствие превышения прочности ковалентной связи меди (I) с молекулой CO над той же величиной для связи меди (I) с ионом Cl^- . Выпадение меди (I) в осадок при вытеснении хлорид иона из внутренней сферы комплекса закономерно, так как условием растворения $CuCl$ является существование устойчивых комплексов $[Cu_p Cl_q]^{-(q-p)}$. Некоторая часть комплексов $[Cu_p Cl_{q-n} (CO)_n]^{-(q-p-n)}$ в осадок не выпадает, а остается в растворе в соответствии с произведением растворимости соли $[Cu_p Cl_{q-n} (CO)_n] Me_{(q-n-p)/2}$. При этом необходимо отметить, что при абсорбции оксида углерода (II) при $P_{CO} < P_{CO(KP)}$ осадок не образуется и раствор остается гомогенным [1].

Кроме хлорида меди (I) и оксида углерода (II) в состав осадка входит хлорид магния или кальция, в зависимости от исходного вещества, взятого для приготовления раствора. Формула осадка может быть представлена в следующем виде [4]: $[Cu_p Cl_{q-n} (CO)_n] Me_{(q-n-p)/2} \cdot xMeCl_2 \cdot yH_2O$.

При нагревании насыщенного монооксидом углерода купрохлоридного раствора происходит распад комплексных соединений, сопровождающийся выделением большей части поглощенного CO в газовую фазу [5].

Широкое использование рассматриваемого сорбента в промышленных масштабах сдерживается отсутствием надежных методов расчета газожидкостного равновесия и кинетики процесса поглощения CO купрохлоридным раствором. Одним из путей решения такой задачи является разработка математической модели процессов хемосорбции и десорбции оксида углерода (II) растворами комплексных соединений меди, учитывающей сложные механизмы физико-химических процессов протекающих в системе.

При составлении математических моделей процессов абсорбции и десорбции оксида углерода (II) купрохлоридными растворами можно выделить следующие основные задачи:

- расчет равновесного состояния в системе;
- расчет кинетических характеристик протекания химических реакций с участием монооксида углерода и активных компонентов купрохлоридных растворов;

- определение соотношения между временем реакции и временем диффузии с целью определения лимитирующей стадии процесса;
- определение термодинамических характеристик процесса абсорбции оксида углерода (II) купрохлоридными растворами;
- расчет процесса десорбции оксида углерода (II).

Для описания статистики процесса абсорбции, и равновесия между жидкой и газовой фазами может быть использована константа фазового равновесия (коэффициент распределения), представляющая собой отношение концентрации компонента в газовой фазе к его концентрации в жидкой фазе. Для идеальных растворов используется закон Генри, который может быть записан в виде:

$$p^* = m_{px}x, \quad (5)$$

где p^* – равновесное парциальное давление газа над раствором; m_{px} – константа фазового равновесия (константа Генри); x – мольная доля газа в растворе.

Необходимо отметить, что закон Генри точен только для идеальных растворов, однако, при сильном разбавлении любой раствор приближается к идеальному, поэтому закон Генри применим к разбавленным растворам. Он достаточно точно описывает равновесие для плохо растворимых газов [6].

Процесс переноса вещества внутри фазы в движущейся среде описывается уравнениями молекулярной и конвективной диффузии.

Известно, что процесс молекулярной диффузии описывается законом Фика и выражается уравнением:

$$W_A = -DF \frac{dC_A}{dz}, \quad (6)$$

где D – коэффициент диффузии; C_A – концентрация компонента A ; F – поверхность, через которую осуществляется перенос вещества; W_A – количество компонента A , переносимого через поверхность F в направлении z .

Для процесса диффузии газов в растворах электролитов имеется зависимость, выражающая соотношение между коэффициентом диффузии в растворе (D) и в воде (D_0) [6]:

$$D = \frac{D_0}{1 + b_1C + b_2C^2}, \quad (7)$$

где C – концентрация электролита, b_1 и b_2 – опытные коэффициенты.

Кроме того, при расчетах хемосорбции требуются также значения коэффициентов диффузии ионов в растворах электролитов [7].

Анализ хемосорбции производится совместным рассмотрением уравнений диффузии газообразного компонента A и активной части поглотителя B и кинетического уравнения реакции. Дифференциальные уравнения, отражающие протекание одновременных процессов диффузии и химической реакции в жидкой фазе, могут быть записаны в следующей форме (без учета конвективного переноса) [6]:

$$\frac{dA}{dq} = D_A \frac{d^2 A}{dz^2} - N, \quad (8)$$

$$\frac{dB}{dq} = D_B \frac{d^2 B}{dz^2} - qN, \quad (9)$$

где A и B – концентрации несвязанных компонентов A и B , $\text{кмоль}/\text{м}^3$; D_A и D_B – коэффициенты диффузии компонентов A и B ; N – скорость расходования

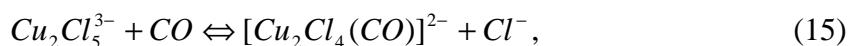
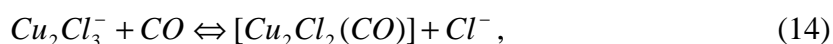
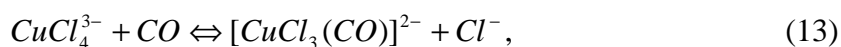
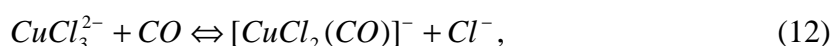
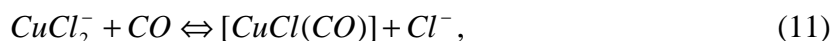
компонента A в единице объема на химическую реакцию, $\text{кмоль}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$; q – число кмоль B , расходуемых по реакции на 1 кмоль A .

Кинетическое уравнение реакции в общем виде может быть представлено выражением

$$N = f(A, B). \quad (10)$$

Решение системы уравнений (8 – 10) возможно при принятии ряда допущений на основе различных моделей (пленочной модели, модели обновления и др.)

Если предположить, что в химической реакции с монооксидом углерода участвуют только наиболее концентрированные по меди (I) комплексы, то в соответствии с уравнением (3) (без учета простого присоединения CO по реакции (4)) процесс может быть представлен следующими реакциями:



Реакции (11) – (15) учитывают участие в реакциях присоединения CO только наиболее концентрированных по меди (I) комплексов. На основании приведенных реакций можно попытаться осуществить расчет концентрационных констант равновесия, с целью определения механизма процесса.

Рассмотрение кинетики процесса поглощения CO купрохлоридными растворами при принятии некоторых упрощений, позволяет говорить о возможности создания эффективной математической модели, которая позволила бы осуществлять расчет такой системы с достаточной точностью.

Литература

1. Ксандров, Н.В. Разработка научных и технологических основ извлечения оксида углерода (II) и этилена из отходящих газов: автореф. дисс. ... докт. техн. наук – СПб.: СПбГТИ (ТУ). 1995. – 40 с.
2. Сухова, Т.Г. Термодинамика образования хлоридных комплексов меди (I) / Т.Г. Сухова, О.Н. Темкин, Р.М. Флид // Журн. Неорг. хим. – 1969, т. 14, № 4, с. 928 – 931
3. Сухова, Т.Г. О влиянии ионной среды на состав и устойчивость хлоридных комплексов одновалентной меди / Т.Г. Сухова, Н.Я. Борщ, О.Н. Темкин, Р.М. Флид // Журн. Неорг. химии, 1969, т. 14, № 3, с. 694 – 699.
4. Андреев, С.Н. Состав и строение хлоридов меди (I) / С.Н. Андреев, О.В. Сапожников // Журн. Неорг. химии, 1965, т. 11, № 10, с. 2538 – 2541.
5. Ксандров, Н.В. Образование осадков при абсорбции оксида углерода (II) растворами на основе хлоридов меди (I), (II) / Н.В. Ксандров, Н.Н. Каримова, И.П. Кириллов, И.С. Никандров // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология, т. 30 (2) 1987, с. 84 – 88.
6. Рамм, В.М. Абсорбция газов / В.М. Рамм. – М.: Химия. 1976. – 656 с.
7. Данквертс, П.В. Газожидкостные реакции / П.В. Данквертс. – М.: Химия. 1973. – 296 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

А.В. Степыкин, С.Р. Рузанов, А.А. Сидягин

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск, mahp@dfngtu.nnov.ru

Практически во всех технологических системах химических и пищевых производств присутствует теплообменная аппаратура, причем в некоторых случаях доля такой аппаратуры может быть достаточно велика.

Теплообменник – устройство, в котором осуществляется передача теплоты от горячего теплоносителя к холодному. В зависимости от назначения теплообменные аппараты используют как нагреватели, холодильники, кипятильники и конденсаторы. Теплообменные аппараты в зависимости от конструкции могут быть кожухотрубчатыми, пластинчатыми, спиральными и др.

Целью выполненной работы явилась разработка расчетно-обучающей программы, предназначенной для расчета теплообменных аппаратов, которая может использоваться в учебном процессе при изучении соответствующих разделов курсов «Процессы и аппараты химических (пищевых) производств», «Машины и аппараты химических (пищевых) производств», «Специальное оборудование отрасли», при выполнении студентами курсовых и дипломных проектов. Программа реализована в среде Microsoft Visual Basic 6.0, которая является одной из самых распространенных на сегодняшний день.

Основой расчетного алгоритма служит модель Нуссельта, которая обладает достаточной точностью и очень широко применяется на практике [1], [2]. Кроме того, использовались некоторые альтернативные формулы [3], [4]. Основная цель расчета – подбор оптимального стандартного теплообменника для заданных условий процесса.

После инициализации программы появляется окно, в котором предлагается выбрать тип рассчитываемого теплообменника и указать назначение аппарата (рисунок 1).

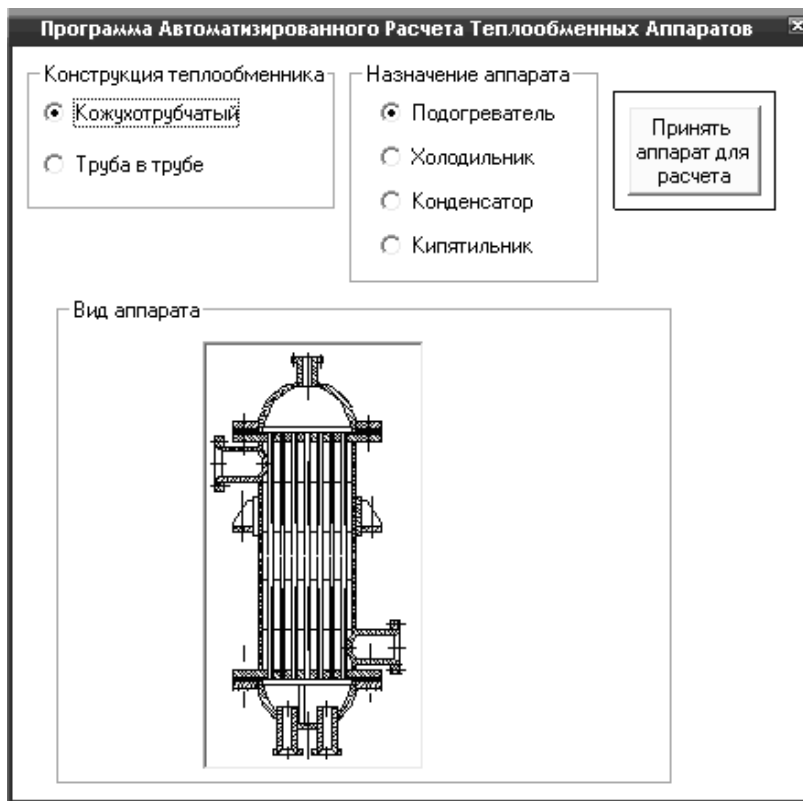


Рисунок 1 – Окно выбора типа и назначения теплообменного аппарата

После этого открывается рабочее окно программы, в котором пользователю предлагается ввести исходные данные. Пока не введен набор данных, минимально необходимых для выполнения расчета, остальные команды программы остаются недоступными.

Первым делом, пользователь должен определить расположение теплообменника (вертикальное / горизонтальное), схему движения теплоносителей (прямоток / противоток) и в какое пространство (трубное / межтрубное) должен подаваться холодный теплоноситель. После ввода этой информации становится доступен второй пункт исходных данных – «Параметры теплоносителей» (рисунок 2).

Холодный теплоноситель		Горячий теплоноситель	
Органическая жидкость		Газ	
Массовый расход	10 Т/ч	Пар	
Начальная температура	20 °C	Жидкость	
Конечная температура	40 °C	Газ	
Теплоемкость при средней температуре 30°C	4200 Дж/(кг·K)	Конечная температура	50 °C
Вязкость при средней температуре 30°C	0.0003 Па·с	Теплоемкость при средней температуре 73,3°C	1000 Дж/(кг·K)
Коэффициент теплопроводности при средней температуре 30°C	0.6 Вт/(м·K)	Коэффициент теплопроводности при средней температуре 73,3°C	0.5 Вт/(м·K)
Плотность при средней температуре 30°C	1000 кг/м³	Плотность при средней температуре 73,3°C	1000 кг/м³
		Вязкость при средней температуре 73,3°C	0.0003 Па·с
		Потери тепла	5 %

Рисунок 2 – Окно ввода параметров теплоносителей

На данном этапе разработки программа не имеет собственной базы по физико-химическим и теплофизическим свойствам теплоносителей, поэтому для заполнения всех запрашиваемых полей данного окна, пользователю придется обратиться к справочной литературе. С одной стороны это не всегда удобно, с другой, учитывая учебный характер продукта, это провоцирует студента лишний раз закрепить навыки работы со справочными данными.

На следующем этапе появляется окно с рекомендуемыми значениями ориентировочных коэффициентов теплопередачи и пользователю предлагается указать значение этого коэффициента для рассматриваемого случая, а также ввести ориентировочное значение критерия Рейнольдса, характеризующего режим движения теплоносителя (рисунок 3). После выполнения предварительного расчета, программа информирует пользователя о полученном значении поверхности теплообмена и предлагает ввести параметры стандартного теплообменника для выполнения уточненного расчета. Пользователь может обратиться к учебно-справочной литературе, например к справочнику [5], и ввести характеристики стандартного теплообменника в соответствующие поля окна (рисунок 4), а может обратиться к встроенной базе данных (нажав кнопку «БД») и принять характеристики теплообменника оттуда. При обращении к базе данных программа составит список стандартных теплообменников, имеющих поверхность теплообмена больше предварительно рассчитанной и/или с максимальным обеспечением турбулизации потока. По желанию пользователя можно вывести все разновидности аппаратов, или конкретные типы (например, испарители при расчете данного типа аппаратов).

После выбора аппарата из базы данных все поля окна «Данные по аппарату» (рисунок 4) автоматически заполняются.

Ориентировочные значения для подбора аппарата

Введи ориентировочное значение коэффициента теплопередачи, в соответствии с рекомендациями

Примерные коэффициенты теплопередачи можно выбрать для теплообмена:

Газ - Газ	12 - 15 (Вт/м ² *К)
Газ - Жидкость	12 - 60 (Вт/м ² *К)
Пар - Газ	12 - 120 (Вт/м ² *К)
Пар - Жидкость	100 - 1000 (Вт/м ² *К)
Жидкость - Жидкость	120 - 400 (Вт/м ² *К)

Kor = Вт/(м²*К)

Введи ориентировочное значение критерия Re, обеспечивающего турбулентное течение в трубном пространстве

Re =

оК Отмена

Рисунок 3 – Окно ввода ориентировочных значений коэффициента теплопередачи и числа Рейнольдса

Данные по аппарату

Конструктивные особенности аппарата

Наружный диаметр труб	<input type="text" value="25"/>	мм
Толщина труб	<input type="text" value="2"/>	мм

Параметры подбора аппарата

Поверхность теплообмена $F \geq 377.4 \text{ м}^2$

Проходное сечение по трубам

БД кожухотрубчатых теплообменников

Внутренний диаметр кожуха аппарата	<input type="text"/>	мм
Поверхность теплообмена	<input type="text"/>	м ²
Количество ходов	<input type="text"/>	
Количество труб на ход	<input type="text"/>	
Количество труб	<input type="text"/>	
Длина труб	<input type="text"/>	м

Расположение труб в решетке

Шахматное Коридорное

Перегородки в межтрубном пространстве

Перегородки установлены

Общие параметры процесса, связанные с аппаратом

Проводимость загрязнений, Вт/(К*м²)

Со стороны горячего теплоносителя	<input type="text" value="2800"/>	БД
Со стороны холодного теплоносителя	<input type="text" value="5800"/>	

Теплопроводность материала труб

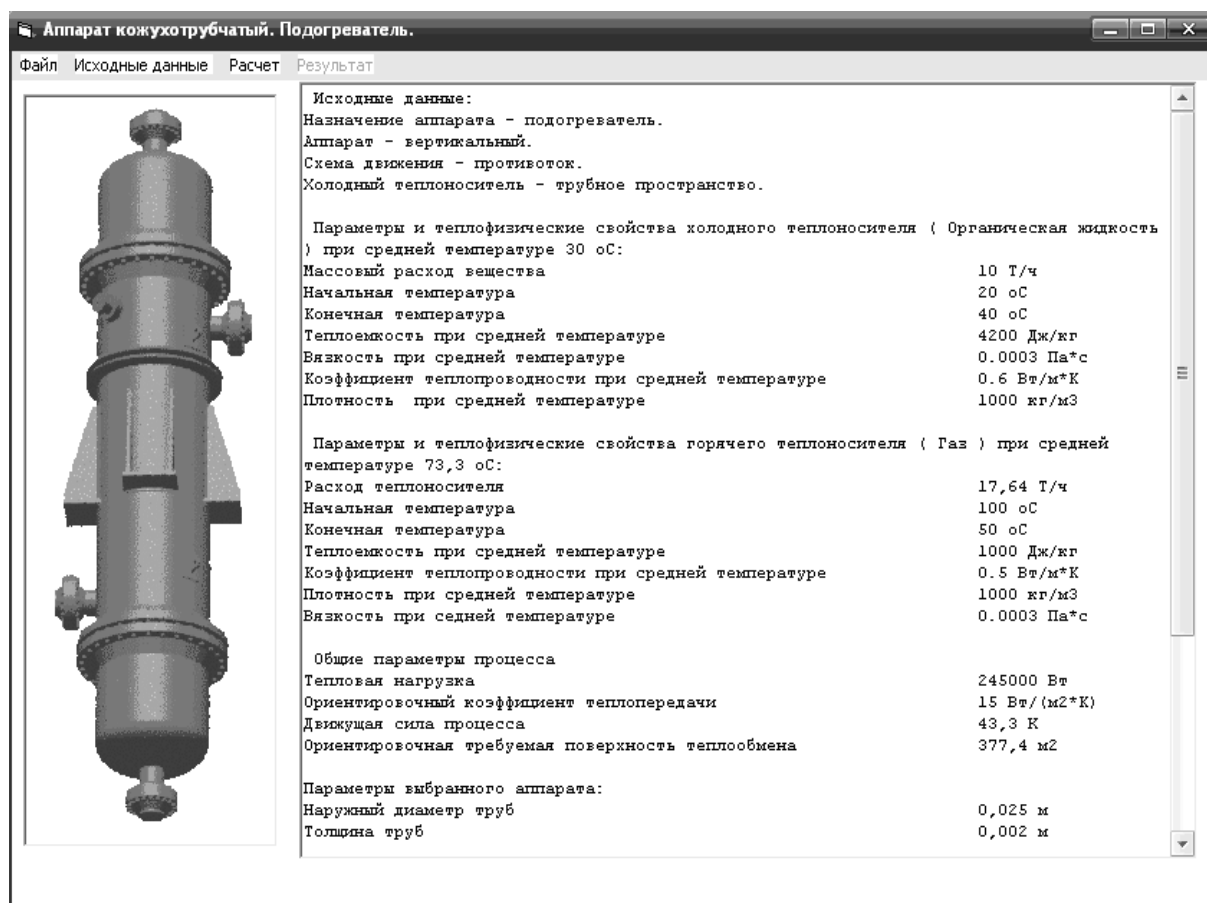
Вт/(м*К) БД

Задать Отмена

Рисунок 4 – Окно ввода параметров стандартного теплообменника

В случае расчета многоходового теплообменника, можно ввести коэффициенты, учитывающие движение теплоносителей и условия обтекания труб теплообменника.

Для контроля и общей оценки введенных данных программа формирует спецификацию, в которой приводятся все ранее введенные параметры (рисунок 5).



Аппарат кожухотрубчатый. Подогреватель.

Исходные данные:

Назначение аппарата - подогреватель.
 Аппарат - вертикальный.
 Схема движения - противоток.
 Холодный теплоноситель - трубное пространство.

Параметры и теплофизические свойства холодного теплоносителя (Органическая жидкость) при средней температуре 30 оС:

Массовый расход вещества	10 Т/ч
Начальная температура	20 оС
Конечная температура	40 оС
Теплоемкость при средней температуре	4200 Дж/кг
Вязкость при средней температуре	0.0003 Па*с
Коэффициент теплопроводности при средней температуре	0.6 Вт/м*К
Плотность при средней температуре	1000 кг/м3

Параметры и теплофизические свойства горячего теплоносителя (Газ) при средней температуре 73,3 оС:

Расход теплоносителя	17,64 Т/ч
Начальная температура	100 оС
Конечная температура	50 оС
Теплоемкость при средней температуре	1000 Дж/кг
Коэффициент теплопроводности при средней температуре	0.5 Вт/м*К
Плотность при средней температуре	1000 кг/м3
Вязкость при средней температуре	0.0003 Па*с

Общие параметры процесса

Тепловая нагрузка	245000 Вт
Ориентировочный коэффициент теплопередачи	15 Вт/(м2*К)
Движущая сила процесса	43,3 К
Ориентировочная требуемая поверхность теплообмена	377,4 м2

Параметры выбранного аппарата:

Наружный диаметр труб	0,025 м
Толщина труб	0,002 м

Рисунок 5 – Спецификация исходных данных

Проверив введенные данные пользователь, при обнаружении ошибок, может внести необходимые изменения. Затем, выбрав в командной строке основного меню команду «Расчет», пользователь инициирует процедуру расчета теплообменника и может ознакомиться с результатом (рисунок 6).

После завершения этапа технологического расчета возможно проведение гидравлического расчета, в ходе которого производится определение потерь давления в аппарате. Для проведения расчета задается значение относительной шероховатости теплообменных поверхностей и ориентировочные диаметры штуцеров.

При необходимости может быть сформирован протокол расчета, который включает исходные данные, промежуточные и окончательные результаты расчетов. Протокол может быть сохранен в отдельном файле в формате *.doc и впоследствии распечатан.

В настоящее время проводится доработка программы. Основные направления развития данного программного продукта – увеличение типов рассчитываемых теплообменников, проведение прочностного расчета, развитие встроенных баз данных (в том числе физико-химических свойств веществ, типов теплообменников, свойств конструкционных материалов). Предполагается, что базы данных будут открытыми для редактирования пользователем.

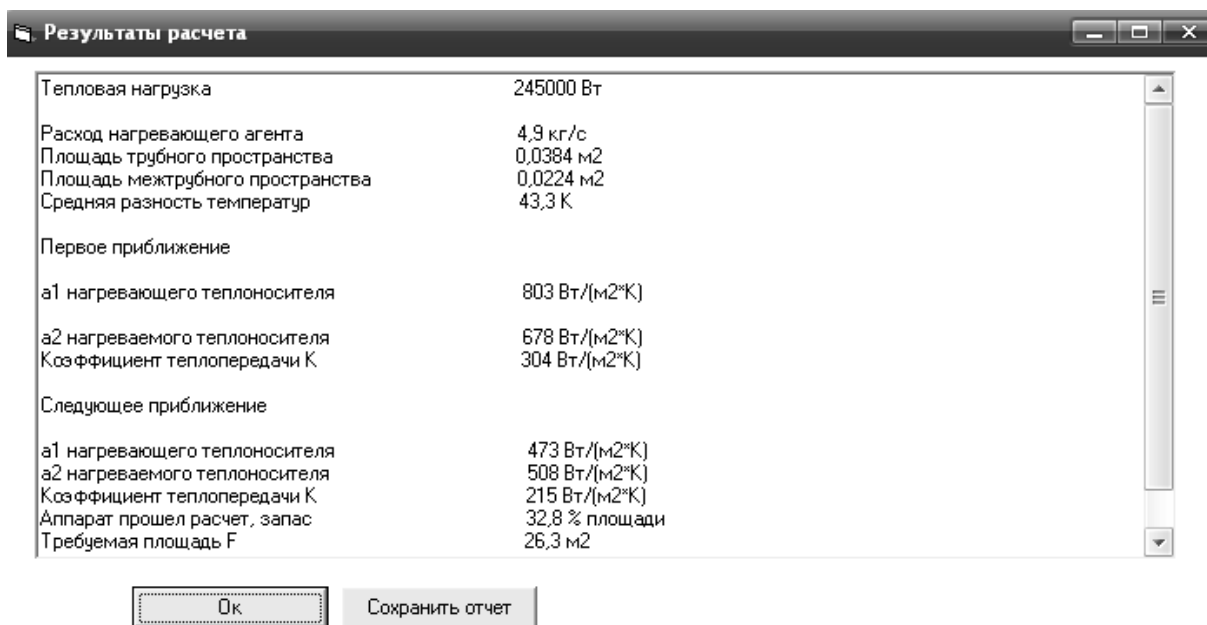


Рисунок 6 – Окно результатов расчета

Литература

1. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2-х частях. Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. – 2-е изд. – М.: Химия, 1995. – 368 с.
2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; под ред. П.Г. Романкова – 10-е изд.; перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
3. Уонг, Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: пер. с англ. / Справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 216с.
4. Хоблер, Т. Теплопередача и теплообменники / Т. Хоблер – Л.: Госхимиздат, 1961. – 819 с.
5. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования: Справочник. В 3-х т. Т. 2 / А.С. Тимонин. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. – 988с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ СУСПЕНЗИОННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ПЕРЕГРЕТЫМ ПАРОМ

В.С. Коновалов, В.М. Ульянов, Е.С. Куманейкин

*Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск,
e-mail: mahp@dfngtu.nnov.ru*

Проведено исследование кинетики процесса сушки поливинилхлорида (ПВХ) перегретым паром в спирально-вихревой сушилке. Исследование выполнено на лабораторной установке сушки с замкнутым циклом водяного пара, схема и работа которой описана в работе [1]. Конструкция спирально-вихревой пневмосушилки схематически показана на рисунке 1.

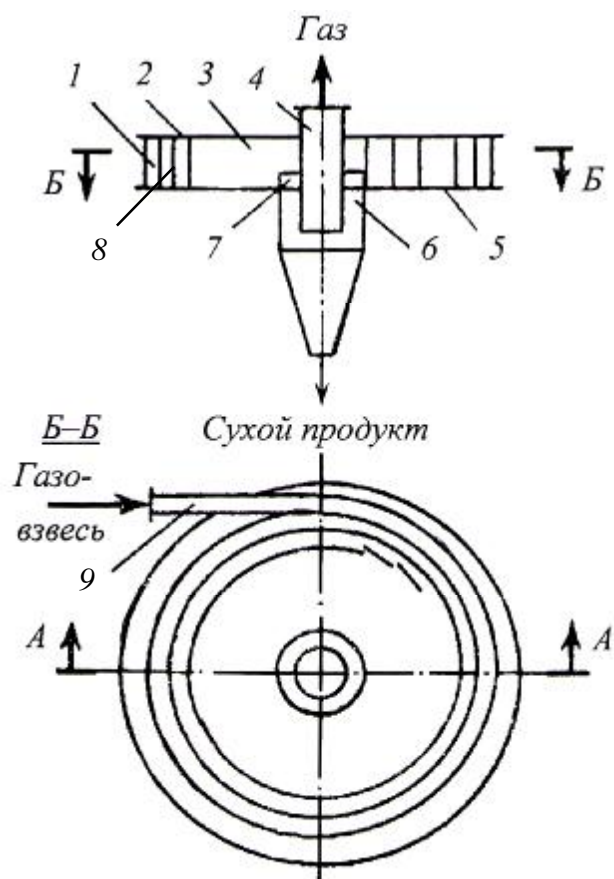


Рисунок 1 – Спирально-вихревая пневмосушилка: 1 – спиральный канал; 2 – крышка; 3 – вихревая камера; 4 – выхлопная труба; 5 – днище; 6 – циклонная камера; 7 – съемный порожек; 8 – спиральная лента; 9 – входной патрубок

Сушилка содержит спиральный канал 1 прямоугольного сечения, образованный спиральной лентой 8, плоским днищем 5 и крышкой 2. В центральной части имеется разгрузочная циклонная камера 6, образующая с последним витком спиральной ленты вихревую камеру 3. Между вихревой и циклонной камерами установлен съемный порожек 7, изменяя высоту которого можно регулировать время пребывания высушиваемого материала в сушилке. Таким образом, в сушилке имеются две зоны с разными гидродинамическими и тепловыми условиями процесса, соответствующими изменяющимся свойствам высушиваемого материала. Первая зона – спиральный канал, в котором влажный материал кратковременно (0,5–1,0 с) контактирует с высокотемпературным теплоносителем в условиях идеального вытеснения. Вторая – вихревая камера, в которой подсушенный материал находится в контакте с охладившимся теплоносителем в условиях полного смешения и в течение более длительного времени (1,5 – 2,5 мин).

Объект сушки – влажный суспензионный поливинилхлорид марки ПВХ-С-7059-М ГОСТ 14332-78, образцы которого отбирали после стадий дегазации и центрифугирования в производстве ПВХ ОАО «Сибур-Нефтехим». Влажность образцов составляла от 17 до 24 %, содержание незаполимеризовавшегося мономера винилхлорида (ВХ) от 7 до 37 млн⁻¹ (ppm). По данным аналитической лаборатории средний размер частиц ПВХ составлял 120 мкм, их пористость – 0,18, средняя удельная поверхность пор – 1000 м²/кг.

Целью исследования было получение данных по кинетике сушки ПВХ перегретым водяным паром в спиральном канале и вихревой камере и сравнение их с кинетическими зависимостями, полученными при сушке полимерных материалов воздухом [2].

Кроме того, представляло интерес сравнение данных по кинетике дегазации (десорбции) ВХ из ПВХ в условиях сушки с данными по дегазации суспензии ПВХ в массообменной колонне.

Опыты проводили в следующей последовательности. Включали вентиляторы циркуляции, электронагревателем разогревали установку, одновременно заполняя ее перегретым паром из парогенератора. По достижении стационарного состояния включали подачу влажного ПВХ и измеряли температуру пара на входе и выходе сушилки и расход пара. Высушенный продукт анализировали на содержание остаточной влаги и винилхлорида.

Всего было проведено 18 опытов, в которых варьировали расход пара в диапазоне от 140 до 160 $\text{м}^3/\text{ч}$ и подачу влажного ПВХ от 22 до 30 $\text{кг}/\text{ч}$. Температуру пара на входе в сушилку поддерживали в пределах от 200 до 210 $^{\circ}\text{C}$. Указанные параметры подбирались таким образом, чтобы температура пара на выходе из сушилки не опускалась ниже 100 $^{\circ}\text{C}$ во избежание его конденсации. Температура пара на выходе из сушилки устанавливалась в диапазоне 103–127 $^{\circ}\text{C}$. Высушенный продукт имел влажность от 0,02 до 1 %, причем в большинстве опытов влажность не превышала максимально допустимого значения для ПВХ (0,3 %). Содержание ВХ в ПВХ снижалось до 0,3–5,0 ppm.

Данные опытов были обработаны с целью определения кинетики сушки отдельно для спирального канала и вихревой камеры с использованием гидродинамических и массообменных соотношений [2]. В результате установлена более высокая интенсивность тепломассопереноса при сушке ПВХ паром по сравнению с сушкой воздухом в обеих зонах сушилки.

Для спирального канала получена следующая эмпирическая критериальная зависимость (справедливая в диапазоне чисел $\text{Re} = 100\text{--}116$) для расчета межфазного коэффициента теплоотдачи

$$\text{Nu} = 0,0176 \text{Re}^{0,86} \text{Pr}^{0,33} \quad (1)$$

При анализе данных по массообмену выяснилось, что значения коэффициентов теплоотдачи α и массотдачи β связаны между собой в соответствии с соотношением Льюиса $\alpha/\beta = c\rho$ (где c , ρ – теплоемкость и плотность пара), что не наблюдалось при исследовании сушки полимеров воздухом. Таким образом, в случае сушки паром имеет место аналогия между процессами тепло- и массообмена, т.е. можно принять $\text{Nu}_d = \text{Nu}$, и коэффициенты массотдачи рассчитывать по уравнению (1).

Для вихревой камеры не удалось установить расчетной зависимости для коэффициентов тепло- и массообмена вследствие невозможности прямого измерения температуры и влажности материала в конце спирального канала. Тем не менее установлены, во-первых, также аналогия тепло- и массопереноса в соответствии с соотношением Льюиса, во-вторых, более чем в два раза высокая интенсивность скорости массопереноса во всех опытах по сравнению с сушкой воздухом. Поэтому при проектировании сушильного аппарата можно допустить ориентирование на величину межфазного теплообмена, рассчитанную по известному уравнению для вихревой камеры

$$\text{Nu} = 1,61 \cdot 10^{-3} \text{Re}^{0,23} \text{Pr}^{0,33} \quad (2)$$

и полученный результат удвоить.

Причиной интенсификации тепломассопереноса при сушке ПВХ паром по сравнению с сушкой воздухом является частичное или полное вскипание влаги внутри поровой структуры частиц в условиях их нагрева до температуры выше 100 $^{\circ}\text{C}$. При этом в общий массоперенос значительный вклад вносит вытеснение воды из микропор по механизму бародиффузии. Причем этот вклад наиболее заметно проявляется в вихревой камере, где частицы ПВХ нагреваются до более высокой температуры и находятся в зоне сушки в течение более длительного времени.

Кинетику десорбции ВХ из ПВХ оценивали по зависимости [3]

$$C_K / C_0 = \exp(-aK_0 \tau), \quad (3)$$

где C_0 , C_K – начальное и конечное содержание ВХ в ПВХ, ppm; a – коэффициент, зависящий от условий дегазации; $K_0 = [\rho_T(1 - \epsilon_n) f]^2 D_{ВХ}$ – коэффициент скорости внутреннего массопереноса, с^{-1} ; ρ_T – плотность полимера, $\text{кг}/\text{м}^3$; ϵ_n – пористость частиц ПВХ; f – удельная поверхность пор, $\text{м}^2/\text{кг}$; τ – время контакта ПВХ с теплоносителем, с.

Для условий дегазации ПВХ обработкой водной суспензии в тарельчатой колонне острым паром коэффициент $a = 0,2$. Для условий опытов по сушке ПВХ перегретым паром средняя величина коэффициента a составила 0,36. То есть интенсивность внутреннего массопереноса оказалась в 1,8 раза выше.

Это можно объяснить, если допустить, что на величину коэффициента a влияет коэффициент диффузии в порах частиц ПВХ. В случае дегазации суспензии поры заполнены водой, а при сушке в вихревой камере как в аппарате полного смешения ПВХ подвергается тепловой обработке при конечной влажности, т.е. в сухом состоянии, когда поры частиц заполнены паром. Коэффициент диффузии ВХ в воде меньше, чем в паре на три порядка величины, что естественно влияет на общую скорость массопереноса.

Использование стадии паровой сушки ПВХ для одновременной десорбции ВХ имеет большое экономическое значение в целом для производства, так как может дать значительную экономию пара на стадии дегазации суспензии ПВХ.

Полученные в настоящем исследовании кинетические зависимости могут быть использованы при расчете сушильного аппарата и разработке установки сушки суспензионного ПВХ в замкнутом цикле водяного пара.

Литература

1. Коновалов, В.С., Ульянов, В.М. Энергосберегающая технология сушки суспензионного поливинилхлорида перегретым водяным паром. В сб. Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. Мат-лы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 28-30.04.2010 г. Ч. 1., г. Бийск, с. 84.
2. Муштаев, В.И., Ульянов, В.М. Сушка дисперсных материалов. – М: Химия, 1988 – 352 с.
3. Технологическое оборудование производства суспензионного поливинилхлорида: Монография / В.М. Ульянов, А.Д. Гуткович, В.В. Шебырев. – Н.Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2004. – 253 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НАСАДОЧНОЙ КОЛОННЕ

А.В. Степыкин, А.М. Кропотухин, А.А. Сидягин

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск, mahp@dfngtu.nnov.ru

Наиболее распространенным типом оборудования для проведения массообменных процессов являются колонные аппараты. Интенсификация процессов массообмена, протекающих в таких аппаратах, является одной из важнейших задач химической и пищевой технологии. Одним из путей интенсификации является создание оптимальных режимов работы, в частности циклических, для организации которых используют несколько способов, наиболее распространенными из которых являются:

- установка управляемых клапанов на линии подачи потоков в аппарат и автоматизированное задание частоты их срабатывания;
- установка специальных устройств внутри аппарата для создания циклических импульсных воздействий на потоки.

На сегодняшний день имеется ряд работ посвященных применению циклических процессов в той или иной области химических производств. Наиболее широко распространенными и изученными являются экстракторы, работающие в циклической режиме [1]. Также циклические процессы используются при работе реакторов с орошаемым слоем катализатора, а также отдельных реакторов вытеснения и смешения [2], [3]. Также в литературе описаны циклические процессы при проведении кристаллизации и ионообмена [3].

Одной из наименее изученных и достаточно перспективных областей применения циклических режимов является ректификация и абсорбция [4 – 6]. В литературе отмечается, что применение циклических процессов приводит к увеличению производительности и эффективности работы почти вдвое.

Известно также, что наибольшая интенсивность массообмена достигается в насадочных колоннах режиме эмульгирования, прежде всего за счет увеличения поверхности контакта фаз [7]. Специальные эмульгационные колонны имеют достаточно сложную конструкцию, требуют создания гидрозатворов, поддерживающих насадку в затопленном режиме. В обычных насадочных колоннах поддержание режима эмульгирования представляет большие трудности, работа в области зоны инверсии фаз крайне неустойчива и сразу переходит в захлебывание.

На кафедре МАХПП Дзержинского политехнического института предложено устройство для создания автомодельных циклов, устанавливаемое внутри насадочной колонны и обеспечивающее работу аппарата в переходной области – на границе между гидродинамическими режимами подвисяния и эмульгирования. Этот способ создания циклов был выбран в связи с простотой и дешевизной по сравнению с другими известными способами, предусматривающими импульсную подачу одной из фаз в колонну.

Для всестороннего изучения работы предложенного устройства модернизирован лабораторный стенд, на котором выполнена серия экспериментальных исследований. Основным элементом экспериментального стенда является лабораторная колонна. Она состоит из царг диаметром 200 мм. Царги изготовлены из органического стекла. В колонну организована подача жидкости (воды) сверху и газа (воздуха) снизу. Для контроля за основными технологическими показателями (температурами, перепадом давления в слое насадки, расходными характеристиками газового и жидкостного потоков) установлены контрольно-измерительные приборы. В качестве насадки в лабораторной колонне использованы керамические кольца Рашига 25x25x3 внавал. Схема лабораторного стенда и его общий вид приведены на рисунках 1 и 2.

В процессе контрольных испытаний модернизированной колонны возникла проблема, связанная со значительным уносом жидкости при высоких скоростях газа, соответствующих переходу к режиму эмульгирования. В связи с этим важным этапом работы стала разработка и испытание эффективно работающего сепаратора-брызгоуловителя. Среди нескольких испытанных конструкций (инерционные, центробежные, сетчатые) наиболее эффективной оказалась конструкция комбинированного брызгоуловителя, приведенного на рисунке 3. Брызгоуловитель имеет две наклонные полки с сегментными вырезами. Перекрывая 2/3 сечения царги, полки отбивают наиболее крупные капли жидкости, а при огибании полок газовым потоком, меняющим свое направление, создаются силы инерции, что также способствует сепарированию капель. Между полками вертикально установлена в несколько слоев гофрированная металлическая сетка, которая задерживает мелкие брызги. Жидкость, за счет силы тяжести стекает по сетке на полки, а затем, благодаря наклону полок, возвращается на распределительную тарелку.

Потоки:

1.1, 1.2, 1.3, 1.4 – Воздух атмосферный, подогретый, после вентилятора и колонны соответственно.
2.1, 2.2, 2.3 – Вода на подпитку системы, на входе в колонну и возврат в бак соответств

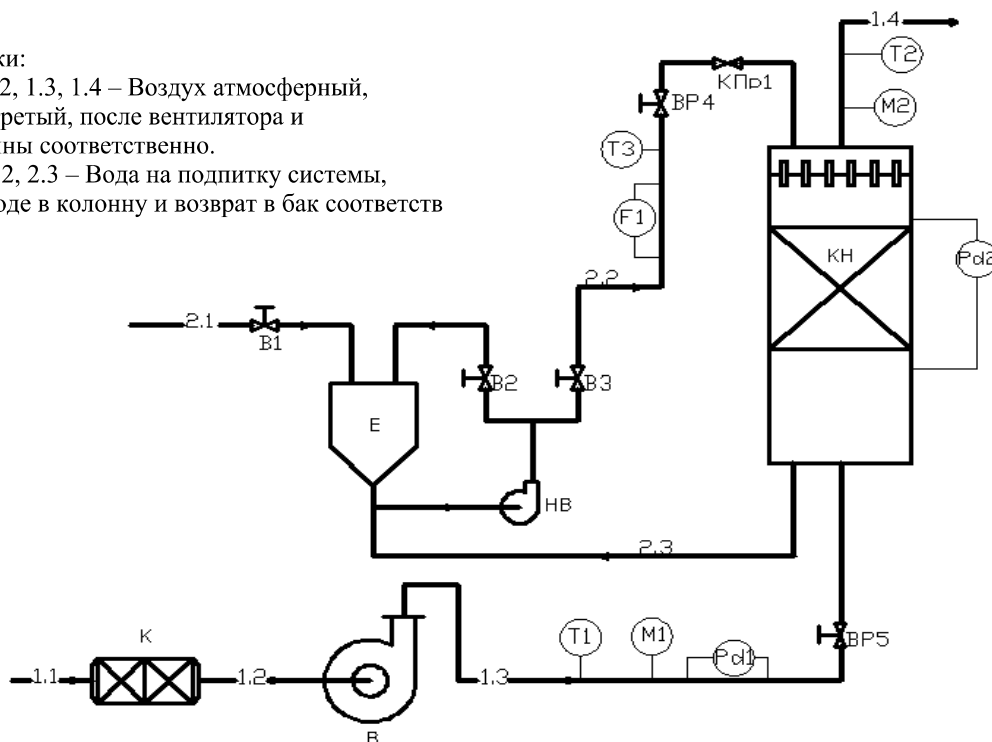


Рисунок 1 – Схема лабораторного экспериментального стенда

Оборудование: В – вентилятор; Е – емкость; К – калорифер; КН – колонна насадочная; НВ – насос вихревой;

Приборы и арматура: F1 – ротаметр; M1, M2 – психрометры; Pd1 – дифманометр для измерения перепада давления на расходомерной диафрагме; Pd2 – дифманометр для измерения потерь давления в слое насадки; T1...T3 – термометры; B1...B3, BP4, BP5 – вентили; KPr1 – кран поворотный



Рисунок 2 – Общий вид стенда с насадочной лабораторной колонной



Рисунок 3 – Комбинированный брызгоуловитель

Среди этапов исследований проведенных на момент публикации данной работы можно выделить:

1). Проведены начальные эксперименты, подтверждающие работоспособность установки и отдельных ее элементов, позволившие произвести тарировку лабораторной насадочной колонны и сопоставление полученных результатов по гидравлическому сопротивлению насадочного слоя из керамических колец Рашига и интенсивности массообмена по методике испарения воды в воздух с известными литературными данными.

Экспериментальные исследования гидродинамики в слое насадки с заглушенным устройством для организации циклов показали соответствие с известными литературными данными зависимости гидравлического сопротивления слоя насадки от фиктивной скорости газа при различных значениях плотности орошения. Скорость захлебывания достаточно близка к рассчитываемой по известным уравнениям [7].

По результатам психрометрических измерений влагосодержания воздуха на входе и выходе колонны были рассчитаны коэффициенты массоотдачи при испарении воды в газовую фазу. Для подтверждения воспроизводимости результатов проведено несколько серий экспериментов в одинаковых условиях. Для повышения точности измерений в ряде случаев проводились опыты с предварительно подогретым в калорифере воздухом. Полученные в результате эксперимента и рассчитанные по приведенным в литературе [8] формулам коэффициенты массоотдачи достаточно близки по значениям.

Подтверждено, что во время наступления режима эмульгирования коэффициент массоотдачи существенно увеличивается во всем исследованном диапазоне расходов жидкости.

2). Проведены испытания нескольких вариантов разработанного устройства, позволившие определить условия его срабатывания и установить показатели работы в зависимости от особенностей конструкции, массы подвижного элемента, проходного сечения газового канала.

При экспериментальном исследовании была выявлена прямая пропорциональность давления срабатывания от массы исполнительного механизма, а также обратная пропорциональность от сечения проходного канала устройства. Тем не менее, экспериментальные значения давлений срабатывания отличаются от предварительно рассчитанных, что можно объяснить влиянием внутренних элементов устройства, которые влияют на характер работы.

Проведенные исследования подтверждают работоспособность предложенного устройства, которое обеспечит работу в циклическом режиме «подвисяние – эмульгирование», что позволит достичь высокой эффективности работы слоя насадки.

В ближайшее время намечен этап исследований, связанный с изучением совместной работы разработанного устройства и насадочного слоя, выявлением границ гидродинамических режимов работы насадочного слоя с установленным устройством.

Литература

1. Карпачева, С.М. Пульсационная аппаратура в химической технологии / С. М. Карпачева, Б.Е. Рябчиков. – М.: Химия, 1983. – 224 с.
2. M.A. Ayude, O.M. Martínez, M.C. Cassanello Modulation of liquid holdup along a trickle bed reactor with periodic operation // *Chemical Engineering Science*, 2007, vol. 62, N21, pp. 6002 – 6014.
3. Schrodt V.N. Unsteady-State Processing // *Ind. Eng. Chem.*, 1967, vol.59, № 6, p.60.
4. McDaniel, R. Use of the results of field tests in the modeling of packed distillation columns and packed absorbers–III / R.McDaniel, A.A. Bassioni, C.D. Holland // *Chemical Engineering Science*, 1970, Vol. 25, № 4, pp 633 – 651.
5. McDaniel, R. Modeling of packed absorbers at unsteady state operation –IV / R.McDaniel, C.D. Holland // *Chemical Engineering Science*, 1970, Vol25, № 8, pp. 1283–1296.

6. Karacan, S. The steady-state and dynamic analysis of packed distillation column based on partial differential approach / S.Karacan, Y.Cabbar, M.Alpbaz, H.Napoglu // Chemical Engineering and Processing, 1998, Vol 37, № 5, Sept, pp. 379–388.

7. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / М.: Альянс, 2005. – 753 с.

8. Рамм, В.М. Абсорбция газов / М.: Химия, 1976. – 656 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОЦИКЛОНОВ-ФЛОТАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛОСодержАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Д.Е. Суханов

*Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексева, г. Дзержинск,
mahp@dfngtu.nnov.ru*

Гидроциклоны, вследствие своих эксплуатационных преимуществ (высокая пропускная способность, простота конструкции, надежность), нашли широкое применение в технологии очистки сточных вод от мелкодисперсных взвесей.

При эксплуатации гидроциклона в режиме «свободной» разгрузки, когда выходные трубопроводы непосредственно соединены с атмосферой, осевая зона заполняется атмосферным воздухом, приобретая вид так называемого «воздушного столба». Если сливной патрубком гидроциклона присоединяется к соосному выходному трубопроводу (рисунок 1, а), то воздушный столб сохраняет устойчивость на значительной его длине, разрушаясь лишь при существенном снижении закрутки потока. Если же гидроциклон снабжен выходной улиточной камерой (рисунок 1, б), то в ней воздушный столб сразу теряет устойчивость и интенсивно диспергируется с образованием вихревого барботажного слоя с однородной пузырьковой структурой и высокоразвитой межфазной поверхностью.

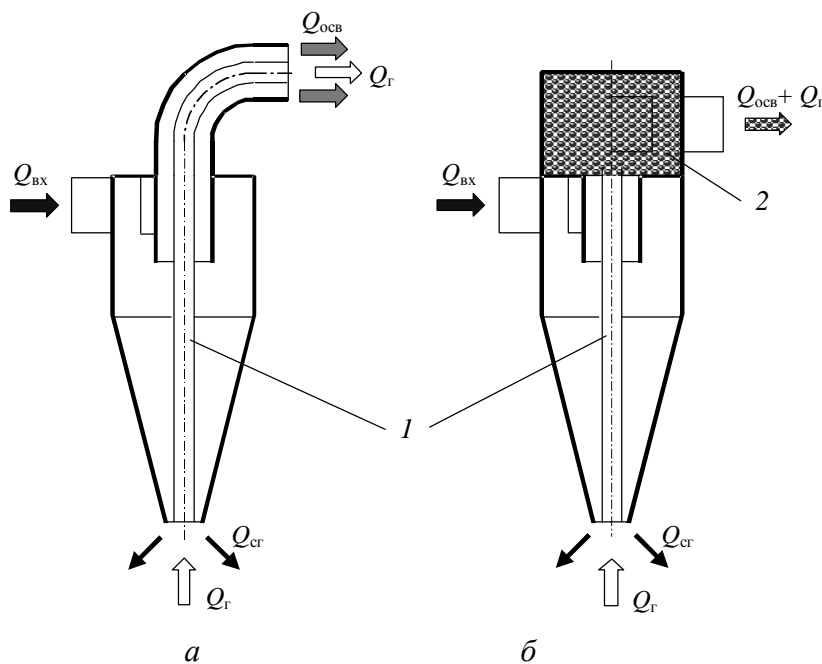


Рисунок 1 – Схемы переноса газа в гидроциклоне с соосным выходным трубопроводом (а) и с цилиндрической сливной камерой (б):

1 – воздушный столб, 2 – барботажный слой

Статистический анализ опытных данных показал, что газосодержание барботажного слоя близко по величине к относительному расходу газа в воздушном столбе. При этом удельная межфазная поверхность, вычисленная по среднему размеру пузырей, составляет $(2\div 4) \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{м}^3$, что на порядок превышает значения, достигаемые при гравитационном барботаже.

С учетом этого можно заключить, что барботажный эффект в аэрационной камере может быть успешно использован для проведения в гидроциклонах сопутствующих газожидкостных процессов (таких, например, как флотация, абсорбция, окислительные реакции, контактный теплообмен и др.). Отдельно следует отметить, что для образования межфазной поверхности в этом случае не требуется приложения энергии извне, так как используется собственная энергия закрученного потока.

В результате проведенных исследований были разработаны опытно-промышленные конструкции гидроциклонов-флотаторов (рисунок 2), защищенные свидетельствами на полезную модель и методики их инженерного расчета.

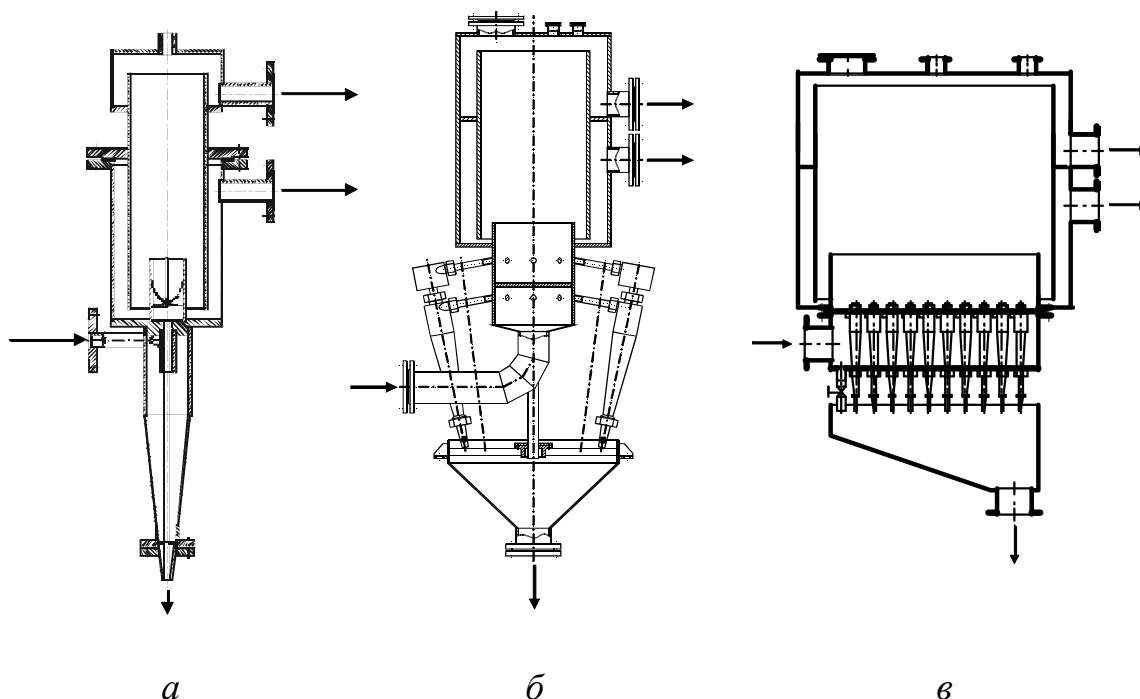


Рисунок 2 – Гидроциклоны-флотаторы одиночного исполнения (а), с индивидуальной (б) и блочной обвязкой (в) модулей

Опыты по разделению водомасляной эмульсии и трехкомпонентной системы «вода-моторное масло-кварцевый песок» в гидроциклоне-флотаторе показали, что во всем исследованном интервале концентраций и входных давлений гидроциклон-флотатор обеспечивает более высокую эффективность улавливания твердой фазы, чем обычный гидроциклон. Так, максимальное относительное снижение уноса составило по твердой фазе 40,3 %, по маслу 50,2 %.

Кроме того, были проведены постановочные эксперименты по исследованию возможности проведения массообменных процессов в барботажной камере. Работы в этом направлении требуют дополнительных исследований и представляются весьма перспективными.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ СЕРИЙНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОЦИКЛОНОВ ИЗ ПЛАСТМАСС

В.А. Диков, А.И. Пронин

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск,
e-mail: mahp@dfngtu.nnov.ru

В последние годы в процессах разделения жидких неоднородных систем успешно внедряются гидроциклоны [1–3]. Широкое промышленное применение этих аппаратов обуславливается их компактностью, удобством компоновки в действующих установках, высокой удельной производительностью и надежностью. Вместе с тем гидроциклоны, выпускаемые отечественными машиностроительными предприятиями в основном в металлическом исполнении, отличаются невысоким коэффициентом использования материала, нетехнологичны в изготовлении, что существенно ограничивает возможности их серийного выпуска и организации централизованных поставок на предприятия химической и смежных отраслей промышленности. Для решения проблемы серийного производства гидроциклонов Дзержинским политехническим институтом Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева разработан типоразмерный ряд высокоэффективных и технологичных гидроциклонов из пластмасс [4].

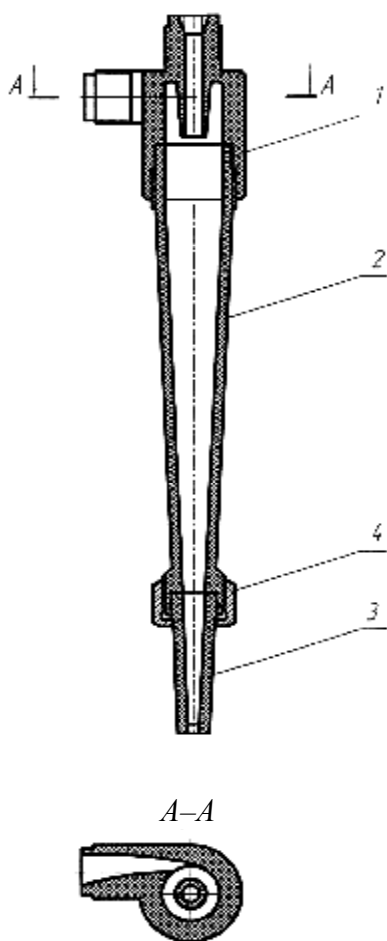


Рисунок 1 – Гидроциклон пластмассовый

Разработанный ряд включает гидроциклоны семи типоразмеров: ТВП-25, ТВП-32, ТВП-40, ТВП-50, ТВП-63, ТВП-80 и ТВП-100 (цифры соответствуют внутреннему диаметру корпуса в мм, технические характеристики приведены в [4]). Гидроциклоны изготавливаются литьем под давлением из высокопрочных и коррозионно-стойких термопластов (полиамид, полистирол, поликарбонат и др.).

Конструкция пластмассового гидроциклона показана на рисунке 1. Гидроциклон состоит из корпуса 1, выполненного заодно с входным и сливным патрубками, конуса 2 и пескового насадка 3, присоединяемого к конусу с помощью металлической накидной гайки 4.

С целью организации серийного изготовления гидроциклонов из пластмасс для каждой из вышеназванных деталей, а именно корпуса, конуса и пескового насадка всех вышеуказанных типоразмеров гидроциклонов были разработаны литьевые формы (рисунок 2).

Литьевая форма для изготовления корпусов (рисунок 2, а) состоит из подвижной 2 и неподвижной 1 полуматриц, пуансона 3, знаков 4 и 5, литниковой втулки 6 и выталкивающего устройства 7. В состав литьевой формы также входят резьбовые вставки 9, 10, плиты 11, 12, 13, фланцы 14, 15, штифт 16, втулка 17, колонка 18 и винты 19 и 20. Для обеспечения быстрого отверждения изделия в теле полуматриц выполнены каналы 8 для подачи охлаждающей воды. Литьевая форма имеет одну плоскость разъема. Во избежание значительного усложнения конструкции работа литьевой формы осуществляется полуавтоматически с ручной установкой знака 5.

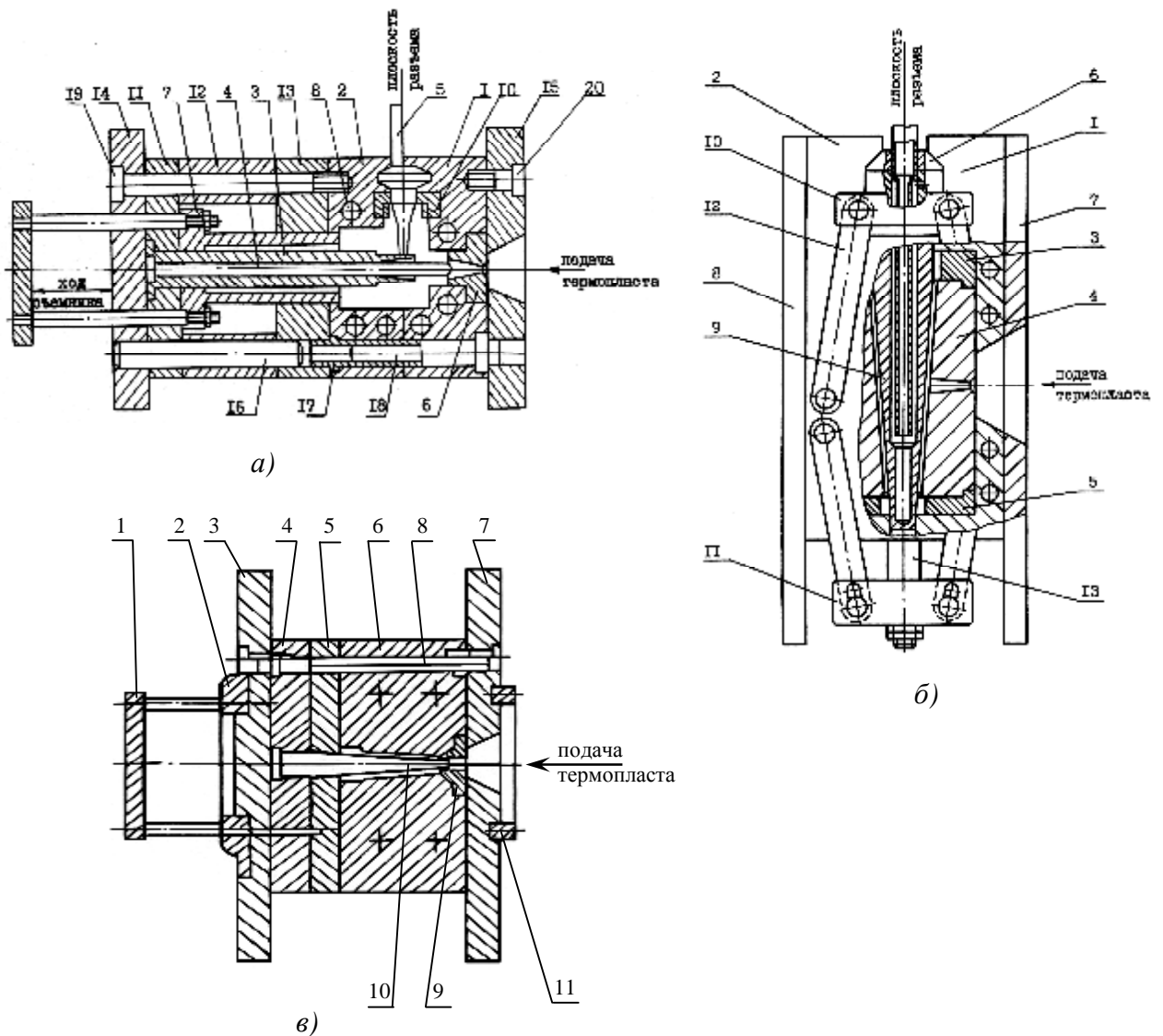


Рисунок 2 – Литьевые формы для изготовления деталей гидроциклона:
а – корпуса; *б* – конуса; *в* – пескового насадка

Литьевая форма для изготовления конусов всех типоразмеров (рисунок 2, *б*) содержит неподвижную 1 и подвижную 2 обоймы, к которым крепятся секции матриц 3, 4, 5, неподвижный 7 и подвижный 8 фланцы, пуансон 9, съемник 10, рычаги 12 и тяги 13. Для обеспечения быстрого и равномерного затвердевания изделия в конструкции формы предусмотрено дополнительное охлаждение пуансона. В данной конструкции из-за большой длины изделия ось литевой формы располагается поперек оси литевой машины, плоскость разреза – вдоль конуса, а раскрытие матрицы осуществляется при помощи рычажной системы. Работает литевая форма в автоматическом режиме.

Для изготовления песковых насадков были созданы две литевые формы (рисунок 2, *в*) – для гидроциклонов ГЦП-25 и ГЦП-63. Литевая форма состоит из матрицы 6, пуансона 10, пуансонодержателя 4, подвижного 3 и неподвижного 7 фланцев и плиты съема 5. Матрица снабжена системой водяного охлаждения. Литевая форма имеет одну плоскость разреза и работает в автоматическом режиме.

Песковые насадки гидроциклонов ТВП-32, ТВП-40 и ТВП-50 изготавливают из насадка для ТВП-25 дополнительным рассверливанием до требуемого диаметра и обрезкой по длине, а песковые насадки гидроциклонов ТВП-80 и ТВП-100 – соответствующей доработкой насадка для ТВП-63.

Основные параметры литевых форм для изготовления корпусов, конусов и песковых насадок приведены в таблице.

Таблица 1 – Основные параметры литевых форм

Изделие	Типоразмер гидроциклона	Объем отливки, см ³	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Корпус	ГЦП-25	70	315×210×320	150
	ГЦП-32	160	315×270×320	150
	ГЦП-40	240	380×340×330	168
	ГЦП-50	280	465×350×340	265
	ГЦП-63	485	465×350×340	265
	ГЦП-80	605	495×350×340	280
	ГЦП-100	1000	495×360×350	350
Конус	ГЦП-25	90	390×270×600	300
	ГЦП-32	130	420×270×670	360
	ГЦП-40	205	460×270×780	450
	ГЦП-50	300	460×270×880	550
	ГЦП-63	330	460×300×780	450
	ГЦП-80	525	490×300×910	560
	ГЦП-100	700	490×380×1055	940
Песковой насадок	ГЦП-25	15	280×200×320	75
	ГЦП-63	40	290×310×170	75

Созданные литевые формы прошли успешные испытания при изготовлении опытных партий пластмассовых гидроциклонов. В качестве конструкционного материала использовали литевую полиамид ПА-6, обладающий высокой стойкостью против гидроабразивного изнашивания и воздействия агрессивных сред.

Сравнение результатов стендовых и промышленных испытаний пластмассовых и металлических гидроциклонов показало, что первые обеспечивают более высокую эффективность разделения благодаря усовершенствованной форме проточной части и улучшенному качеству внутренней поверхности. Опыт промышленной эксплуатации пластмассовых гидроциклонов подтвердил их высокие эксплуатационные качества: высокую эффективность, износостойкость, удобство в обслуживании.

Наряду с улучшением эксплуатационных параметров изделий использование созданной технологической оснастки позволяет получить значительную экономию конструкционных материалов, снизить трудоемкость изготовления гидроциклонов и улучшить качество поверхности их проточной части. Так, масса пластмассового гидроциклона любого типоразмера в 9–12 раз меньше, а коэффициент использования конструкционного материала в 3 раза больше, чем такого же гидроциклона, изготовленного из стали. В условиях серийного выпуска трудоемкость изготовления пластмассовых гидроциклонов на порядок ниже, чем металлических. Совокупность указанных преимуществ обеспечивает снижение стоимости гидроциклонов в 3–4 раза и, таким образом, существенно снижает общую стоимость создаваемых на их базе промышленных установок.

Успешное внедрение пластмассовых гидроциклонов и батарейных гидроциклонов на их основе в системах очистки оборотных и сточных вод ряда химических производств [2, 3], в производствах картофельного крахмала и др. послужило основанием для начала их серийного выпуска и организации централизованных поставок для предприятий химической, пищевой, горнорудной и смежных отраслей промышленности, а также

для оснащения локальных систем очистки оборотных и сточных вод станций моек автомобилей, автогаражных хозяйств и т.п.

Литература

1. Терновский, И.Г., Кутепов, А.М. Гидроциклонирование. – М.: Наука, 1994. – 350 с.
2. Кутепов, А.М., Баранов, Д.А., Лагуткин, М.Г., Пронин, А.И., Иванов, А.А., Кудрявцев, Н.А., Диков, В.А. Опыт создания и применения гидроциклонов в процессах химической технологии // Химическая технология, 2000, № 1, с. 28 – 37.
3. Пронин, А.И., Диков, В.А., Балахнин, И.А., Баранов, Д.А., Лагуткин, М.Г., Хакимов, М.Ф., Яруллин, Р.Н. Опыт и возможности применения гидроциклонов для разделения волокнистых суспензий // Вода, химия, экология, 2008, № 5, с. 10 – 17.
4. Баранов, Д.А., Пронин, А.И., Диков, В.А., Иванов, А.А., Балахнин, И.А., Лагуткин, М.Г. Гидроциклоны для химических производств и установок очистки оборотных и сточных вод // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2007, № 7, с. 20 – 22.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ КОНВЕКТИВНЫМ СПОСОБОМ

Я.Б. Сенькив, В.А. Сошилов, В.О. Буравлев, И.А. Лебедев

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, e-mail: htie@mail.ru*

Для удаления влаги из материалов в промышленности используются различные виды сушки, такие как конвективная, контактная, топочными газами, радиационная (инфракрасная), диэлектрическая, сублимационная и другие.

В современной промышленности при высушивании различных материалов достаточно часто применяют конвективный способ сушки. Он остается одним из самых востребованных за счет высокой эффективности, невысокой стоимости, простоты и изученности процесса. Сушка происходит в газообразной среде (воздух, топочные газы, перегретый пар), которая путем конвекции передает теплоту древесине. Для нагревания и циркуляции сушильного агента камеры снабжают нагревательными и циркуляционными устройствами. Избыток влаги начинает испаряться с поверхности. Процесс продолжается до тех пор, пока уровень влажности материала не достигнет требуемого. Данный способ обеспечивает высокое качество высушиваемых материалов, надежность и простоту обслуживания установок. При этом имеется возможность удерживать температуру материала на выходе из сушилки, что немаловажно для технологического процесса производства продукции. [1].

На кафедре химической техники и инженерной экологии с 2002 года проводятся исследования в области разработки технологии очистки воды высокоэффективными сорбентами на основе природных минеральных материалов, а именно базальтовых волокон и бентонитовых глин [2,3]. Технология получения конечного продукта (сорбента) предусматривает стадию сушки. В зависимости от модификации сорбента допускается нагрев от 100 °С до 200 °С, для исключения снижения сорбционных свойств от температурного воздействия.

Целью данной работы является определение режимов сушки сорбента из базальтового волокна и бентонитовой глины при различной температуре сушильного агента в конвективной сушилке.

Для достижения поставленной цели были проведены эксперименты по высушиванию сорбента при различной температуре сушильного агента, в частности изучено

изменение убыли влаги материала W во времени. Масса сорбента составляла $G_c = 20$ г, температура сушильного агента $t = 100$ °С, 115 °С, 130 °С.

Опыт проводился на лабораторной установке (рисунок 1), которая изготовлена на основе конструкции [4]. Воздух циркулировал в сушильной камере 1 за счет воздуходувки 3 и нагревался, проходя через калорифер 4 до заданной температуры. В ходе процесса сушки удаление влаги из материала фиксировалось весами 2. Температура на входе и выходе из сушилки замерялась датчиками температуры 5.

По полученным данным, были построены графики зависимости изменения убыли влаги материала W от времени сушки τ при заданной температуре. Как видно из рисунка 2, минимальное время сушки сорбента $\tau = 35$ минут, как и следовало ожидать, было получено при максимальной температуре сушильного агента 130 °С. При температуре сушильного агента 100 °С и 115 °С, оптимальное время сушки сорбента составляет приблизительно 40 мин, после которых дальнейшее высушивание не рационально, так как влагосодержание материала не изменяется.

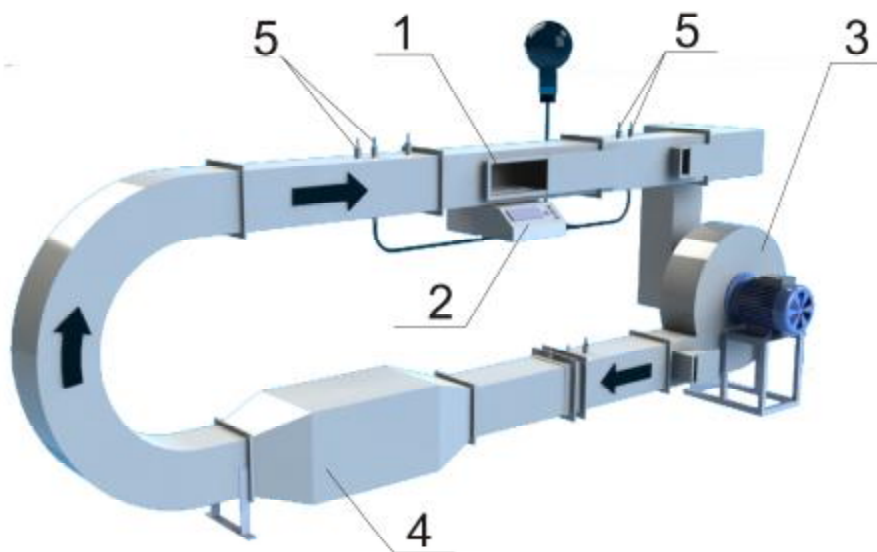
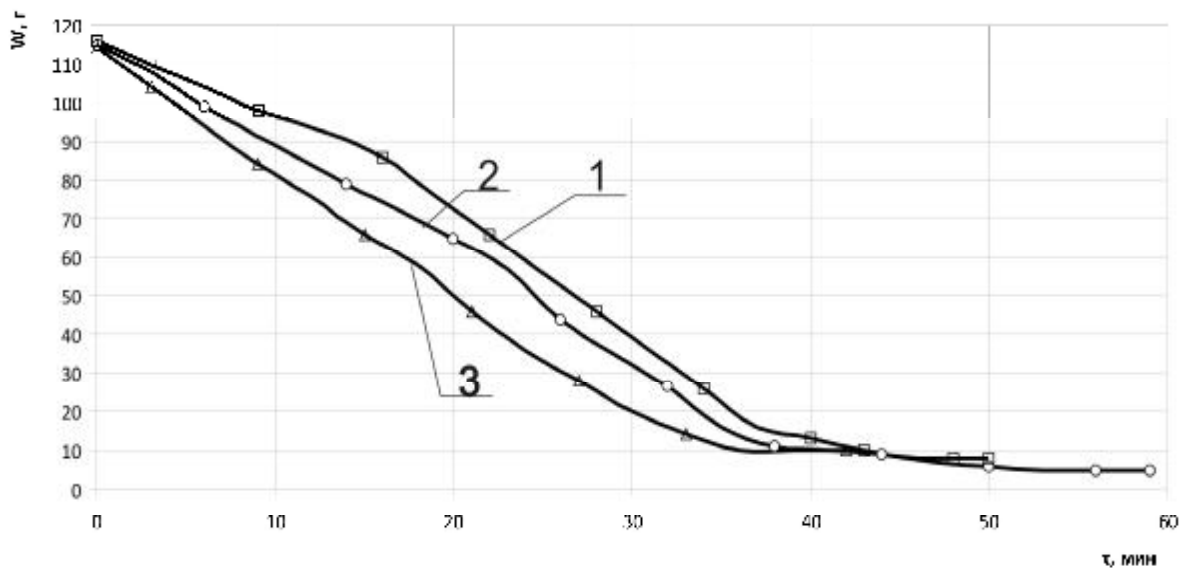


Рисунок 1 – Установка конвективной сушки: 1 – сушильная камера; 2 – контрольные весы; 3 – воздуходувка; 4 – калорифер; 5 – датчики температуры



Температура t в сушильной камере, °С: 1 - 100; 2 - 115; 3 - 130

Рисунок 2 – Зависимость убыли влаги W от времени сушки τ при заданной температуре

На рисунке 3 представлена зависимость скорости сушки V^{-1} от убыли влаги W . На всех кривых наблюдаются три характерные стадии процесса сушки. Первая, как правило, соответствует увеличению интенсивности испарения влаги, что можно объяснить прогревом материала. На второй стадии наблюдается практически постоянная скорость сушки, ей соответствуют, в основном, горизонтальные участки на зависимостях. В этот период происходит интенсивное поверхностное испарение свободной влаги. Третья стадия соответствует падающей скорости сушки и определяется скоростью внутренней диффузии влаги из глубины материала к его поверхности. Как видно из графика, максимальная скорость сушки сорбента при удалении свободной влаги составляет 17 мин^{-1} при температуре сушильного агента $130 \text{ }^\circ\text{C}$.

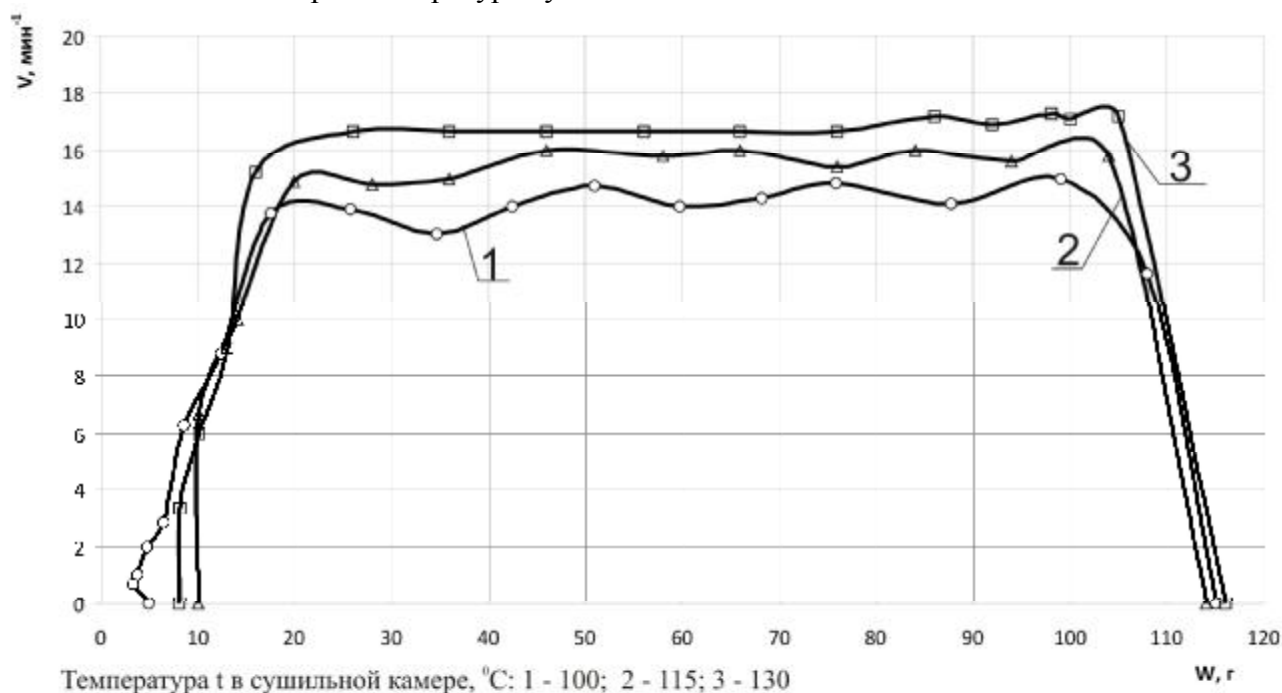


Рисунок 3 - Зависимость скорости сушки V от убыли влаги W

Таким образом, основываясь на полученных результатах можно произвести подбор оптимального времени сушки сорбента конвективным способом в зависимости от заданных температурных ограничений.

Литература

1. Личко, Н.М. Технология переработки растениеводческой продукции [Текст] / М.: Личко Н.М. – 2008. – 583 с.
2. Лебедев, И.В. Разработка технологии фильтровально-сорбционной очистки воды от нефтепродуктов, взвешенных частей и ионов железа с применением минеральных базальтовых волокон: автореф. дис... канд. техн. наук [Текст] / И.А. Лебедев. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2007. – 20 с.
3. Кондратюк, Е.В. Совершенствование методов водоподготовки и очистки загрязненных вод на предприятиях машиностроения и теплоэнергетики с использованием модифицированных природных материалов: автореф. дис. канд. техн. наук [Текст] / Е.В. Кондратюк. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2008. – 20 с.
4. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования [Текст]: справочник. Т. 2. Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 1028 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУПЕРАЦИИ БУТАНОЛЬНО-ТОЛУОЛЬНОЙ СМЕСИ

М.Н. Клейменова, Л.Ф. Комарова, Ю.С. Лазуткина

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, e-mail: marnica@list.ru*

В производствах основного органического синтеза применяются многие известные методы разделения сложных промышленных смесей на чистые компоненты или фракции, имеющие товарную ценность. Это обусловлено постоянным расширением номенклатуры продуктов производства, широким диапазоном свойств синтезируемых веществ и повышением требований к их чистоте. Одним из основных способов разделения многокомпонентных жидких смесей является ректификация, так как данный процесс отвечает специфике рассматриваемой отрасли промышленности. Однако ректификация является очень энергоемким процессом. При увеличении количества компонентов в смесях возрастает и число вариантов их разделения, отличающихся энергозатратами, а проблема разработка наиболее экономичной технологии становится крайне актуальной.

Целью наших исследований является создание малоотходной технологии разделения смеси растворителей, образующейся в производстве кремнийорганических эмалей.

Лакокрасочные материалы широко используются в народном хозяйстве. На одном из предприятий Алтайского края существует технологическая линия по производству кремнийорганических эмалей, которая основана на синтезе Гриньяра, для которого используют тройную смесь, состоящую из тетраэтоксисилана, хлорбензола, бромэтила. Раствор фенилэтоксисиланов в смеси этанола и бутанола подвергается гидролизу в среде соляной кислоты. В процессе гидролиза происходит частичная этерификация фенилэтоксисиланов бутиловым спиртом и частичная конденсация продуктов переэтерификации за счет молекулярного отщепления воды.

Таким образом, при производстве кремнийорганических эмалей, на стадии отгонки растворителя в виде отходов образуется смесь следующих продуктов: этанол, вода, бутанол, толуол и хлорбензол, получившая в производстве наименование БСТ (таблица 1). В настоящее время на предприятии эти отходы подвергаются термической деструкции, что сопровождается с одной стороны, потерями непрореагировавшего сырья, целевого и побочных компонентов, с другой - вносится дополнительный вклад в загрязнение окружающей среды.

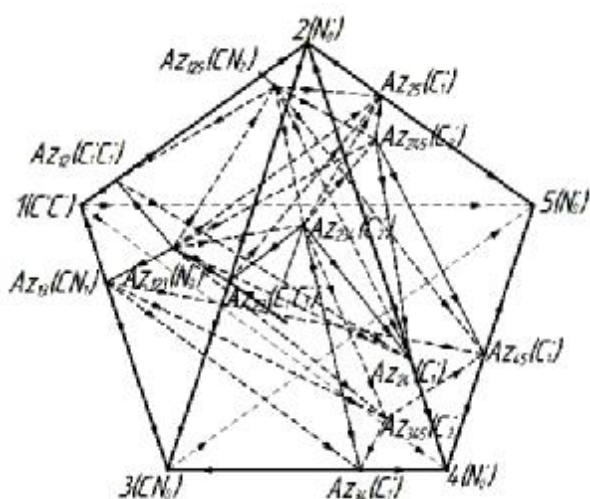
Таблица 1 – Усредненный состав БСТ

Компонент смеси	Концентрация, масс. %
Этанол (1)	72,4
Бутанол (4)	9,7
Толуол (3)	6,8
Хлорбензол (5)	4,5
Вода (2)	6,6

В исследуемой системе имеется 10 бинарных, 10 тройных и 5 четверных составляющих, в том числе возможно наличие азеотропов, которые могут существенно усложнить процесс разделения смеси на индивидуальные компоненты. Анализ литературных данных подтвердил наличие в исходной пятикомпонентной системе 7 бинарных (этанол-толуол, этанол-вода, бутанол-толуол, бутанол-хлорбензол, бутанол-вода, толуол-вода, хлорбензол-вода) и 5 тройных (бутанол-толуол-вода, вода-этанол-хлорбензол, этанол-вода-толуол, толуол - бутанол - хлорбензол, вода - бутанол - хлорбензол) азеотропов [1, 2].

Синтез технологической схемы разделения многокомпонентной азеотропной системы – сложная многоуровневая задача. Первым этапом ее решения является метод термодинамико-топологического анализа (ТТА) структур диаграмм фазового равновесия, основы которого разработаны в научной школе Л.А. Серафимова и В.Т. Жарова [3]. ТТА базируется на теоремах о локальных и нелокальных закономерностях структур диаграмм фазового равновесия, то есть включает в себя закономерности соотношения неподвижных стационарных точек векторных полей нод и особых точек скалярных полей, обусловленных физико-химическими свойствами разделяемой смеси, что позволяет обратиться к построению геометрического образа смеси.

Изучаемый симплекс представляет собой пентатоп, изображенный на рисунке 1. Многомерность концентрационного симплекса не позволяет строго зафиксировать положение фигуративной точки состава исходной смеси, но дает возможность определить начальные и конечные точки пучка дистилляционных линий. Концентрационная диаграмма изучаемого симплекса содержит 17 особых точек: один неустойчивый узел (N_2^-) – Az_{123} ; три устойчивых узла (N_0^+) – компоненты 2, 4, 5; семь неустойчивых седел (C_2^-, C_1^-, C_0^-) – $Az_{125}, Az_{13}, Az_{24}, Az_{25}, Az_{34}, Az_{45}$, компонент 3; шесть устойчивых седел (C_2^+, C_1^+, C_0^+) – $Az_{245}, Az_{345}, Az_{234}, Az_{12}, Az_{23}$ и компонент 1 [4].



Az – азеотроп, N, C – особые точки диаграммы, отвечающие соответственно узлам и седлам

Рисунок 1 – Структура фазовой диаграммы исходной смеси БСТ (в скобках указан тип особой точки)

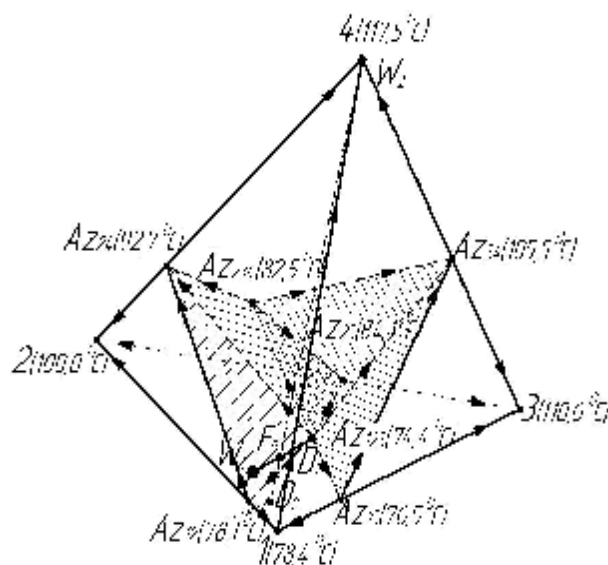


Рисунок 2 – Фазовая диаграмма смеси 1(этанол) – 2(вода) – 3(толуол) – 4(бутанол)

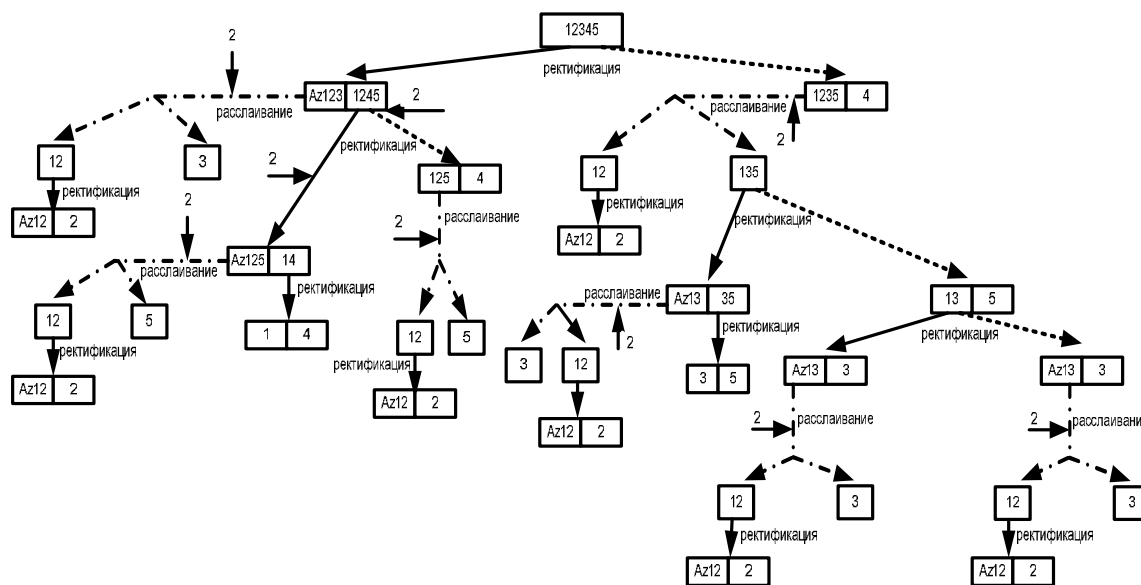
Зафиксировать положение точки исходного состава можно понижением размерности симплекса, рассмотрев входящий в состав пентатопа один из тетраэдров, например, этанол-вода-толуол-бутанол (рисунок 2). В указанной системе имеются десять особых точек: четыре вершины, соответствующие чистым компонентам, пять бинарных и два тройных азеотропа. Азеотропы $Az_{12}, Az_{13}, Az_{234}, Az_{23}, Az_{24}, Az_{34}$ и вершина 1 соответствуют седлам. Вершины 2, 3 и 4 – устойчивые узлы (N_0^+), азеотроп Az_{123} – неустойчивый узел (N_0^-). Такое сочетание особых точек приводит к образованию трех областей дистилляции и двенадцати областей ректификации.

Точка исходного состава F_0 принадлежит к области ректификации $Az_{123}Az_{12}Az_{24}4$, в которой может быть реализована следующая последовательность разгонки смеси на индивидуальные компоненты.

По первому заданному разделению в дистиллат D_1 выделяется целевой компонент – Az_{123} . При этом в качестве кубового продукта W_1 получаем смесь 124. Второе

заданное разделение смеси F_0 позволяет отделить 4 (бутанол) в куб W_2 , в дистиллате D_2 будет находиться смесь 123. Аналогично можно рассмотреть и другие составляющие тетраэдры пятикомпонентной смеси.

Таким образом, чередуя первое и второе заданные разделения, и учитывая гетерогенность тройных составляющих изучаемой смеси, могут быть получены в качестве продуктов необходимые компоненты, что и отражено в синтезированных нами потоковых графах разделения БСТ (рисунок 3), которые используются для синтеза принципиальной технологической схемы разделения (ПТСР) изучаемой смеси [5].



—> ректификация (первое заданное разделение),
 - - -> ректификация (второе заданное разделение),
 - · - ·> расщепление

Рисунок 3 – Поточные графы возможных вариантов разделения БСТ

Для разработки малоотходной технологии целесообразно установить точный состав и закономерности распределения компонентов по фракциям в процессе ректификации. Это возможно сделать с помощью ректификационного анализа, когда исходная смесь подвергается разгонке на колонне периодического действия с анализом распределения компонентов по фракциям.

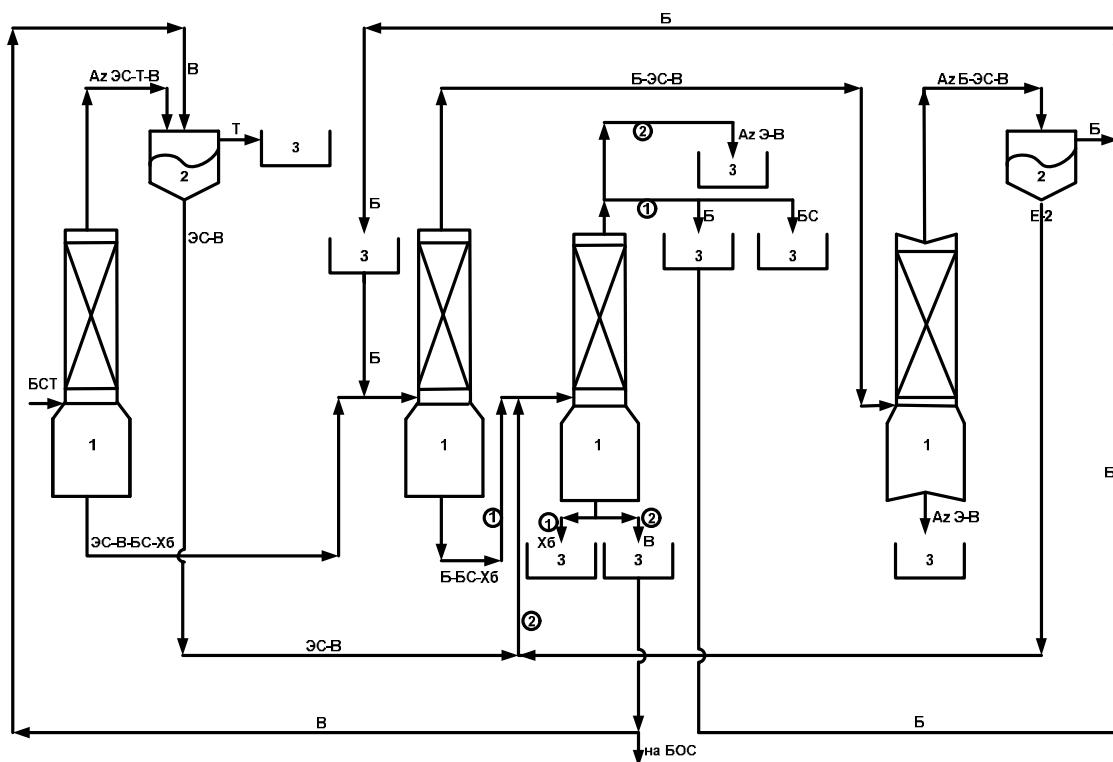
Разгонка БСТ осуществлялась на лабораторной ректификационной колонне с высотой ректифицирующей части 1100 мм, диаметром 20 мм с насадкой в виде стеклянных колец эффективностью 30 теоретических тарелок по смеси бензол-дихлорэтан. Колонна выводилась на режим при атмосферном давлении, отбор фракций производился с флегмовым числом $R=10$.

Аналитический контроль органической части осуществляли на хроматографе «Хроматон ГХ-1000» с пламенно-ионизационным детектором (ПИД). В качестве неподвижной фазы был выбран CHROMATON N-AW с добавкой 15 % по весу FFAP, газ-носитель – водород со скоростью $30 \text{ м}^3/\text{с}$. Температуру в колонке изменяли от $70 \text{ }^\circ\text{C}$ до $130 \text{ }^\circ\text{C}$. Содержание воды во фракциях титровали с помощью реактива Фишера по ГОСТ 14870-77. Материальный баланс разгонки по ИТК смеси БСТ представлен в таблице 2.

На основе ТТА структур диаграмм исходной смеси и ряда ее составляющих, а также гетерогенных свойств системы, проведен синтез возможных вариантов принципиальных технологических схем разделения (ПТСР) бутанольно-толуольной смеси, из которых с учетом технологических условий, термодинамических и экологических ограничений предложена следующая принципиальная схема разделения исходной смеси, изображенная на рисунке 4.

Таблица 2 – Условия и материальный баланс разгонки по истинным температурам кипения смеси БСТ

Номер фракции	Температура кипения, °С	Количество отобранных фракций		Наименование вещества в отобранной фракции	Примечание
		г	% масс.		
1	74,4	19,10	9,55	Этанол-вода-толуол	Гетерогенный азеотроп
-	74,4-76,5	10,08	5,04	Этанол-толуол-вода	-
2	76,5	10,81	5,41	Этанол-толуол	Азеотроп
-	76,5-77,3	4,87	2,44	Этанол-толуол-хлорбензол-вода	-
3	77,3	24,51	12,26	Этанол-вода-хлорбензол	Гетерогенный азеотроп
-	77,3-78,0	7,42	3,70	Этанол-вода-хлорбензол	-
4	78,0-78,5	89,61	44,80	Этанол-вода	-
Куб	117,5	26,40	13,20	Бутанол	-
Потери	-	7,20	3,60	-	-



1 – ректификационная колонна периодического действия, 2 – расслаиватель, 3 – сборник, ЭС – этанол, В – вода, Т – толуол, БС – бутанол, Хб – хлорбензол, Б – бензол

Рисунок 4 – Принципиальная технологическая схема разделения смеси БСТ

На первой колонне периодического действия при атмосферном давлении реализуется первое заданное разделение, в дистиллат выделяется тройной азеотроп (масс.%): этанол – 37, вода – 12, толуол – 51. В кубовом продукте будет содержаться смесь этанол-вода-бутанол-хлорбензол. Дистиллат далее направляется в первый расщепитель. При добавлении дополнительного количества воды (343 кг на 1 т смеси этанол-вода-толуол) происходит разделение на два слоя: верхний – органический (толуол), который возвращается в производство, и нижний – водно-этанольный.

Кубовый остаток первой колонны далее направляется на вторую колонну, где в присутствии азеотропной добавки – бензола [1] в дистиллат выделяются три азеотропа с близкими температурами кипения: ЭС-В-Б ($t_{\text{кип}}=64,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), ЭС-Б ($t_{\text{кип}}=67,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), В-Б ($t_{\text{кип}}=69,3\text{ }^{\circ}\text{C}$). Кубовый продукт второй колонны представляет собой смесь компонентов (масс. %): бутанол – 56; хлорбензол – 26; бензол – 18, которая после накопления за 10 разгонок направляется на третью колонну. Здесь последовательно выделяются остатки бензола при температуре $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ и бутанол ($117\text{ }^{\circ}\text{C}$), возвращаемый в производство. В кубе остается хлорбензол ($132\text{ }^{\circ}\text{C}$), который также направляется в основной технологический цикл.

Разделение тройной смеси бензол-этанол-вода, выделенной в дистиллате второй колонны, усложнено, поскольку данная фракция обогащена этанолом, который является гомогенизатором. Однако снижение давления позволяет увеличить разность в температурах кипения азеотропов и сместить состав тройного азеотропа Э-В-Б в сторону увеличения в нем бензола. Это разделение осуществляется на четвертой колонне, работающей под вакуумом (100 мм рт. ст.). В дистиллат отгоняется гетерогенный азеотроп Э-В-Б, который затем расщепляется на бензол и водно-этанольный слой. Выделяемый бензол возвращается на стадию отгонки этанола и воды. кубовый остаток представляет собой спирт-ректификат, который используется на технологические нужды предприятия.

Водные слои из расщепителей совместно направляются на третью колонну для отделения избыточного количества воды в качестве кубового продукта. Эта вода частично расходуется в первом фазоразделителе, а частично сбрасывается на биологические очистные сооружения (БОС) и предприятия. Дистиллат в данном случае представляет собой спирт-ректификат, который используется на технологические нужды.

С экологической и экономической точек зрения реализация рассматриваемой схемы является выгодной. Она позволяет одновременно выделить из бутанольно-толуольной смеси индивидуальные компоненты и вернуть их на стадию получения эмалей, уменьшить количество отходов производства лакокрасочных изделий, подвергающихся термической деструкции. Кроме того, внедрение предлагаемой технологии позволит получить дополнительный целевой продукт – спирт-ректификат и снизить нагрузку на окружающую среду.

Литература

1. Огородников, С.К. Азеотропные смеси [Текст]: справочник / С.К. Огородников, Т.М. Лестева, В.Б. Коган; под ред. В.Б. Когана. – Л.: Химия, 1971. – 848 с.
2. Аржанов, П. Г. Исследование процесса разделения смеси спиртов, ароматических углеводов и их производных в присутствии воды на примере промышленных отходов производства фенилсилоксановых смол [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.08 : защищена 17.05.1978 / Аржанов Петр Георгиевич. – Барнаул, 1978. – 148 с.
3. Жаров, В.Т. Физико-химические основы дистилляции и ректификации [Текст] / В.Т. Жаров, Л.А. Серафимов. – Л.: Химия, 1975. – 240 с.
4. Клейменова, М.Н. Исследования по созданию малоотходной технологии разделения смеси растворителей в производстве эмалей [Текст] / М.Н. Клейменова, Ю.С. Лазуткина, Л.Ф. Комарова // Известия ВУЗов «Химия и химические технологии». – 2009. – Т. 52. – № 5. – С. 90–93.
5. Кафаров, В.В. Принципы создания безотходных химических производств [Текст] / В.В. Кафаров. – М.: Химия, 1982. – 288 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН В ВОДООЧИСТКЕ

В.О. Буравлев, Я.Б. Сенькив, Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова

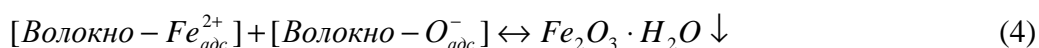
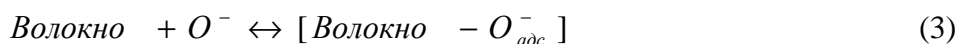
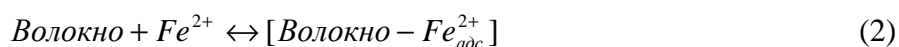
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул,
e-mail: htie@mail.ru

Сегодня все большее внимание уделяется проблемам ресурсосбережения на производстве. Практически любая отрасль промышленности не может обойтись без использования воды в технологическом процессе, а от ее чистоты напрямую зависит качество конечного продукта. Для небольших суточных расходов воды (от 1 до 25 м³) на предприятии возникает необходимость применения компактных высокоэффективных систем очистки воды. Для промышленного водоснабжения используются воды из поверхностных и подземных источников, последние обладают преимуществом в плане защищенности от воздействия антропогенных загрязнений (артезианские воды имеют более стабильный состав), но имеют повышенное содержание различных форм железа и марганца, а также карбонатов/гидрокарбонатов кальция и магния [1]. Влияние таких соединений на технологические процессы и оборудование крайне негативно, оно проявляется в виде карбонатных отложений кальция, магния и железа на теплообменной аппаратуре, зарастания проходов в трубах системы водоснабжения оксидами и гидроксидами железа и марганца.

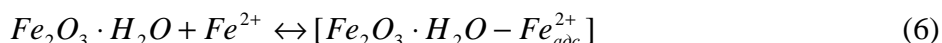
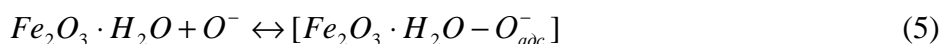
Наиболее эффективным способом удаления ионов марганца и железа из воды является ее аэрирование с целью десорбции растворенных газов (СО₂ и Н₂С) и насыщения кислородом воздуха, тем самым, повышая ее окислительно-восстановительный потенциал (Eh) [2]. После этого необходимо отфильтровать окислившиеся соединения железа и марганца. Другим распространенным сегодня способом является окисление ионов Fe²⁺ и Mn²⁺ растворенным в воде кислородом с помощью каталитически активных загрузок. В зависимости от конкретных условий выбирается тот или иной вариант (иногда их комбинация).

Наибольшее распространение из каталитических фильтрующих материалов на сегодняшний день получил Virm[®] (Clack Co., США). ИК-спектры данного материала свидетельствуют о схожести строения его каркаса с природными цеолитами (в частности сокирницкого месторождения), модифицированного оксидами марганца (IV), по-видимому, с помощью гранулирования. Основным недостатком данного типа зернистых материалов состоит в том, что во время эксплуатации происходит их интенсивное истирание. К тому же поверхность контакта ограничивается поверхностью зерен фильтрующего материала, которая условно имеет форму шара.

Большой перспективой сегодня обладают волокнистые сорбционные и каталитические материалы, с удельной контурной поверхностью более 60 м²/г. В частности для целей обезжелезивания воды был апробирован материал «Бентосорб» [3], который обладает сорбционно-ионообменными свойствами, за счет модификации поверхности базальтовых волокон активированными бентонитовыми глинами. Предположительно механизм очистки воды от ионов железа осуществляется одновременно с помощью катионного обмена и сорбции их на поверхности материала, с последующим окислением растворенным в воде кислородом:

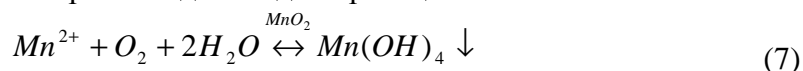


Адсорбция ионов железа и атомов кислорода на волокнах материала является начальным этапом каталитического окисления. Впоследствии роль адсорбента переходит к образовавшимся и осажденным оксидам Fe:

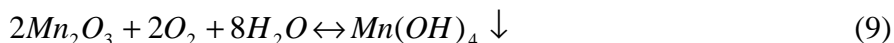
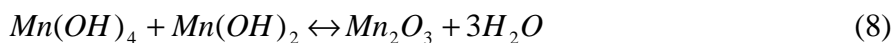


Ограничивающими параметрами данного процесса являются накопление осадка в фильтре и снижение рН воды за счет высвобождения ионов H^+ .

Аналогичный механизм происходит при окислении ионов марганца в воде с участием катализаторов (пленка MnO_2). Предположительно на поверхности материала сорбируются ионы марганца, которые окисляются кислородом, растворенным в воде, до Mn^{4+} за счет подвижности электронов в диоксиде марганца:



Постепенно на поверхности фильтрующего материала происходит осаждение $Mn(OH)_4$, который в свою очередь сорбирует ионы Mn^{2+} (которые находятся в воде в гидролизованном виде - $Mn(OH)_2$ или $MnO_2 \cdot H_2O$) и на его поверхности происходит их окисление:



Главными условиями для осуществления данных процессов являются: $pH > 8,5$ и наличие растворенного кислорода. Регенерацию фильтрующих загрузок от накопленных оксидов и гидроксидов металлов, осуществляют с помощью обратной промывки исходной водой. Поэтому наибольший интерес сегодня представляют комбинированные методы очистки воды от данных загрязнений, включающие в себя усиленную аэрацию и фильтрование на каталитических микрофильтрах.

Производство фильтровально-сорбционного материала «Бентосорб» осуществляется путем механосинтеза активированных бентонитовых глин и обработанных базальтовых волокон в водной среде.

Синтез каталитически активного материала происходит за счет осаждения гидроксидов марганца в щелочной среде на поверхности модифицированных базальтовых волокон, с последующим термическим закреплением в виде $MnO_2 \cdot nH_2O$. Особенностью процесса является использование вместо $KMnO_4$ – пероксида водорода, что обусловлено сегодняшней политикой государства в области продажи и использования перманганата калия в производстве [4]. Патентный поиск показал, что во всех разработках в данной области используется приведенный выше реагент [5, 6], что приводит к необходимости перехода на альтернативные пути синтеза таких катализаторов.

Свойства полученных образцов «Маргансорб» изучались с помощью ИК-спектроскопии (прибор ФСМ-1201). Полученные спектры характеризуются наличием пиков в области 2922 см^{-1} , что свидетельствует о наличии связанной воды, предположительно относящейся к соединению $MnO_2 \cdot nH_2O$. Спектры так же характеризуются большим количеством пиков в дальней области спектра, что говорит о наличии связей Me-O. На данный момент ведется детальная расшифровка спектров, но их схожесть с материалом $Birm^{\circledR}$ предполагает проявление похожих свойств.

Проведенные пробные испытания материала по очистке воды в динамических условиях изображены на рисунке 1, из которого видно, что эффективность очистки снижается после пропускания удельного объема 4 л на 1 г сорбента, что является приемлемым результатом относительно других каталитических материалов. Предположительно это связано как с химическими процессами растворения пленки гидроксидов марганца из-за снижения рН воды, так и за счет накопления загрязнений внутри загрузки.

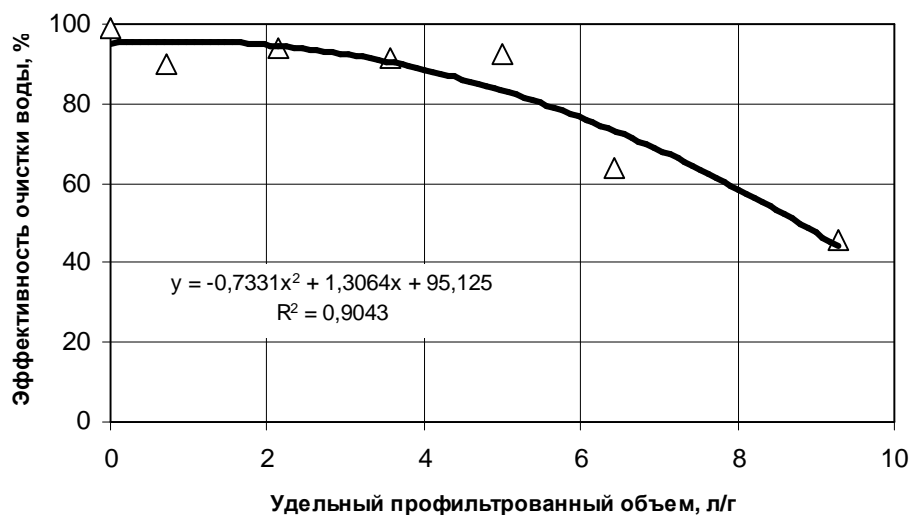


Рисунок 1 – Зависимость эффективности очистки воды от удельного профильтрованного объема через загрузку «Марганасорб», при $C_{нач} = 0,5$ мг/л марганца и общей массе загрузки 7 г

Ранее были изучены гидравлические свойства базальтовых волокон и материалов «Бентосорб» и «Марганасорб» [7]. Было выявлено, что наиболее рационально использовать данные сорбенты в виде картриджных фильтров [8] при скоростях фильтрации до 25 м/ч. Технологическое оформление системы очистки воды представлено на рисунке 2)

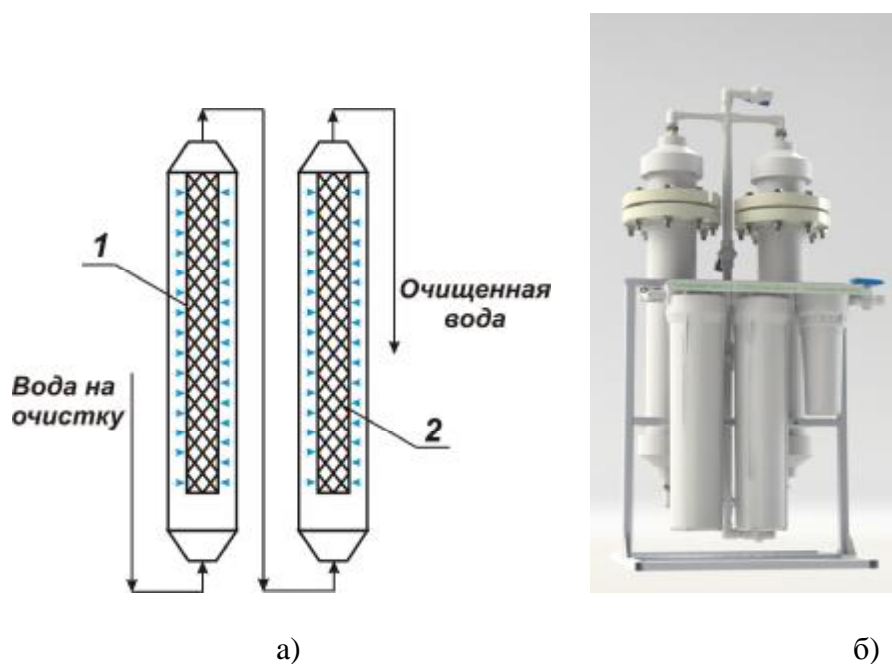


Рисунок 2 – Технологическое оформление процесса очистки воды
 а – схема движения воды в фильтрах
 (1 – картридж «Бентосорб», 2 – картридж «Марганасорб»)
 б – внешний вид системы очистки

Для удаления из воды соединений железа используются картриджи с загрузкой «Бентосорб» на первой стадии, на второй – «Марганасорб». Ранее было установлено,

что основная часть окислившегося железа задерживается на поверхности сорбентов, создавая значительное гидравлическое сопротивление. Данный факт можно оценить негативно с точки зрения крупных фильтров с зернистой загрузкой, регенерация которых требует больших расходов воды и применения насосного оборудования, но для картриджных радиальных фильтрующих элементов возможно использовать коротковременную импульсную промывку, с общим расходом воды до 100 л на 1 элемент.

Стоит отметить, что рассмотренные системы очистки обладают компактностью, легки в обслуживании и эксплуатации, а дальнейшее развитие данного направления фильтрующих материалов позволит повысить эффективность их работы и сократить затраты на водоподготовку.

Литература

1. Материалы к Государственному докладу «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2009 году». – Барнаул, 2009. – 168 с.

2. Золотова, Е.Ф. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода / Е.Ф. Золотова, Г.Ю. Асс. – М.: Стройиздат, 1975. – 176 с.

3. Кондратюк, Е.В. Фильтры для очистки загрязненных артезианских вод на основе модифицированных базальтовых волокон / Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова, В.О. Буравлев, А.В. Панасенко // журнал «Водоочистка, Водоподготовка, Водоснабжение». – 2011. – № 3. – С. 32–36.

4. Постановление Правительства РФ от 30 июня 1998 г. N 681 "Об утверждении перечня наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями).

5. Пат. 2275335 Российская Федерация, МПК⁷ C02F1/64. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа / Губайдулина Т.А., Почуев Н.А.; заявитель и патентообладатель Губайдулина Т.А. – № 2004119351/15; заявл. 24.06.2004; опубл. 27.04.2006, Бюл. № 24 (I ч.). – 6 с. : ил.

6. Пат. 2238788 Российской Федерация, МПК⁷ B01D39/02. Способ получения фильтрующего материала для очистки воды / Беренгартен М.Г., Хамизов Р.Х., Кручинин Ю.А.; заявитель и патентообладатель Московский государственный университет Инженерной экологии. – № 2003121662/15; заявл. 17.07.2003; опубл. 27.10.2004, Бюл. № 14 (II ч.). – 18 с. : ил.

7. Лубнина, А.Ю. Фильтрующий материал для очистки артезианских вод на основе базальтового волокна / Лубнина А.Ю., Панасенко А.В. // Сборник научных трудов XVI МНПК студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – 2009. Т. 2. – С. 134–136.

8. Пат. 98937 Российской Федерация, МПК⁷ B01D24/02. Напорный фильтр / Кондратюк Е.В., Буравлев В.О., Топчиев А.Г., Комарова Л.Ф.; заявитель и патентообладатель Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – № 2010120106/05; заявл. 19.05.2010; опубл. 10.11.2010, Бюл. № 4 (I ч.). – 35 с. : ил.

ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ АВТОМОЕЧНЫХ СТАНЦИЙ

А.Г. Овчаренко, В.С. Старыгин

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, e-mail: fvs@bti.secna.ru

С начала двухтысячных годов на Алтае наблюдается положительная динамика туристского потока. Не последнюю роль в развитии регионального туризма сыграло строительство комплекса «Бирюзовая Катунь», на территории которого в 2007 году

была создана особая экономическая зона. В 2006 году количество отдыхающих на Алтае составило 600 тыс. человек, в 2007 году – 850 тысяч, а в 2010 году – более 1,1 млн. туристов, в ближайшие годы в связи с окончанием строительства туристско-рекреационной зоны «Бирюзовая Катунь» поток туристов может увеличиться вдвое, а к 2020 году в Алтайском крае рассчитывают ежегодно принимать до 3,5 млн. туристов.

С ростом количества отдыхающих увеличился поток автомобилей на территории Алтайского края и республику Алтай. В связи с этим увеличилось количество станций технического обслуживания, автозаправочных и автомоечных станций, которые являются источниками вредных загрязнений природных источников. Сточные воды таких станций содержат нефтепродукты, образующие стойкие эмульсии, и другие растворенные и взвешенные в воде вредные вещества, которые могут нанести значительный вред окружающей природе.

Применяемые в настоящее время методы очистки таких стоков не всегда обеспечивают достижение необходимой степени очистки и характеризуются сложными технологическими схемами.

Анализ известных методов очистки сточных вод для автомоечных станций, показал, что наиболее эффективным и экологически чистым является электрофлотационный метод, который позволяет обеспечить достаточную производительность и оборотное водоснабжение станций, корректировать физико-химические свойства обрабатываемой воды, извлекать взвешенные вещества и эмульгированные нефтепродукты.

Процесс очистки электрофлотацией содержит 5 основных стадий:

- формирование в сточной воде дисперсной фазы;
- электрохимическое формирование газового пузырька;
- формирование флотокомплекса «частица-пузырьки газа»;
- переход флотокомплекса на границу раздела вода-воздух;
- концентрирование флотокомплекса на границе раздела вода-воздух.

Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод периодического действия для автомоечных станций представлена на рисунке 1. Основными элементами являются: накопительная емкость (Е), насос для подачи сточной воды (Н), электрофлотатор (ЭФ), сорбционный фильтр (Ф).

Схема работает следующим образом. Сточная вода от мойки автотранспорта с величиной рН 6-8, содержащая нефтепродуктов до 150 мг/л, взвешенных веществ до 1000 мг/л, поверхностно-активные вещества (ПАВ) до 50 мг/л (при этом химическое потребление кислорода составляет до 2000 мг/л), поступают в усреднительную емкость (Е), где производится усреднение состава. Затем стоки подаются с помощью насоса (Н) из емкости в электрофлотационный аппарат (ЭФ).

Для интенсификации процесса электрофлотационного извлечения эмульсий нефтепродуктов предусмотрена обработка воды раствором флокулянта-коагулянта или применяют растворимый анод. Флотошлам, содержащий нефтепродукты, ПАВ, коагулянт периодически удаляется с поверхности жидкости в сборник флотошлама и не требует дополнительного обезвреживания. Далее сток из электрофлотатора поступает в емкость очищенной воды. При наличии водорастворимых примесей вода подается на сорбционный фильтр, после которого очищенная вода соответствует значениям ПДК по нефтепродуктам (0,05 мг/л). Очищенная вода с помощью насоса частично (около 80-90%) возвращается в технологический цикл мойки автотранспорта. Очищенная вода может сбрасываться в водоемы, в том числе и рыбохозяйственного назначения. Процесс очистки может быть полностью автоматизирован.

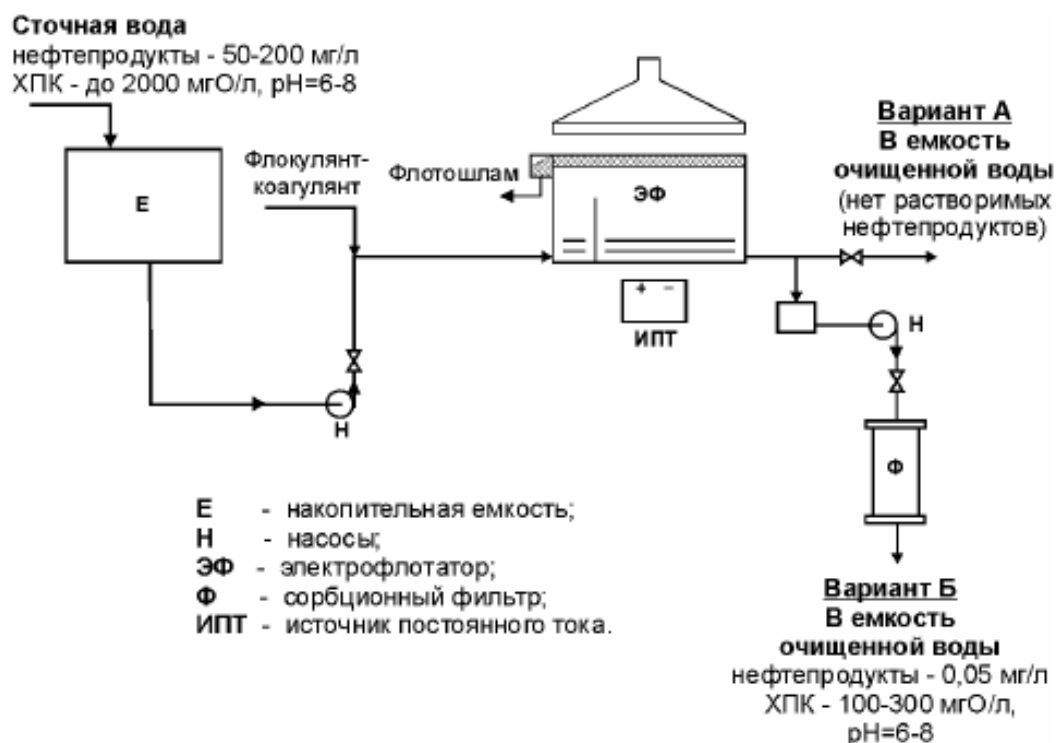


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод периодического действия для автомоечной станции

Электрофлотационный способ имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами очистки сточных вод (отстаивание, фильтрование и др.). Это простота изготовления аппаратов и их обслуживания, возможность регулирования степени очистки стоков в зависимости от фазово-дисперсного состояния примесей, высокая дисперсность пузырьков газа, обеспечивающая эффективность их взаимодействия с примесями и высокая степень очистки с одновременным обеззараживанием сточных вод.

Электрофлотационные методы очистки сточных вод известны достаточно давно, но сегодня наибольшую трудность при эксплуатации аппаратов представляет оптимизация процесса очистки сточных вод и энергосбережение таких устройств. Поэтому в Бийском технологическом институте АлтГТУ начаты работы в этом направлении. В связи с развитием Алтайского края как зоны туризма и отдыха вопросы бережного отношения к природе особенно актуальны.

Литература

1. Стахов, Е. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ИНУЛИНА ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОГО ТИПА

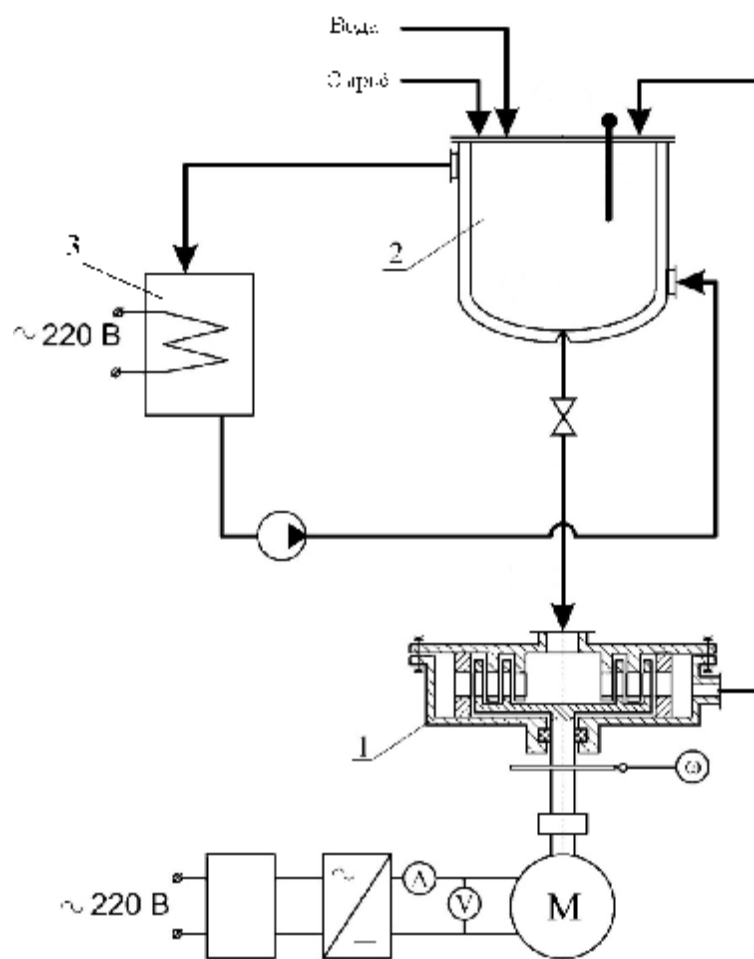
С.Е. Орлов

Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: Seppp@mail.ru.

Инулин – полисахарид, встречающийся в сложноцветных растениях и некоторых водорослях и при гидролизе дающий фруктозу и небольшое количество (2-3 %) глюкозы. Инулин широко используется в производстве биологически-активных добавок,

применяется в медицине как заменитель крахмала и сахара при сахарном диабете, служит исходным материалом для промышленного получения фруктозы. Больше всего инулина содержит топинамбур, много его в цикории, чесноке, одуванчиках. Выделяют его экстракцией из измельченного сырья с последующей кристаллизацией [1, 2].

Одной из наиболее эффективных установок для проведения процесса экстракции является схема с использованием аппарата роторно-пульсационного типа (РПА) [3, 4], включенного в циркуляционный контур (рисунок 1). По сравнению с наиболее распространенными настойными чанами и аппаратами с мешалкой, РПА обладают рядом преимуществ. Наиболее важными для проведения процесса экстракции являются измельчение материала, развитая турбулентность потоков в аппарате и периодические пульсации давления. Кроме того, РПА обладают собственным насосным действием, что позволяет организовать циркуляцию обрабатываемой среды без применения дополнительных насосов.



1 – РПА; 2 – емкостной аппарат с рубашкой; 3– термостат

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Благодаря такому комплексному воздействию на обрабатываемое сырье, представляется перспективным применение РПА для экстракции инулина из топинамбура в пищевой и фармацевтической промышленности. Однако, в литературе практически отсутствуют экспериментальные и теоретические данные по проведению этого процесса, что затрудняет выбор оптимальной конструкции РПА и параметров обработки сырья. В связи с этим представляется актуальным исследование процесса экстракции инулина в РПА.

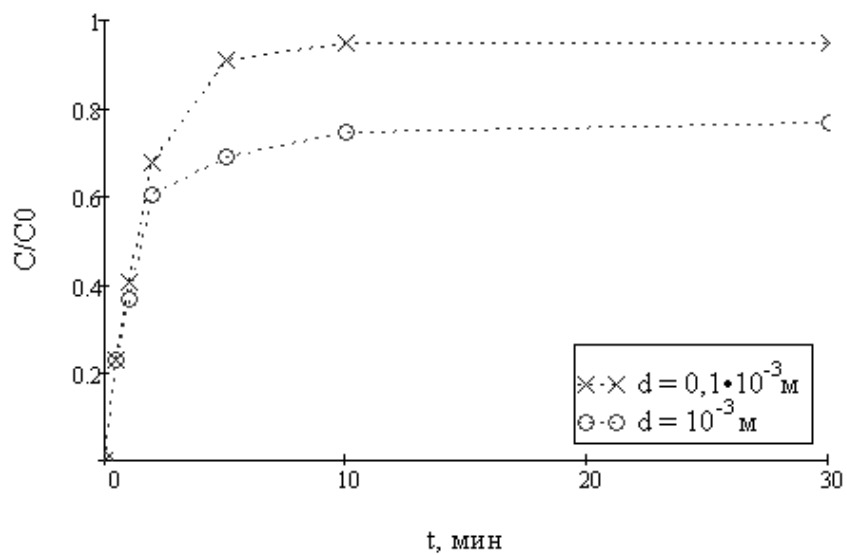
Целью данной работы является экспериментальное исследование влияния геометрии РПА и режимных параметров обработки на процесс экстракции инулина из клубней топинамбура.

Основным геометрическим параметром РПА, определяющим степень воздействия на обрабатываемую среду, является величина радиального зазора между ротором и статором аппарата. Уменьшение зазора способствует повышению степени измельчения обрабатываемого материала [5], увеличению амплитуды пульсаций давления и возникновению кавитационных явлений [6], что способствует интенсификации проводимого процесса. На величину амплитуды пульсаций давления и развитие кавитации также влияет скорость вращения ротора [6]. Кроме того, повышение частоты вращения ротора увеличивает расход жидкости через аппарат, а соответственно и кратность обработки материала.

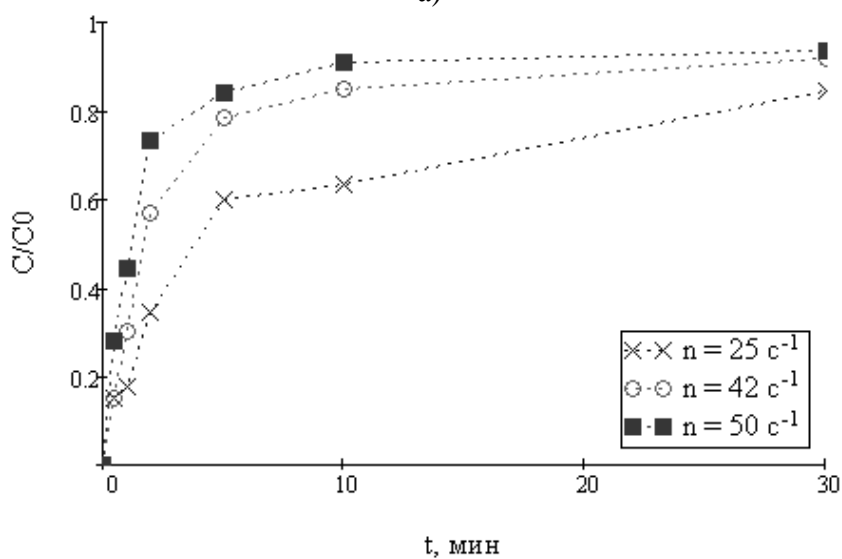
Другим важным параметром, оказывающим существенное влияние на скорость экстракции, является температура процесса. Повышение температуры способствует не только ускорению массообменных процессов, но и значительному повышению растворимости инулина в воде. Однако, также следует учитывать, что при повышении температуры свыше 50-60 °С может происходить термическое разложение инулина.

Учитывая влияние рассмотренных выше факторов, варьируемыми параметрами при проведении экспериментов являлись ширина радиального зазора между ротором и статором РПА d ($0,1 \cdot 10^{-3}$ и 10^{-3} м), частота вращения ротора n (25, 42 и 50 с^{-1}) и температура процесса T (20 и 50 °С). Эксперименты проводили следующим образом. В емкостной аппарат (поз. 2 на рисунке 1) заливали 5 литров деионизированной воды и включали термостат (поз. 3 на рисунке 1). После того, как температуры воды достигала необходимого значения, включали РПА (поз. 1 на рисунке 1) и производили загрузку 0,25 кг измельченных клубней топинамбура. Такое соотношение массы сырья и массы воды обеспечивает гидромодуль 1:20 в пересчете на влажное сырье и 1:92 в пересчете на абсолютно сухое сырье (при влажности сырья 77,5 %). Через 30, 60, 120, 300, 600 и 1800 секунд из емкостного аппарата отбирали пробы, фильтровали их через бумажный фильтр и проводили анализ полученного раствора на содержание инулина. Результаты экспериментов представлены в виде графиков на рисунке 2.

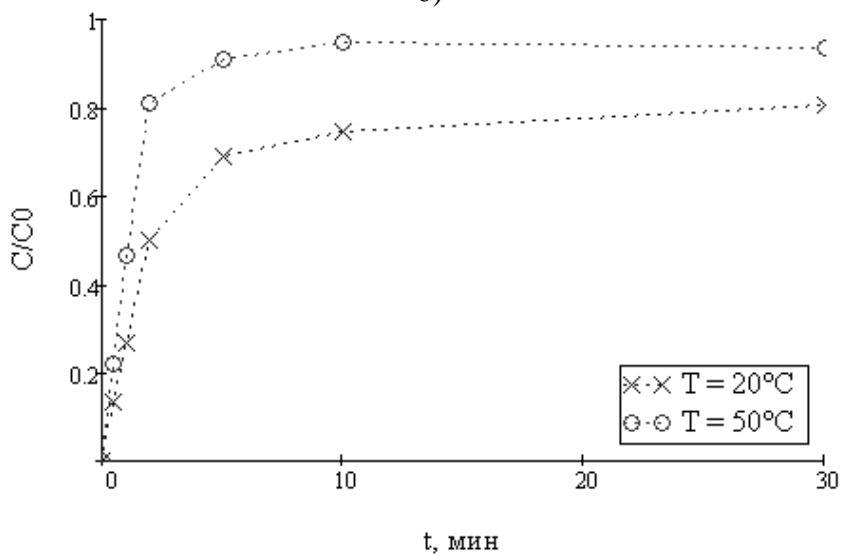
Как видно из графиков, при уменьшении радиального зазора с 10^{-3} до $0,1 \cdot 10^{-3}$ м происходит повышение степени извлечения инулина примерно на 18 %. Можно заметить, что в первые несколько минут величина радиального зазора не оказывает значительного влияния на скорость экстракции. Это связано с тем, что уменьшение радиального зазора несколько снижает расход жидкости через РПА из-за повышения гидравлического сопротивления потоку. Увеличение температуры с 20 до 50 °С повышает степень извлечения инулина приблизительно на 13 %. При возрастании частоты вращения ротора с 25 до 42 с^{-1} степень извлечения инулина повышается примерно на 7 %, а с 42 до 50 с^{-1} – на 2 %.



а)



б)



в)

а) $n = 50 \text{ c}^{-1}$, $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; б) $d = 10^{-3} \text{ м}$, $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; в) $d = 10^{-3} \text{ м}$, $n = 42 \text{ c}^{-1}$

Рисунок 2 – Зависимость степени извлечения инулина от времени при различных величинах радиального зазора (а), скорости вращения ротора (б) и температуры (в)

Зачастую за процессом экстракции в промышленном производстве следует фильтрация раствора от твердого остатка. Применение РПА может замедлить этот процесс вследствие значительного измельчения сырья. Чтобы оценить влияние рассматриваемых факторов на скорость фильтрации, фиксировались время начала и окончания фильтрации каждой пробы и масса отфильтрованного раствора в пробе. Рассчитанные усредненные значения скорости фильтрации $V_{ф,ср}$ по каждому фактору сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Средняя скорость фильтрации проб

Влияющий фактор	$d \cdot 10^3, \text{ м}$		$n, \text{ с}^{-1}$			$T, \text{ }^\circ\text{C}$	
	0,1	1,0	25	42	50	20	50
$V_{ф,ср} \cdot 10^6, \text{ кг/с}$	25,44	38,39	30,91	30,92	31,28	17,94	46,36

Из данных, приведенных в таблице 1, следует, что уменьшение величины радиального зазора с 10^{-3} до $0,1 \cdot 10^{-3}$ м снижает скорость фильтрации примерно на 34 %. Изменение скорости вращения ротора практически не влияет на скорость фильтрации. Повышение температуры с 20 до $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ускоряет процесс фильтрации в 1,5 раза.

Основные результаты исследования.

Проведено экспериментальное исследование процесса экстракции инулина из клубней топинамбура с использованием РПА. Показано, что уменьшение величины радиального зазора между ротором и статором РПА повышает степень извлечения инулина из исходного сырья, но снижает скорость фильтрации получаемой суспензии. Повышение скорости вращения ротора ускоряет процесс экстракции и не оказывает существенного влияния на скорость фильтрации. С ростом температуры возрастает как скорость и степень извлечения инулина из исходного сырья, так и средняя скорость фильтрации.

Литература

1. Пат. 2175239 РФ, МПК А61К35/78, А23Л1/236. / Аравина, Л.А.; Городецкий, Г.Б.; Иванова, Н.Я.; Комаров, Е.В.; Момот, Н.Н.; Черкасова, М.А.; заявл. 31.03.1999; опубл. 27.10.2001.
2. Пат. 2178708 РФ, МПК А61К35/78, С08В37/00. / Трубнико, А.А. (RU); Фурса, Н.С. (RU); Литвиненко Василий Иванович (UA); Аммосов Алексей Серафимович (UA); Попова Татьяна Павловна (UA); Лучкин А.А. (RU); заявл. 03.12.1999; опубл. 27.01.2002.
3. Балабудкин, М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. – М.: Медицина, 1983, 160 с. ил.
4. Промтов, М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика: Монография. М.: Машиностроение – 1, 2001. 260 с.
5. Кухленко, А.А., Василишин, М.С., Орлов, С.Е., Иванова, Д.Б. // Ползуновский вестник. – № 3. – 2010. – С. 180–183.
6. Орлов, С.Е. // Перспективы создания и применения конденсированных высокоэнергетических материалов: сборник докладов III научно-практической конференции молодых ученых 23-24 сентября 2010 г. – Бийск. – С. 143–149.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕНА ПРИ РАСТВОРЕНИИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АППАРАТЕ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОГО ТИПА

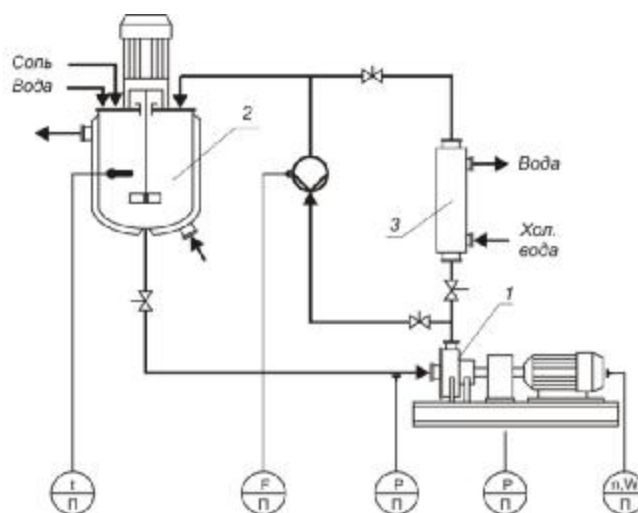
Д.Б. Иванова

Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: ivanovadasha84@mail.ru

Процессы растворения дисперсной твердой фазы находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Для их технической реализации в основном применяется малопроизводительное емкостное оборудование с перемешивающими устройствами. Оно, как правило, характеризуется низкой эффективностью распределения механической энергии в объеме аппарата. Известно что, для емкостного оборудования в объеме, непосредственно прилегающего к мешалке, диссипируемая мощность на два порядка превышает среднюю по объему аппарата, а на поверхности жидкости она на порядок ниже средней. Все это непосредственно сказывается на характере протекания процессов межфазного массообмена, в том числе и при растворении дисперсных твердых материалов. Повысить эффективность энергоподвода и тем самым увеличить интенсивность растворения дисперсной фазы возможно в аппаратуре роторно-пульсационного типа [1, 2].

Целью настоящей работы является исследование массообмена при растворении дисперсных материалов в аппаратуре роторно-пульсационного типа.

Эксперименты по растворению проводили на установке, схема которой представлена на рисунке 1. В состав установки входит роторно-пульсационный аппарат (РПА) 1, емкостной аппарат с перемешивающим устройством 2 и теплообменник 3, соединенные технологическим трубопроводом в единый циркуляционный контур. Установка снабжена запорной арматурой и приборами для регистрации параметров ее работы.



1 – РПА; 2 – емкостной аппарат с тихоходной мешалкой; 3 – теплообменник

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В качестве исследуемого материала использовалась кристаллическая салициловая кислота квалификации ХЧ. В аппарат 2 заливали 0,05 м³ дистиллированной воды и при работающем РПА проводили её циркуляцию по технологическому трубопроводу установки. В каждом из экспериментов устанавливалось фиксированное число оборотов ротора РПА и определенное значение величины радиального зазора (δ) между ротором и статором аппарата.

Исследуемый материал в течение 15-20 секунд разгружали в аппарат 2 и через определенные интервалы времени из технологического контура установки отбирали пробы суспензии. Пробы подвергали фильтрации с целью выделения нерастворившегося продукта, а концентрацию раствора определяли при помощи кондуктометра-концентраметра АНИОН-7025 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид кондуктометра-концентраметра АНИОН 7025

Принцип действия прибора заключается в определении величины удельной электропроводности раствора, зависящей от концентрации растворенного вещества (рисунок 3).

Дисперсный состав исходного кристаллического материала и выделенного после фильтрования проб суспензии определяли при помощи анализатора размеров частиц РР 9.0.

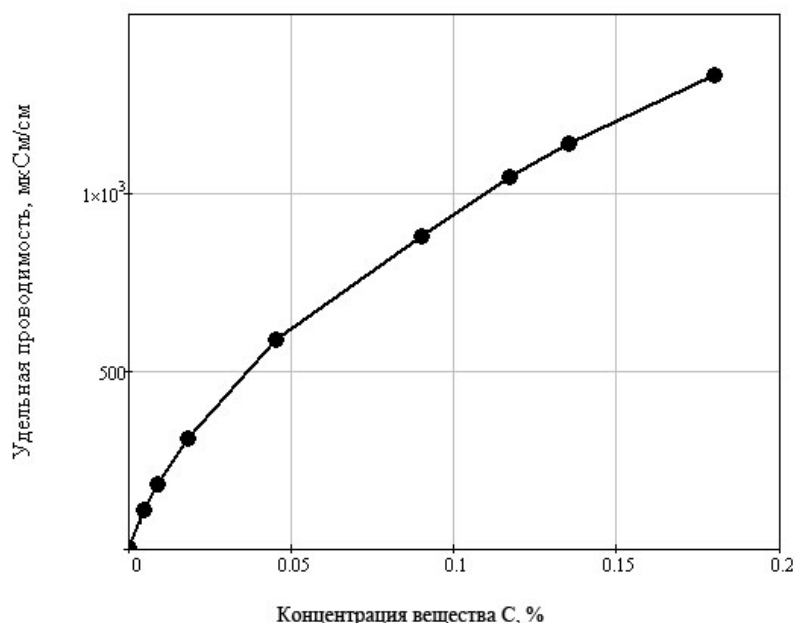


Рисунок 3 – Тарировочная зависимость для салициловой кислоты

В ходе экспериментов были сняты кинетические кривые растворения салициловой кислоты в экспериментальной установке с РПА. Результаты экспериментов показаны на рисунке 4.

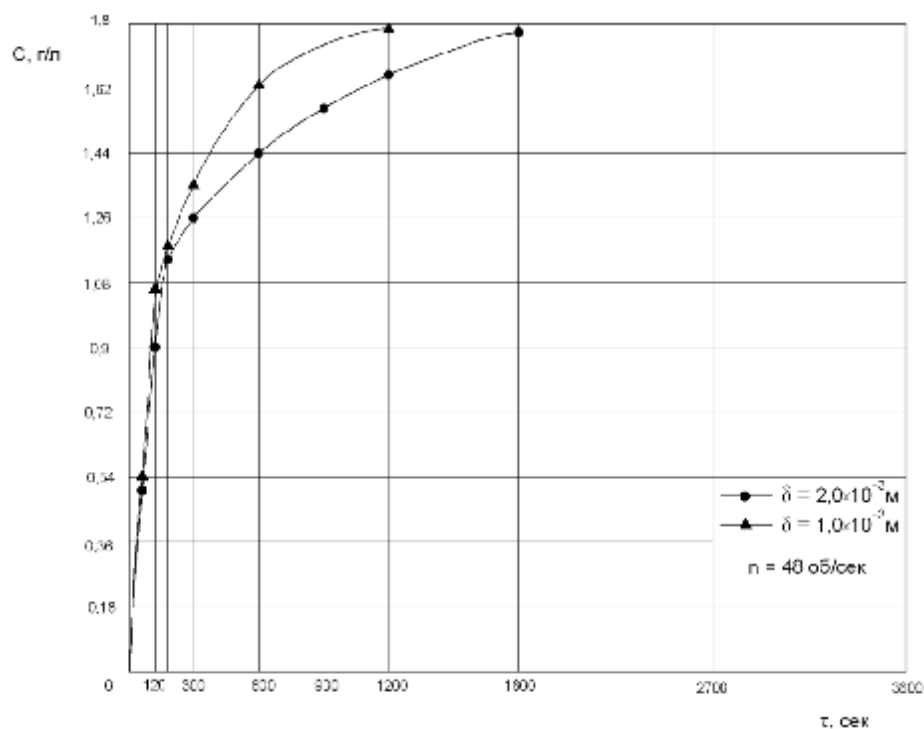


Рисунок 4 – Кинетические кривые растворения салициловой кислоты в экспериментальной установке с РПА

Как видно из полученных кинетических зависимостей до 60-65 % по массе салициловой кислоты переходит в раствор уже в первые 300 секунд от начала процесса. По-видимому, это связано с интенсивным дроблением крупных частиц и соответствующим увеличением межфазной поверхности. Установлено, что уменьшение величины радиального зазора (δ) между ротором и статором РПА способствует интенсификации растворения, причем это проявляется в основном на завершающей стадии процесса.

Важнейшим показателем, характеризующим процесс растворения является коэффициент массоотдачи. Оценку этого параметра производили в соответствии с уравнением массоотдачи.

На основе обработки экспериментальных данных по растворению салициловой кислоты в РПА, используя уравнение (1), был выполнен расчет фактических коэффициентов массоотдачи, которые представлены в таблице 1.

$$m_A = \beta \cdot F_m \cdot \Delta C_A \cdot \tau \quad (1)$$

где β – коэффициент массоотдачи; F_m – средняя поверхность массообмена за время растворения; ΔC_A – движущая сила процесса; τ – время растворения.

Таблица 1 – Обработка экспериментальных данных по кинетике растворения салициловой кислоты в РПА

Радиальный зазор $\delta \cdot 10^3$, м	Количество растворенного вещества m_A , кг	Средняя поверхность массообмена F_m , м ²	Средняя движущая сила процесса $(C_A^* - C_A)$, кг/м ³	Время растворения τ , с	Коэффициент массоотдачи $\beta \cdot 10^3$, м/с
1,0	0,09	26,3	0,001	1800	2,0
2,0	0,09	19,6	0,001	2700	1,7

Экспериментальные данные по коэффициентам массоотдачи при растворении салициловой кислоты были сопоставлены с расчетными значениями, полученными путем оценки мощности, диссипируемой в объеме рабочей камеры РПА.

Мощность, затрачиваемая на работу в рабочих органах РПА была рассчитана в соответствии с методикой, предложенной в работе [3].

$$N_i = C_1 \cdot Re_{\varphi}^{-q_3} \cdot \left(\frac{\delta}{D}\right)^{q_4} \cdot \left(\frac{S_1 + S_2}{D}\right)^{q_2} \left(\frac{\Delta}{D}\right)^{q_1} \cdot \left[1 + C_2 \cdot Q \cdot \left(\frac{a_1 \cdot z_1 + a_2 \cdot z_2}{V_0 \cdot b \cdot \Delta}\right)\right] \cdot \rho \cdot F_{\varphi} \cdot V_0^3 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^5 N_i = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 \quad (3)$$

где N_1, N_2, N_3, N_4 – затраты мощности в радиальных зазорах РПА; N_5 – затраты мощности на дисковое трение в торцевом зазоре между ротором и корпусом РПА; δ – радиальный зазор между цилиндрами ротора и статора; $C_1 = 0,8$; $C_2 = 10$; $q_1 = 0,35$; $q_2 = 0,1$; $q_3 = 0,3$; $q_4 = 0,2$ – эмпирические коэффициенты; $\Delta = a_1 \cdot z_1 + a_2 \cdot z_2$; a_1, a_2 – ширина прорези; z_1, z_2 – число прорезей цилиндров; D – диаметр цилиндра; S_1, S_2 – толщина цилиндров; Q – расход; V_0 – окружная скорость; $F_{\varphi} = \pi D b$ – площадь цилиндрической поверхности с рабочей высотой прорезей b .

Считаем, что основное рассеивание мощности осуществляется в радиальных зазорах РПА и при дисковом трении в торцевом зазоре между ротором и корпусом аппарата.

Для экспериментального РПА была рассчитана диссипация мощности в объеме рабочей камеры аппарата.

$$\varepsilon = \frac{\sum N}{\sum V_{\varphi} \cdot \rho}, \quad (4)$$

где $\sum V_{\varphi} = V_{\varphi 1} + V_{\varphi 2} + V_{\varphi 3} + V_{\varphi 4} + V_{\varphi T}$; $V_{\varphi i} = b \cdot (\pi \cdot \delta + K_v \cdot a_i \cdot S_i \cdot z_i + K_v \cdot a_{i+1} \cdot S_{i+1} \cdot z_{i+1})$

Коэффициент массоотдачи вычисляем по уравнению [4]

$$\beta = 0,267 \cdot (\varepsilon \cdot \nu)^{0,25} \cdot Sc^{-0,75} \quad (5)$$

где Sc – критерий Шмидта; ν – кинематическая вязкость; D – коэффициент молекулярной диффузии.

В таблице 2 показаны значения мощности, рассеиваемой в РПА при различных значениях величины радиального зазора и соответствующее значение расчетных коэффициентов массоотдачи.

Таблица 2 – Результаты расчета по формулам (4) и (5)

Радиальный зазор $\delta \cdot 10^3, \text{ м}$	Диссипация мощности $\varepsilon, \text{ Вт/кг}$	Критерий Шмидта Sc	Коэффициент массоотдачи (расчетный) $\beta \cdot 10^3, \text{ м/с}$
1,0	9654,5	114,2	2,3
2,0	7956,0	114,2	2,2

Таким образом, сравнение полученных расчетных данных по коэффициенту массоотдачи с экспериментальными показывает достаточно удовлетворительную сходимость.

Литература

1. Аксельруд, Г.А., Молчанов, А.Д. Растворение твердых веществ. – М.: Химия, 1977 – 272 с.
2. Промтов, М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. – М.: Машиностроение, 2001. – 260 с.

3. Балабудкин, М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. – М.: Медицина, 1983. – 183 с.
4. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. Ч. 2. Массообменные процессы и аппараты. – М.: Химия, 1995. – 368 с.

ПОДБОР КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИЦИИ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩЕГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ α -ОЛЕФИНСУЛЬФОНАТОВ, АЛКИЛ(C₈-C₁₀)СУЛЬФАТОВ НАТРИЯ И ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПАВ

Р.А. Аюпов, М.В. Базунова

Башкирский государственный университет, г. Уфа, e-mail: radik-a@yandex.ru

Преимуществом пенообразователей на основе фторсодержащих ПАВ, используемых для тушения пожаров жидких углеводородов, является то, что данные ПАВ, попадая на горящую жидкость, образуют непроницаемую для паров горючей жидкости пленку на границе раздела жидкость-газ и предохраняющую пену от разрушения. Индивидуальные фторсодержащие ПАВ могут обеспечить водному раствору поверхностное натяжение ниже натяжения углеводорода. Однако, их растворы обладают высоким межфазным натяжением. Добавки некоторых углеводородных ПАВ к фторированным позволяют снизить межфазное натяжение и получить положительный коэффициент растекания. Поэтому, все пенообразователи, образующие водную пленку на поверхности углеводородов, содержат, наряду с ФПАВ, и углеводородные [1].

В технологических целях при создании товарных продуктов, обладающие пенообразующими свойствами (пенообразователи, моющие средства и т.п.) почти никогда не используют индивидуальные поверхностно-активные вещества [2]. Смеси ПАВ образуют мицеллы, в которые включаются молекулы всех поверхностно-активных компонентов, присутствующих в смеси. В большинстве случаев, критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) смесей ПАВ ниже, чем ККМ индивидуальных ПАВ.

Ранее нами предложены составы плёнообразующего пенообразователя для подслоного тушения углеводородных жидкостей, основными компонентами которых являются, во-первых, фторсодержащие ПАВ (амиды, аммонийные соли перфторкарбоновых кислот или перфтороксоалкилкарбоновых кислот) под торговой маркой «Фарофак» (Франция), а во-вторых, триэтаноламинные соли высших алкилсульфатов, которые являются действующим веществом пенообразователя «Ялан», производимого на ГУП «Опытный завод АН РБ» [3].

Применение импортных составляющих приводит к высокой себестоимости и снижению конкурентоспособности продукции.

В связи с этим, целесообразным является подбор компонентов пенообразующего состава для подслоного и поверхностного тушения горючих углеводородных жидкостей, полученных на основе отечественного сырья.

Целью данной работы являлся подбор оптимального соотношения смесей углеводородных ПАВ (α -олефинсульфонатов, алкил(C₈-C₁₀)сульфатов натрия) и фторсодержащих ПАВ (перфторпеларгоновой кислоты, поставщик ОАО «Галоген», г. Пермь) в составе рабочего раствора пенообразователя, обеспечивающее требуемые стандартами показатели качества пен для подслоного тушения пожаров жидких углеводородов.

Оптимальное содержание ПАВ (углеводородного и фторсодержащего) должно быть близко к ККМ. В связи с этим, по точкам перегиба зависимостей вязкости и оптической плотности раствора от концентрации ПАВ [4] определены ККМ растворов индивидуальных ПАВ и их смесей в различных соотношениях и по результатам определений найдено соотношение с минимальной ККМ, составляющее 40 % α -олефинсульфонатов и 60 % алкил(C₈-C₁₀) сульфатов натрия (рисунок 1).

Смесь α -олефинсульфонатов и алкил(C₈-C₁₀)сульфатов натрия

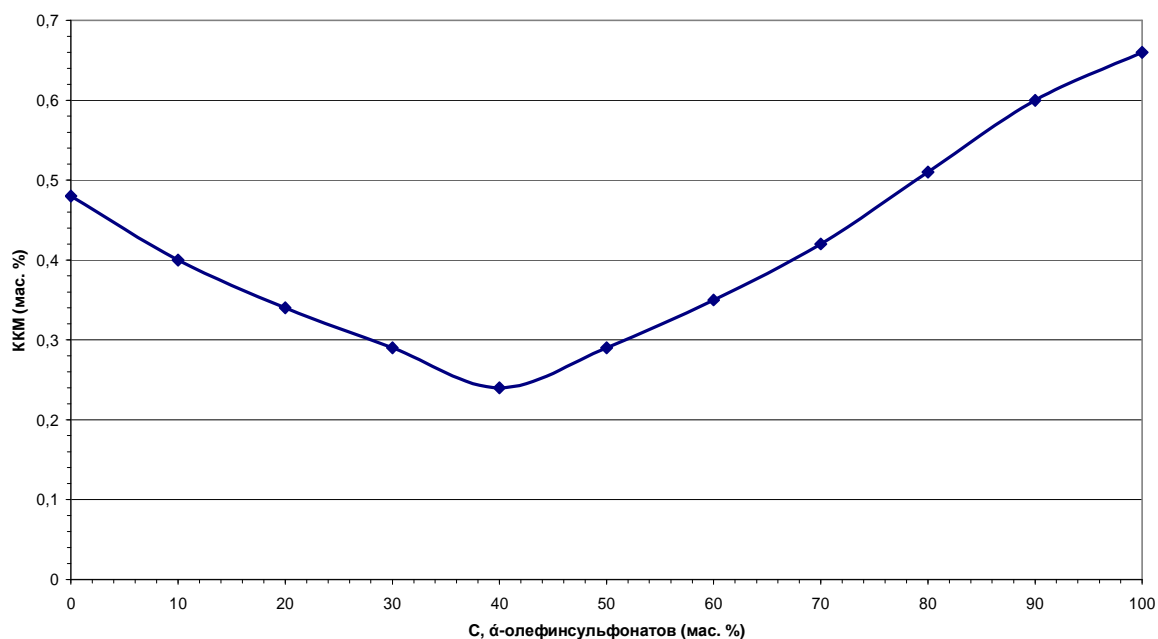


Рисунок 1 – Зависимость ККМ растворов смесей Na-солей алкил(C₈-C₁₀)сульфатов и α -олефинсульфонатов от их соотношения в пенообразующем растворе (t=20 °С, суммарная концентрация ПАВ в растворе 0,7 масс. %)

Таблица 1 – Сравнительная характеристика физико-химических показателей растворов индивидуальных ПАВ (α -олефинсульфонатов, алкил(C₈-C₁₀)сульфатов натрия) и их смесей

ПАВ	ККМ, масс. %	Поверхностное натяжение 0,6%-ного раствора ПАВ на границе Г-Ж, мН/м	Характеристики пен, полученных из 0,6%-ного раствора ПАВ *	
			Кратность пены**	Устойчивость пены (время выделения 50%-ного объема жидкости из пены)***, с
α -олефинсульфонаты	0,66	29,5	56	238
алкил(C ₈ -C ₁₀)сульфаты натрия	0,48	22,9	5	35
Смесь α -олефинсульфонатов и алкил(C ₈ -C ₁₀)сульфатов натрия в соотношении 40:60 масс. %	0,24	26,0	72	293
Примечание *Механическая генерация пены **Кратность пен низкой кратности – до 10, пен средней кратности 10 – 100 [5]; *** Устойчивость пены (время выделения 50%-ного объема жидкости из пены) – не менее 160 с (согласно ГОСТ Р 50588-93 [6]).				

Как следует из данных таблицы, рабочие растворы пенообразователя, имеющие оптимальное соотношение олефинсульфонатов и алкил(C₈-C₁₀)сульфатов натрия, обеспечивающее минимальную ККМ, дают необходимые показатели качества пен.

Добавление незначительного количества перфторпеларгоновой кислоты к смеси данных углеводородных ПАВ существенно снижает поверхностное натяжение рабочих растворов пенообразователя. Так, рабочий раствор с суммарным содержанием ПАВ 0,6 %, приготовленный из композиции состава: олефинсульфонаты 0,24 % и алкил (C₈-C₁₀)сульфатов натрия 0,36 % и перфторпеларговая кислота 0,04 %, остальное – вода, имеет поверхностное натяжение 19 мН/м.

Таким образом, на основании проведенных исследований предложена композиция пленкообразующего пенообразователя для подслоного тушения пожаров жидких углеводородов, включающая, масс. %: олефинсульфонаты 4 и алкил(C₈-C₁₀) сульфатов натрия 6 и перфторпеларговая кислота 0,06, остальное – вода.

Предлагаемая композиция несложна в приготовлении. Её можно готовить на существующем оборудовании. Для получения пены может быть использована стандартная аппаратура.

Литература

1. Шароварников, А.Ф., Шароварников, С.А. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение. М.: Пожнаука, 2005. 334 с.
2. К. Холмберг, Б. Йенссон, Б. Кронберг, Б. Линдман; Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с. : ил.
3. Назаров, А.М., Останин, Ю.А., Базунова, М.В.. Композиции фторсодержащего пленкообразующего пенообразователя с применением отечественных компонентов. Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посв. 100-летию Башгосуниверситета «Роль классических университетов в формировании инновационной среды регионов». Уфа: РИЦ БашГУ, 2009, С. 293–296.
4. Зимон, А.Д. Коллоидная химия. М.: «Агар», 2003. 319 с.
5. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации. М.: ВНИИПО, 2007. 59 с.
6. ГОСТ Р 50588-93. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. М.: «ИПК Издательство стандартов», 1993.

СИНТЕЗ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ НАНОУГЛЕРОДА

Г.М. Ялмурдина, Ю.А. Прочухан

Башкирский государственный университет, г. Уфа

dissovet2@rambler.ru

Приоритетным направлением развития науки и техники является исследование и разработка новых материалов и химических продуктов, удовлетворяющих различным потребностям развития общества, охраны окружающей среды.

Разработка широкой номенклатуры сорбентов, открывает большие возможности использования их для химической, перерабатывающей, медицинской и пищевой промышленности.

Важнейшей задачей является поиск эффективных путей получения новых композиционных углеродных наноматериалов с управляемыми свойствами, в частности, разработка технологии синтеза новых наноуглеродных композиционных материалов с прогнозируемыми адсорбционными характеристиками.

Была предложена схема синтеза композита на основе наночуглерода и аэросила (НАУ1), а также на основе наночуглерода и политетрафторэтилена (ПТФЭ) – (НАУ3). Для сравнения использовали БАУ (Активированный Уголь Березовый).

В таблице 1 представлены данные, отражающие сорбционные свойства композиционных сорбентов с НАУ и углем БАУ (образец № 2), нанесенным на ПТФЭ (содержание БАУ в композите 10 %).

Таблица 1 – Сорбционные свойства сорбентов

Образец	Удельный объем удерживания, см ³ *г ⁻¹	
	Хлороформ	Бутилацетат
НАУ-1	47±2	27±1
НАУ-3	572±28	540±27
Уголь БАУ-2	189±9	200±10

Как видно из представленных данных, увеличение поверхности НАУ в результате обработки углекислым газом при t=900°C приводит к значительному возрастанию характеристик сорбционных свойств. Следует отметить, что композиционные сорбенты, содержащие НАУ после окислительной обработки CO₂, превосходят аналогичные сорбенты с более высоким содержанием угля БАУ.

Выходные кривые удерживания гептанола и октанола из водных растворов представлены на графиках 1 и 2. В данной серии опытов использовались:

Образец № 1 – минерально-углеродный сорбент (МУС) на основе титансодержащего аэросилогеля;

Образец № 2 – НАУ нанесенный на ПТФЭ (НАУ3);

Образец № 3 – уголь БАУ;

Образец № 4 – нанокompозит НАУ с аэросилом (НАУ1).

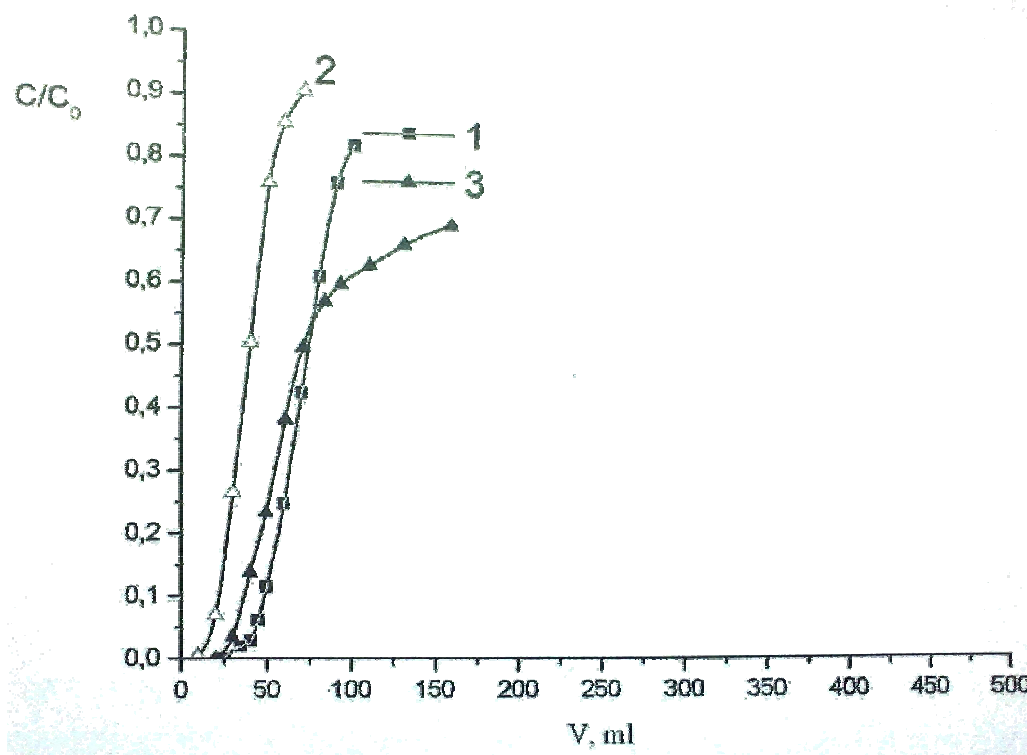


Рисунок 1 – Выходные кривые при сорбции гептанола из водного раствора

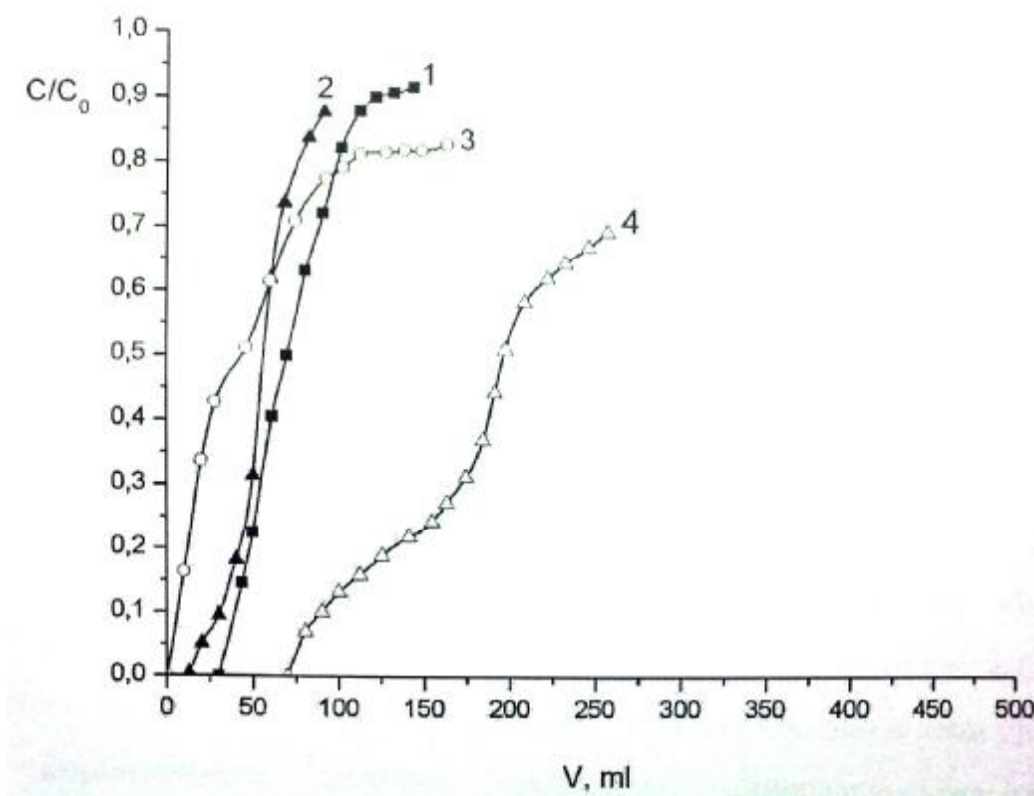


Рисунок 2 – Выходные кривые при сорбции октанола из водного раствора

В таблице 2 приведены данные, отражающие сорбционные свойства композиционных сорбентов.

Таблица 2 – Сорбционные свойства сорбентов

Образец	Удельный объем удерживания, см ³ *г ⁻¹	
	гептанол	октанол
МУС	74±4	69±3
НАУЗ	39±2	56±3
БАУ	70±3	48±2
НАУ1	-	206±10

Как видно из представленных данных для высших спиртов преимущественно НАУ по удельному объему удерживания, которое мы наблюдали для хлороформа по сравнению с БАУ пропадает, что, очевидно, связано с трудностью диффузии крупных молекул спиртов в поры НАУ, которые по данным имеют размеры около 2 нм.

Таким образом, для твердофазной экстракции различных органических токсикантов можно рекомендовать различные углеродсодержащие композиционные сорбенты: для хлороформа и бутилацетата – НАУ на ПТФЭ; для высших спиртов (гептанол, октанол) – НАУ с аэросилом

Литература

1. Дьячков, П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, с. 146.
2. Золотухин, И.В. Углеродные нанотрубки // Соросовский образовательный журнал, 1999 № 7 с. 24.
3. Фиалков, А.С. Углерод. Межслоевые соединения и композиты на его основе. М. \ Аспект Пресс, 1997. с. 717.

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РУДНЫХ ХВОСТОВ

В.Ф. Мухамадиев, Ю.А. Прочухан

Башкирский государственный университет, г.Уфа, dissovet2@rambler.ru

Разработкой месторождений и переработкой руд занимались и занимаются в настоящее время ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (УГОК), ОАО «Башкирский медно-серный комбинат» (БМСК), ЗАО «Бурибайский горно-обогатительный комбинат» (БГОК), Семеновская золотоизвлекательная фабрика (СЗИФ) и др.

Извлечение металлов сопровождается переработкой большого объема рудного сырья. Например, для производства 1 тонны меди необходимо переработать около 100 т. горной массы, отвалы которой образуют техногенные месторождения. При разработке месторождения карьерами и шахтами происходит выемка горной массы, которая состоит из рудной массы и массы пустых пород и некондиционных убогих руд. Рудную массу отправляют в дальнейшем на переработку (обогащение), а пустые породы и забалансовые руды складывают во внешних отвалах рудников. Породы отвалов в различной степени сульфидизированы.

Материал отвалов Сибайского рудника (517 млн т) содержит (%): *Cu* – 0,01 (0,005); *Zn* – 0,4 (0,006); *Pb* – 0,01 (0,001); *Se* – 0,005 (0,000005); *Cd* – 0,003 (0,00002); *Hg* – 0,00072 (0,000003), *As* – 0,024 (0,002). В скобках для сравнения приведены значения средних содержаний данных элементов в породах земной коры Урала.[1,2].

Отвалы Учалинского месторождения по данным УГОК составляют 280 млн т. Средневзвешенное содержание меди в отвалах достигает 0,05 %, количество – 224 тыс. т, цинка – 0,12 % и 565 тыс. т, серы – 2,35 % и 11,1 млн т. Общий объем накопленной вскрыши УГОК на 01.01.2001 г. – 164,3 млн м³ (473 млн т). Отвалы некондиционных руд и вскрышных пород Бурибаевского месторождения (4,866 млн т) в среднем содержат: *Cu* – 0,7 %, *Zn* – 0,12 %, серы – 7,18 %.

Существующие методы обогащения руд не позволяют извлечь все компоненты руд, вследствие чего хвосты флотации и цианирования руд содержат неизвлеченные остатки основных рудных компонентов и обогащаются неучтенными микроэлементами (*Hg*, *Cd*, *Se* и т.д.). Кроме хвостов обогащения к отходам переработки относится также пиритный концентрат, который не имеет спроса на рынке. УГОК и БМСК могут ежегодно производить до 1 млн т пиритного концентрата. В таком объеме пиритного концентрата, полученного на УГОК, содержится (в тоннах): медь – 3000-4000, цинк – 9000-13000, кадмий – 300-400, селен – 50-60 и др.

Хвосты обогащения минерального сырья (78300 тыс. т) являются наиболее «проблемным» видом отходов недропользования. Объемы хвостов флотации (в совокупности с пиритным концентратом) предприятий цветной металлургии Башкортостана составляют (млн т): БМСК – 30; УГОК – 47,5; БГОК – 9,3.

По данным БМСК (2003 г.) в хвостохранилищах Сибайской обогатительной фабрики накоплено: 49,2 тыс. т меди (0,2 %); 114,2 тыс. т цинка (0,48 %); 9 млн т серы (38,1 %); 8 млн т железа (34,3 %); 1680 т кадмия (0,0073 %); 86,7 т индия (0,00036 %); 712,4 т селена (0,003 %); 589,3 т теллура (0,0025 %); 1949 т кобальта (0,0083 %); 281 т галлия (0,0012 %); 47,8 т германия (0,00021 %). Подобная ситуация на УГОК и БГОК.

В хвостохранилищах Семеновской золотоизвлекательной фабрики за более чем полувековую историю их деятельности накоплено более 2,6 млн т отходов – хвостов. В составе хвостов содержатся неизвлеченное золото и серебро, а также значительные количества токсичных элементов: ртути, свинца, кадмия, селена, теллура, мышьяка и др. Минеральное золотосодержащее сырье, переработанное на СЗИФ в разное время, в основном, было представлено окисленными рудами медно-колчеданных месторождений Южного Урала.

На территории исследуемого района отходы горнодобывающих и перерабатывающих предприятий являются основными источниками загрязнения водоемов, воздушного бассейна и прилегающих земель. Это связано с тем, что материал отвалов подвергается интенсивному окислению в результате проникновения воды, содержащей кислород и активные анионы, в толщу отвалов, что приводит к увеличению растворимости тяжелых металлов (так называемый процесс выщелачивания) и выносу их в подотвальные воды. Во время сильных дождей и таяния снега материал отвалов в виде тонких взвесей смывается в расположенные поблизости водоемы и частично оседают в виде донных отложений, в результате они превращаются во вторичные источники загрязнения рек.

Наиболее опасными являются подотвальные воды, их минерализация (>314,0 мг/л) аномальна даже по сравнению с водами зоны гипергенеза месторождений (≈ 12 мг/л). Было проведено исследование (2005) химического состава фильтрата отвалов УГОК, БМСК и БГОК. Макрокомпонентный состав вод приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели химического состава подотвальных вод

Компоненты и показатели	Бурибай ЭС-23	Сибай ЭС-30	Сибай ЭС-31	Бакртау ЭС-36	Учалы ЭС-40	Учалы ЭС-41
Ca^{2+} , мг/л	175,0	28,6	Следы	22,1	185,2	46,5
Mg^{2+} , мг/л	304,8	1836	7975,9	698,8	180,7	5530
$Na^{+}+K^{+}$, мг/л	51,6	202	34,32	21,0	11,3	13,2
Fe^{3+} , мг/л	<0,5	693,2	18560	308,0	220	909
Mn , мг/л	176,0	1,2	314,0	43,1	11,9	72,8
Cu , мг/л	352,0	0,4	1884,0	129,3	14,9	72,8
Zn , мг/л	220,0	15,8	9734,0	653,0	34,7	418,6
SO_4^{2-} , мг/л	237,3	2023,0	Н.д.	10066,0	2514,0	Н.д.
HCO_3^{-} , мг/л	0	61,0	Н.д.	0	0	Н.д.
Cl^{-} , мг/л	1103,2	11,8	Н.д.	630,4	236,4	Н.д.
pH	2,95	6,60	2,65	2,70	2,75	2,60
Eh	+400,0	+425,0	+345,0	+550,0	+565,0	+460,0
Сухой остаток, мг/л	44,0	4,86	314,0	21,55	4,95	18,2

Кроме приоритетных металлов с подотвальными водами мигрируют (в виде гидратных, сульфатных и реже хлоридных комплексов) редкие, редкоземельные элементы, уран, торий. Например, содержание урана (0,0005 %) по классификации концентраций урана в природных водах относится к очень высоким ($>3 \cdot 10^{-4}$ %).

Окислительная обработка руды приводит к образованию нерастворимых так и растворимых солей металлов, переходящих в водную фазу, что создает определенные перспективы для использования окислительной активации руды в гидрометаллургии. В лабораторных условиях проведена окислительная обработка пульпы руды Учалинского ГОК. В таблице 2 приведены данные результатов анализов на содержание меди и цинка, выделенных из подотвальных вод, в зависимости от времени окисления.

Таблица 2 – Содержание металлов, выделенных из подотвальных стоков

№	Время окисления, час	Содержание металлов, мг/л	
		Медь	Цинк
1	2,0	8,73	38,55
2	3,0	6,06	36,39
3	4,0	18,06	43,42
4	15,0	6,94	56,93

Существует принципиальная возможность озонирования в режиме «импульсной» подачи озона, при котором кратковременный барботаж озон-воздушной смеси играет роль стадии, инициирующей дальнейший процесс осаждения металлов благодаря окислению металлов кислородом воздуха. Основанием высказанного вывода служат следующие результаты, приведенные в таблице 3:

Таблица 3 – Зависимость количества осажденных металлов от времени озонирования; объем пробы 50 мл, скорость подачи озон-кислородной смеси 55,4л/час

Время озонирования, мин	5	10	20	30
Количество осажденного металла, мг/л	303,50	305,35	305,85	422,75

Методом окислительной обработки сточных вод удается значительно снизить содержание примесей металлов в подотвальных сточных водах. В отдельном опыте с образцом подотвальной воды Учалинского ГОКа (результаты экспериментов лета 2000 г.) с общим содержанием металла 8000 мг/л найдено, что после обработки окислителем руды содержание примесей металлов снижается до 65 мг/л.с. Оценочный расчет показывает, что при таком содержании металлов в стоках при годовом стоке 3,5 млн. м³ годовая потеря металла составит около 25000 т. Отметим, что предварительные анализы стоков по данным лета 2000 г. свидетельствуют о наличии в стоках достаточно большого содержания марганца - одного из дефицитнейших металлов в российской металлургии. Существенно также и то, что в результате окислительной обработки стоков сточная вода доводится до рыбохозяйственных нормативов по содержанию примесей тяжелых металлов.

Литература

1. Кадмий в геотехносфере Урала; Емлин Э.Ф. Екатеринбург: УГГГА, 1997. 283 с.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Башкортостан в 2002 году». – Уфа: Гос. комитет Республики Башкортостан по охране окружающей среды, 2003. 208 с.
3. Механизм окисления озонов ионов переходных металлов в водных растворах. Деп. В ГПНТБ Украины 8.7.94, № 1254-Ук94; РЖХим, 1994, Т. 23, деп. Б486 ДЕП

ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА «КЕТОЛАК® ТАБЛЕТКИ, ПОКРЫТЫЕ ПЛЕНОЧНОЙ ОБОЛОЧКОЙ, 10 МГ»

Н.С. Новоселова, Н.И. Кулешова

ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск, tehnolog@altayvitamin.ru

При разработке новых лекарственных препаратов одним из основных этапов исследований после разработки научно-обоснованных составов и технологии препаратов является исследование их стабильности в процессе хранения, которые позволяют установить сроки годности препаратов, условия хранения и выбрать наиболее эффективный (оптимальный) вид упаковки [3].

Исследование стабильности препарата «Кетолак® таблетки, покрытые пленочной оболочкой, 10 мг» изготовленных ЗАО «Алтайвитамины» по ФСП 42-0163-5906-04 [7] с использованием субстанции кеторолака трометамин по НД 42-8805-05 [4] было необходимо для решения следующих задач: подобрать температурный режим хранения таблеток; определить оптимальный срок годности препарата; исследовать качество препарата (определить его показатели, которые заложены в ФСП) в процессе хранения в зависимости от вида упаковки, и как следствие выбрать оптимальный вид упаковки.

Стабильность исследуемых таблеток была изучена согласно ОСТ 42-2-72 и ОФС 42-0075-07 в процессе хранения в течение двух с половиной лет при следующих условиях хранения [5, 6]: сухое, защищенное от света место при температуре от 2 до 8 °С; сухое, защищенное от света место при температуре от 8 до 15 °С; сухое, защищенное от света место при температуре от 18 до 30 °С методом исследования в реальном времени.

Для изучения стабильности было изготовлено 12 опытно-промышленных серий лекарственного препарата «Кетолак® таблетки, покрытые пленочной оболочкой, 10 мг». Таблетки были расфасованы в следующих тароупаковочных материалах: в банки из стекломассы с треугольным венчиком типа БДС 10-27,5 по ТУ 64-2-239-94 с натягиваемой пластмассовой крышкой типа 1,2-27,5 по ОСТ 64-2-87-81 по 20 штук; в банки полимерные для лекарственных средств по ТУ 9467-001-20895163-97 по 20 штук; в контурные безъячейковые упаковки из бумаги упаковочной с полимерным покрытием марки ПЭ-80 по ТУ 13-0248643-833-91 по 10 штук; в контурные ячейковые упаковки по ОСТ 64-074-91 из пленки поливинилхлоридной марки ЭП 73 по ГОСТ 25250-88 и фольги алюминиевой печатной лакированной по ГОСТ 745-79 по 10 штук.

Контроль показателей качества проводили через каждые шесть месяцев хранения. В процессе хранения образцы таблеток контролировались по показателям, предусмотренным нормативными документами: описание, подлинность, средняя масса таблеток, растворение, распадаемость, содержание посторонних примесей, однородность дозирования, количественное содержание кеторолака трометамин, а также микробиологическая чистота [7].

Ниже приведены данные по каждому из перечисленных показателей.

«Описание». По показателю «Описание» препарат Кетолак® после хранения в течение 2,5 лет стабилен и соответствует требованиям ФСП 42-0163-5906-04.

«Подлинность». Показатель «Подлинность» определялся методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (кеторолак) и методом тонкослойной хроматографии (трометамин) [7]. Во всех образцах за все время хранения подлинность всегда подтверждалась.

«Средняя масса таблеток». По показателю «Средняя масса таблеток» были получены данные, значение которых за весь период хранения соответствовали требованиям ФСП, но при этом имелась тенденция к снижению средней массы, что не исключает возможности при более длительном хранении ее уменьшения до пределов не отвечающим требованиям ФСП. Следует отметить, что наиболее стабильна средняя масса при хранении таблеток в банке стеклянной, и менее стабильна в банке полимерной. Контурные упаковки занимают среднее значение.

«Растворение». Результаты анализа образцов таблеток по показателю «Растворение», проведенные согласно ФСП 42-0163-5906-04 Кетолак® и ОФС 42-0003-04 «Растворение».

В результате исследований установлено, что растворение таблеток снижается в период хранения, но не ниже допустимого предела (не менее 70 %). Данный показатель наиболее стабилен при хранении таблеток в банке стеклянной, но при более длительном хранении этот показатель становится стабильнее при хранении таблеток в контурной ячейковой упаковке.

«Распадаемость». Данные по распадаемости изучаемых таблеток, проведенных, согласно требованиям ОФС «Распадаемость» ГФ XI изд. приведены в виде диаграмм на

рисунке 1. В исследуемый период данный показатель не превышал пределы допустимых отклонений и его максимальное значение (24 мин.) было после хранения при температуре 18 – 30 °С в банке стеклянной в течении 2,5 лет, что не превышает допустимого значения – не более 30 минут. Следует отметить, что показатель наиболее стабилен при хранении в контурной ячеистой упаковке.

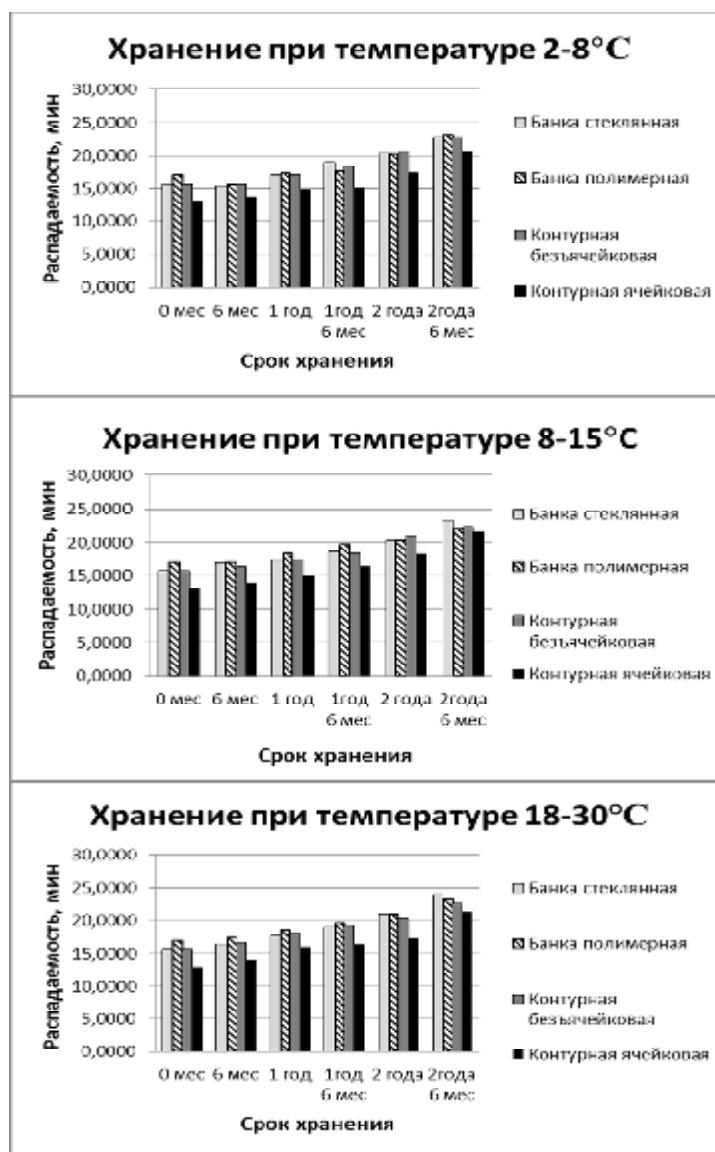


Рисунок 1 – Распадаемость «Кетолак таблеток, покрытых пленочной оболочкой, 10 мг» при хранении

«Количественное определение». Количественное определение кеторолака трометамин проводили методом ВЭЖХ по сравнению со стандартным образцом кеторолака трометамин. Для определения использовали жидкостной хроматограф «Милихром А-02», снабженный спектрофотометрическим детектором и колонкой из нержавеющей стали с обращеннофазным сорбентом Nucleosil 100-5 C18. При определении соблюдались следующие условия хроматографирования: режим хроматографирования – изократический, скорость потока элюента – 0,1 мл/мин, температура в термостате колонки – 35 °С, объем вводимой пробы – 4 мкл, аналитическая длина волны – 312 нм. В качестве подвижной фазы использовали смесь ацетонитрила и 0,1 % раствора кислоты трифторуксусной в соотношении 35:65. Данные по количественному определению действующего вещества в исследуемых образцах приведены на рисунке 2.

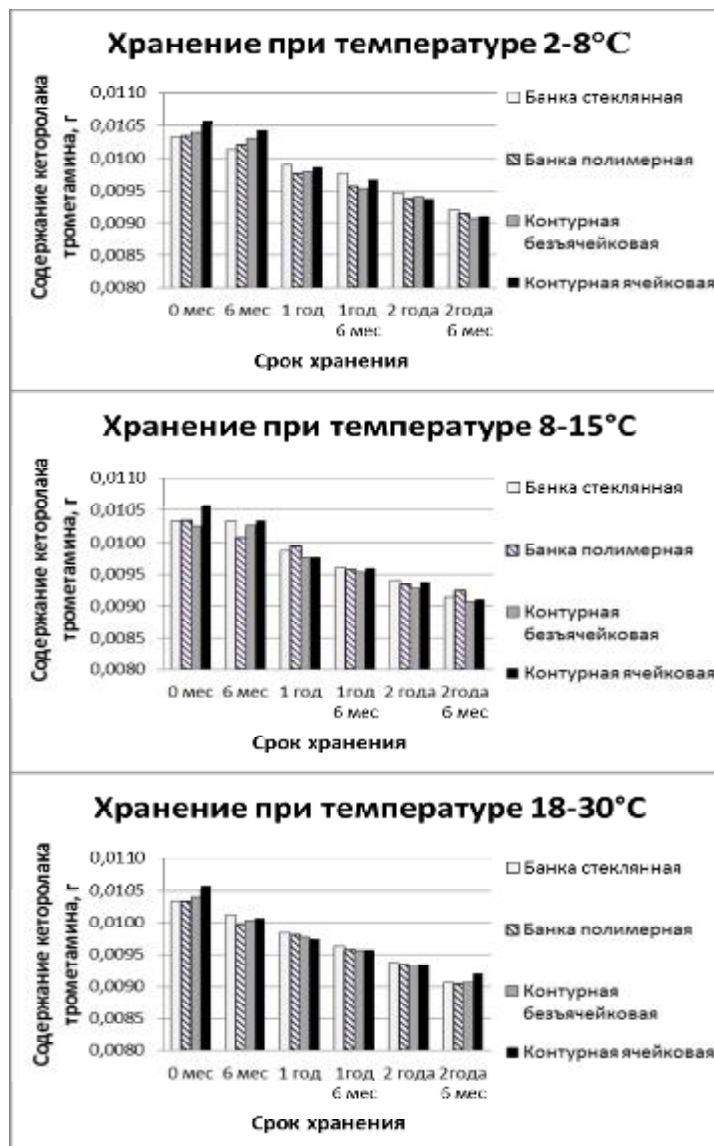


Рисунок 2 – Количественное содержание кеторолака трометамина при хранении препарата Кетолак®

Как видно из данных, представленных на рисунке 2, с течением времени количественное содержание действующего вещества в таблетках снижается до нижнего предельно допустимого значения после 2,5 лет хранения, поэтому дальнейшее хранение не целесообразно, даже при хорошей стабильности других показателей.

«Микробиологическая чистота». При определении микробиологической чистоты все образцы к концу срока хранения имели отрицательный результат на присутствие *Escherichia coli*, а так же наблюдался незначительный рост общего числа грибов - до 30 (норма – не более 100 в 1 г) и общего числа аэробных бактерий – до 30 (норма – не более 1000 в 1 г).

«Посторонние примеси». Согласно ФСП 42-0163-5906-04 посторонними примесями считают кеторолак-1-кетаналог, кеторолак-1-гидроксианалог и другие неидентифицированные примеси. Содержание каждой индивидуальной примеси не должно превышать 0,5 %, в тоже время общее содержание примесей не должно превышать 2 %. Определение посторонних примесей проводили методом ВЭЖХ одновременно с количественным определением [7].

Образцы таблеток в процессе хранения приобрели некоторое количество посторонних примесей: кеторолак-1-кетоаналога от 0,004 до 0,011 % после хранения в течение первых 6 месяцев и от 0,086 до 0,174 % после хранения в течение 2,5 лет; кеторолак-1-гидроксианалог не был обнаружен ни в одном из образцов в течение всего периода исследований. Неидентифицированной примеси было обнаружено от 0,007 до 0,043 % после хранения в течение первых 6 месяцев и от 0,117 до 0,228 % после хранения в течение 2,5 лет. Общее содержание примесей увеличилось на 0,017 – 0,046 за первые 6 месяцев и на 0,203 – 0,281 за весь период исследований.

Общее изменение содержания посторонних примесей в течение исследуемого периода во всех образцах укладывалось в допустимые пределы согласно ФСП 42-0163-5906-04, при этом следует отметить то, что таблетки более стабильны по данному показателю при хранении в банке стеклянной.

ВЫВОДЫ:

1. В ходе исследований стабильности было установлено, что существенных изменений показателей Кетолак® таблеток, покрытых пленочной оболочкой, 10 мг, выходящих за рамки требований ФСП 42-0163-5906-04 не происходит при всех предложенных температурных режимах, поэтому рекомендована температура хранения – не выше 30 °С.

2. Учитывая данные показателей качества таблеток, срок годности Кетолак® таблеток покрытых пленочной оболочкой, 10 мг можно рекомендовать – 2 года.

3. При изучении полученных результатов можем рекомендовать два вида упаковки банку стеклянную и контурную ячеиковую упаковку, но предпочтение следует отдать контурной ячеиковой упаковке, так как таблетки более стабильны по такому существенному показателю как «Распадаемость»; кроме того, данный вид упаковки более удобен в использовании.

Литература

1. Государственная фармакопея РФ XII изд.: Часть. 1. / МЗ РФ. – 12-е изд. – М.: «Научный центр экспертизы средств медицинского применения», 2007. – 696 с.
2. Государственная Фармакопея СССР XI изд.: Вып. 1. Общие методы анализа / МЗ СССР. – 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 1987. – 336 с.
3. Государственная Фармакопея СССР XI изд.: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. – М.: Медицина, 1990. – 397 с.
4. НД 42-8805-05 «Кеторолака трометамин». – 22 с.
5. ОСТ 42-2-72 Лекарственные средства. Порядок установления сроков годности. Введ. 01.07.1973. М.: Изд-во стандартов, 1972. – 10 с.
6. ОФС 42-0003-04 «Растворение». – 22 с.
7. ФСП 42-0163-5906-04 «Кетолак® таблетки, покрытые пленочной оболочкой, 10 мг». – 17 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОДЕ ДЛЯ ИНЪЕКЦИЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ИНФУЗИОННЫХ РАСТВОРОВ ЗАО «АЛТАЙВИТАМИНЫ»

Е.А. Муковина, Ю.А. Кошелев

ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск, tehnolog@altayvitamin

Вода для инъекций (Aqua pro injectionibus, WATER FOR INJECTIONS) - это вода, используемая как растворитель при изготовлении лекарственных средств для парентерального введения (вода для инъекций «ангро») или для растворения либо разведения

субстанций или препаратов для парентерального применения перед использованием (вода для инъекций стерилизованная). На практике применяют три способа получения воды для инъекций, при этом за исходную воду принимается вода очищенная [2]:

- Схема А основана на процессе дистилляции. Данный метод получения воды для инъекций рекомендован всеми международными организациями и является наилучшим.

- Схема В заключается в процессе двойного обратного осмоса и позволяет получить воду для инъекций из водопроводной воды. Недостатком является высокие требования к мембранам, продолжительность процесса и большие отходы воды.

- Схема С включает комплекс процессов. Например, комбинацию методов обратного осмоса и дистилляции. Для получения высокоочищенной апиrogenной воды можно использовать комбинацию методов деионизации и фильтрации через фильтр с диаметром пор 0,22 мкм. Данную схему целесообразно применять, ориентируясь на качество конечного продукта.

В настоящее время согласно требованиям Европейской Фармакопеи дистилляция является обязательным методом приготовления воды для инъекций. Фармакопея США и Российский стандарт (ФС 42-2620-97) допускают использование, как дистилляции, так и обратного осмоса. Вместе с тем, для обратного осмоса не достигнут уровень надежности приготовления воды для инъекций, обеспечиваемый дистилляцией, и нет достаточных оснований, чтобы признать его допустимостью. В США, несмотря на формальное разрешение использовать обратный осмос в основном используется дистилляция. Более того, FDA рекомендует получать воду для инъекций дистилляцией [3].

Обратный осмос существенно уступает дистилляции по двум основным причинам:

- обратный осмос, как правило, холодный процесс, чувствительный к температуре (мембраны обладают высокой чувствительностью к нагреву), и поэтому всегда уступает горячему в плане защиты от микробного загрязнения;

- есть затруднения с валидацией установок обратного осмоса, потому что практически не возможно доказать непрерывную целостность обратноосмотической мембраны.

Нельзя не отметить преимущество обратного осмоса перед дистилляцией. Мембраны установок обратного осмоса, удерживая пирогены, позволяют получить апиrogenную воду. Для уничтожения пирогенных веществ тепловым способом требуется нагрев до 170 °С, дистилляция проводится при меньших температурах. В данном случае используют комбинацию методов (схема С) и ставят перед дистиллятором установку обратного осмоса.

По мнению специалистов фирмы Steris/Finn-Agua [3], можно предсказать перспективу развития методов воды для инъекций:

- дистилляция будет укреплять свои позиции как принципиальный метод получения воды для инъекций;

- с развитием мембранной технологии будет расширяться использование обратного осмоса и ультрафильтрации для получения воды для инъекций технического назначения (для финишного ополаскивания);

- в будущем, возможно, Фармакопея позволит использование различных методов фильтрации в случаях, когда вода для инъекций не будет использоваться в качестве ингредиента конечного продукта.

Существует три вида процесса дистилляции: одноколончатая, термокомпрессионная, многоколончатая.

Одноколончатая дистилляция применяется давно и широко. Ее существенным недостатком является высокое энергопотребление, несмотря на простую конструкцию и невысокую цену установок дистилляции. На нагрев воды от 15 °С до 100 °С требуется

85 ккал/кг. На превращение воды в пар при 100 °С требуется 539 ккал/кг. Таким образом, на испарение воды требуется в шесть раз больше энергии, чем на ее нагрев.

Термокомпрессорная дистилляция заключается в следующем: принудительное сжатие пара компрессором приводит к росту давления пара и его температуры, повышенное теплосодержание пара используется для нагрева и превращения исходной воды в пар. Недостатками данного метода являются возможность попадания в чистую воду посторонних частиц, высокий уровень шума и необходимость в постоянном техническом обслуживании.

Наилучшим сочетанием различных свойств обладает многоколончатая дистилляция, при которой энергия нагретой воды используется наиболее полно и эффективно. Мировым лидером в производстве многоколончатых дистилляторов является концерн Steris/Finn-Aqua. Многоколончатые дистилляторы этой фирмы обеспечивают высокое химическое и микробиологическое качество воды, большой запас надежности по качеству продукта, постоянный и надежный сброс отделенных частиц в дренаж, хорошее соотношение производительности и размера установки, относительно невысокое потребление энергии [3].

Метод многоколончатой дистилляции является естественным и надежным по своей природе стерильным процессом, проходящим при высоких температурах. А также сочетает непрерывность и надежность очистки воды за счет двух факторов: гравитации и центробежных сил, обеспечивающих разделение.

Воду для инъекций следует хранить при температуре от 80 °С до 95 °С в закрытых емкостях, изготовленных из материалов, обеспечивающих сохранение свойств воды в пределах действующих нормативных документов и защищающих ее от попадания механических включений и микробиологической контаминации. Рекомендуется непрерывное движение воды с контролируемой скоростью. Длительность хранения устанавливается после валидации.

При создании системы хранения и распределения воды для инъекций необходимо соблюдать следующие требования: емкость резервуара должна быть такой, чтобы выполнялись требования пользователя по максимальному единовременному потреблению воды; минимальная производительность установки должна учитывать любые требования пользователя в будущем; качество воды при ее доставке к точке использования. Контролируемыми параметрами воды для инъекций в системе распределения и хранения являются температура, давление, проводимость, скорость движения, общий органический углерод [3].

Резервуар для хранения воды для инъекций проектируется как сосуд под давлением. Это требование должно сочетаться с возможностью обеспечения полного вакуума (при закупорке вентиляционного фильтра или в случае, когда вентиляционный клапан закрыт). Резервуар также должен быть рассчитан на 3 бара, чтобы систему можно было обрабатывать паром при 134 °С [2].

В руководстве, изданном Международным обществом инженеров фармацевтической промышленности (ISPE), сказано, что оптимизация системы подготовки воды является результатом следующего:

- время, когда вода находится в условиях, благоприятствующих росту микроорганизмов, должно быть сведено к минимуму;
- все изменения температуры воды должны быть сведены к минимуму;
- во время обработки должен обеспечиваться контакт со всеми поверхностями.

Известно, что росту микроорганизмов в воде способствуют неподвижное состояние воды и наличие зон с низкой скоростью движения воды, значения температуры, которые способствуют росту микроорганизмов, низкое качество исходной воды и попадание неотфильтрованного воздуха в систему.

В тоже время есть некоторые основные правила, которые позволяют избежать этого. К таким правилам относятся: высокая температура, непрерывный турбулентный

поток, гладкие и чистые поверхности, на которых возможность осаждения питательных для микроорганизмов веществ сведена к минимуму, герметичные соединения, поддержание положительного давления в системе, возможность обеспечения полного стока, особенно в системах, обрабатываемых паром [3].

Существует зависимость между скоростью течения воды и образование биопленок. При ламинарном потоке в непрерывной близости от стенки трубопровода вода течет очень медленно. Следовательно, необходимо добиться турбулентного течения воды во всех частях системы распределения воды. Общим правилом является обеспечение средней скорости воды, равной 1 м/с. Горячие системы (более 65°C) являются в значительной степени самоочищающимися [1].

Для внутренних поверхностей существует требование к среднему значению высоты микронеровностей внутренней поверхности, которое должно быть не более 0,6 мкм и отсутствие раковин [2].

Очень важна техника монтажа системы распределения воды для инъекций, так как при этом может быть нарушена механическая или санитарная целостность системы. При установке клапанов необходимо обеспечить дренаж. При установке труб должны быть предусмотрены достаточные наклоны для дренажа. Рекомендуются клапаны мембранного типа. Сварные швы из нержавеющей стали должны обеспечить надежные и крепкие стыки, имеющие ровную поверхность. При сварке труб желательно использовать машины для орбитальной автоматической сварки (orbital welding)[2].

Требования к качеству воды для инъекций в Российской Федерации изложены в ФС 42-2620-97 «Вода для инъекций», в США – в Фармакопее США XXIV, в Европе - в Европейской Фармакопее 6-го издания. Основные требования и показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к воде для инъекций

Показатель	Россия	США	Европа
Микробиологическая чистота, КОЕ/мл	—	10КОЕ в 100 мл (справочный показатель)	10КОЕ в 100 мл (уровень действия)
Проводимость, мкСм/см	—	Не более 2,1	Не более 1,1
Общий органический углерод, мг/л	—	Не более 0,5	Не более 0,5
Бактериальные эндотоксины, UI/мл	Не более 0,21	Не более 0,25	Не более 0,25

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать следующие выводы:

- по Европейской Фармакопее требования к воде для инъекций аналогичны требованиям Американской Фармакопеи за исключением показателя «проводимость».
- по требованиям Американской Фармакопеи проводимость воды для инъекций совпадает с проводимостью воды очищенной и составляет не более 2,1 мкСм/см [3].
- в Европейской Фармакопее проводимость воды очищенной и воды для инъекций отличается и составляет 4,3 и 1,1 мкСм/см соответственно [4].
- общий органический углерод, допустимый предел по микробной контаминации и уровень действия нормируются одинаково в Фармакопеех Европы и США.

Проводимость (электропроводность) – это совокупный параметр, выражающий химический состав воды. Допустимый предел выражается в табличных значениях и привязан к температуре воды. Измерение электропроводности может проводиться on-line прямо в системе или же off-line в лабораторных условиях. Пределы значения параметра отличаются для способов in-line и off-line [3].

Общий органический углерод (ТОС -Total Organic Carbon) – косвенно выражает наличие органических молекул в воде, измеряемых как органический (способный к окислению) углерод. Измерение ТОС может проводиться on-line прямо в системе или же off-line в лабораторных условиях [3].

Рекомендуемый допустимый предел микробной контаминации выражает максимально допустимое число колониеобразующих единиц в известном количестве воды. Для мониторинга микробной контаминации Американская Фармакопея рекомендует определять так называемые уровень тревоги (предупредительный предел, либо предел бдительности), уровень действия (граничный предел, или предел, вызывающий корректирующие действия). По уровню тревоги рекомендованы значения, например в США — 100 КОЕ/мл, общепринято считать, что значение предела уровня действия должно находиться в интервале 10-50 % от уровня тревоги [3].

Бактериальные эндотоксины представляют собой липополисахариды клеточных стенок и являются одним из факторов, обуславливающих пирогенность воды. Пирогены вызывают лихорадку при введении млекопитающему. Пирогенность определяют по ГФ XII, ч.1 ОФС 42-0061-07. Бактериальные эндотоксины определяют по ГФ XII, ч.1 – ОФС 42-0061-07, либо по общей статье Европейской фармакопеи 2.6.14. Bacterial Endotoxins (Бактериальные эндотоксины).

На предприятии ЗАО «Алтайвитамины» при разработке концепции проекта по модернизации производства инфузионных растворов особое внимание уделялось качеству воды для инъекций, схеме ее производства, а так же системе ее хранения и распределения.

Базовый проект участка по производству инфузионных растворов был выполнен в 1996 году и для своего времени был современным и функциональным. Получение воды для инъекций проводили методом двойного обратного осмоса и деионизации из воды очищенной. Полученная вода хранилась в сборнике при температуре 90 °С ограниченное время.

В 2008 году при разработке концепции проекта было принято решение полностью пересмотреть технологическую схему получения воды для инъекций. Воду для инъекций решено получать методом трехступенчатой дистилляции из воды очищенной. Хранение и распределение воды для инъекций необходимо проводить в «горячем кольце» при температуре 90±5 °С. Периодически оборудование для хранения и распределения воды для инъекций должно подвергаться стерилизации апиrogenным паром.

При реализации проекта в 2009-2010 годах на предприятии для получения воды для инъекций был проведен монтаж двух установок: многоступенчатого дистиллятора Pharmastill MS 704 HPS и генератора чистого пара PSG 750 DTS. Производственный процесс включает выпаривание воды очищенной, за которым следует отбор очищенного пара и конденсация посредством многофункциональной дистилляционной установки.

Система распределения воды для инъекций закольцована. Отбор воды для инъекций происходит либо непосредственно (горячей), либо охлажденной воды для инъекций с температурой не более 50 °С. Температура хранения воды для инъекций 90 ±5 °С.

Для управления системой распределения воды для инъекций предусмотрен щит управления. В щите установлен программируемый контроллер, операционный пульт для задания и управления данными и безбумажный записывающий прибор. Все оборудование соответствует действующим нормативам ЕС и Российской Федерации. Измерительные элементы калиброваны и сертифицированы. Система квалифицировалась согласно директивам ЕС.

Качество получаемой воды для инъекций соответствует требованиям ФС 42-2620-97 «Вода для инъекций», а так же требованиям Европейской Фармакопеи EUPh., art.07/2002:0169.

В результате реализации данного проекта на предприятии ЗАО «Алтайвитамины» получена вода для инъекций, соответствующая по показателям качества требованиям РФ и требованиям ЕС. Проведена валидация системы получения, хранения и распределения воды для инъекций, которая подтвердила функциональность и стабильность системы по приемлемости параметров процесса. Все эти меры позволили ЗАО «Алтайвитамины» в настоящее время обеспечить стратегию правил GMP при производстве инфузионных растворов и успешно пройти стадию лицензирования данного производства.

Литература

1. Дисмор, Д. Распределение воды для инъекций / Д. Дисмор // Технология чистоты. – 2001. – № 2, с. 14-17.
2. МУ 78-113 Медицинские иммунобиологические препараты. Приготовление, хранение и распределение воды очищенной и воды для инъекций. Методические рекомендации. Введ. 22.05.1998.
3. Федотов, А.Е. Чистые помещения / А.Е. Федотов, Г.Г. Шихт [и др.]; под ред. А.Е. Федотова. – М.: АСИНКОМ, 2003. – 576 с.
4. Water for Injections / European Pharmacopoeia. – 6th ed. – Strasbourg: European Department for the Quality of Medicines, 2007.

ВЫСОКОДИСПЕРСНЫЕ ФОРМЫ МЕЛОКСИКАМА

С.А. Мызь^{1,2}, А.Г. Огиенко^{1,3}, Н.А. Туманов¹, А.С. Юношев^{1,4}, А.С. Стопорев^{1,3},
А.Ю. Манаков^{1,3}, Т.П. Шахтштейдер^{1,2}, Е.В. Болдырева^{1,2}

¹ГОУ ВПО Новосибирский государственный университет, НОЦ «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии», г. Новосибирск

²Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск

³Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск

⁴Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск

e-mail: apenina@solid.nsc.ru

Мелоксикам (рисунок 1), 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-2-тиазолил)-2Н-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксид, является современным нестероидным противовоспалительным препаратом [1].

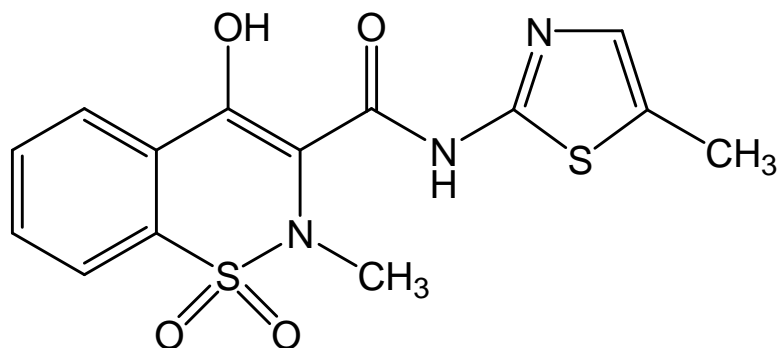


Рисунок 1 – Структурная формула мелоксикама

Мелоксикам обладает очень плохой растворимостью в воде, а значит и низкой биологической доступностью. Увеличить последнюю можно, повысив скорость растворения или растворимость лекарственного вещества, используя известные в фармации способы, такие как уменьшение размеров частиц, приготовление твёрдых дисперсных систем и т.п. Для достижения этих целей давно и успешно используют механохимический метод, который приводит к ряду изменений физико-химических свойств лекарственных веществ [2]. Известны также способы получения высокодисперсных лекарственных веществ, основанные на высокотемпературной распылительной либо криогенной лиофильной сушке [3].

Недавно был разработан другой способ получения высокодисперсных лекарственных веществ, так называемый метод получения «стеклообразной фазы» с использованием больших скоростей охлаждения (с образованием аморфных фаз), с последующим удалением растворителей сублимацией [4, 5].

Образцы готовят быстрым охлаждением раствора. Полученная смесь визуально разделяется на «стеклообразные» (прозрачные) фрагменты, и остальную часть (матовые фрагменты, замерзшие капли) (рисунок 2). Затем «стеклообразные» фрагменты сушат в вакуумной камере, помещённой в термостат с температурой теплоносителя $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такой способ позволяет избежать укрупнения образующихся кристаллитов вследствие отсутствия контакта с жидкой фазой. Таким образом, получены образцы высокодисперсного мелоксикама с размером частиц около 100 нм (рисунок 3).



Рисунок 2 – Образцы замороженного раствора мелоксикама в диоксане: замёрзшие капли и «стеклообразная фаза» после разделения

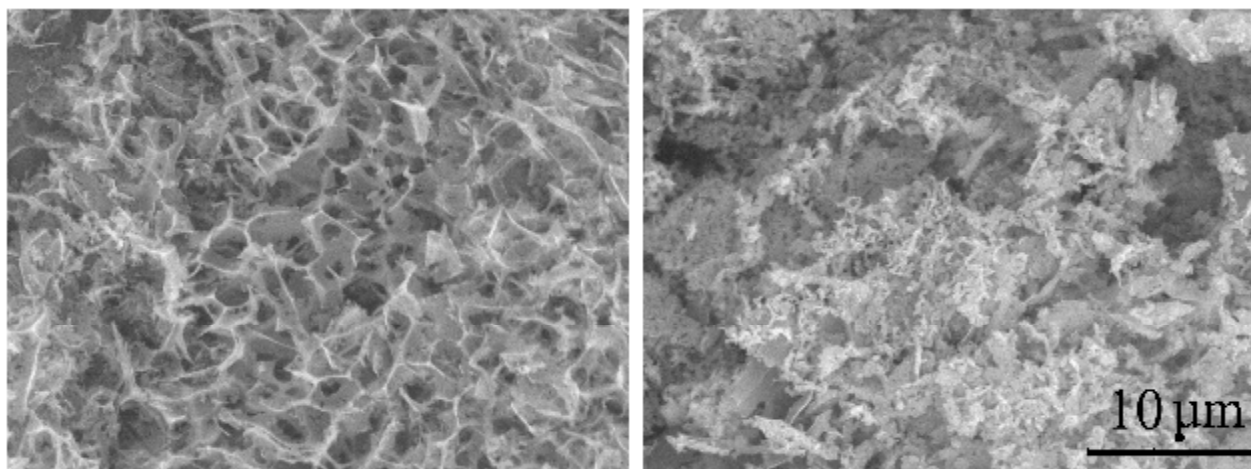


Рисунок 3 – Образцы высокодисперсного мелоксикама, полученные сублимационной сушкой «стеклообразной фазы» раствора в диоксане

Для полученных образцов исследовали динамику растворения лекарственного вещества (ЛВ) в сравнении мелоксикамом, измельченным с использованием планетарной мельницы-активатора АГО-2 и исходной субстанцией (рисунок 4). Исследования показали, что для образцов мелоксикама, полученных сублимационной сушкой замороженных растворов, характерен резкий выброс вещества в раствор в первые минуты растворения, что в 4 раза превышает концентрацию исходного для этого же времени. Затем наблюдается снижение концентрации мелоксикама до равновесной для исходного ЛВ. Такое поведение динамики растворения часто наблюдается для аморфных образцов, и очень полезно для повышения терапевтической активности образцов, т.к. в желудочно-кишечном тракте при быстром растворении сразу идёт всасывание в кровь, и таким образом снижаются риски появления побочных эффектов, таких как изъязвление стенок желудочно-кишечного тракта.

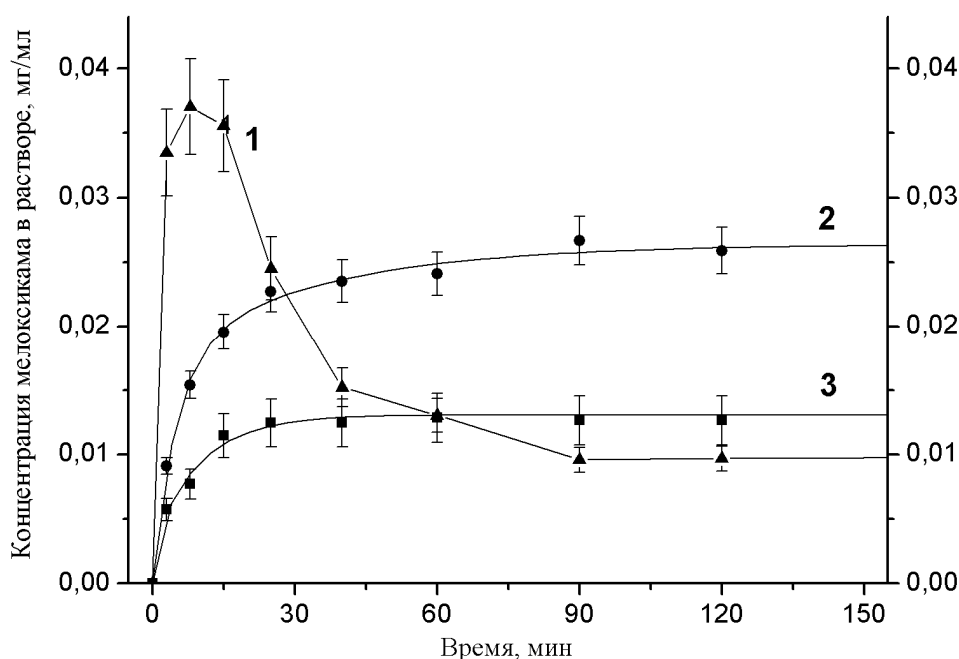


Рисунок 4 – Кривые растворения образцов мелоксикама: 1 – высокодисперсный мелоксикам, полученный сублимационной сушкой «стеклообразной фазы» раствора в диоксане; 2 – механически активированный мелоксикам; 3 – исходный мелоксикам

В последнее время для повышения биологической доступности в фармации стал распространённым метод получения смешанных кристаллов ЛВ, которые представляют собой многокомпонентные кристаллы, в кристаллическую решётку которых упорядоченным образом периодически включено ЛВ и дополнительный компонент. Получают смешанные кристаллы такими методами как твердофазный синтез, со-кристаллизация, обработка ультразвуком, совместное плавление, которые, однако, не всегда приводят к положительному результату.

В данной работе разработан способ получения смешанных кристаллов мелоксикама с карбоновыми кислотам, основанный на быстром охлаждении раствора, содержащего оба исходных компонента (мелоксикам и дополнительный компонент) в требуемом соотношении, с отделением образующейся при используемом способе охлаждения т.н. «стеклообразной фазы», с последующим удалением растворителя сублимацией. Эффективность данного метода в приложении к системам «мелоксикам-дополнительный компонент» была продемонстрирована синтезом смешанных кристаллов мелоксикама с янтарной и малоновой кислотами, которые ранее были получены твердофазным синтезом и структурно охарактеризованы как нами, так и другими

авторами [6, 7]. Преимуществом данного метода является то, что при этом получают высокодисперсные формы смешанных кристаллов мелоксикама (рисунок 5).

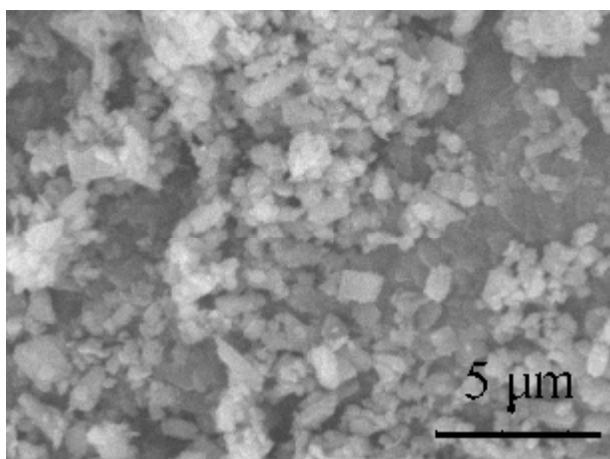


Рисунок 5 – Образцы полученных в данной работе смешанных кристаллов мелоксикама с янтарной кислотой

Таким образом, с использованием способа «замороженных растворов» получен высокодисперсный мелоксикам, обладающий повышенной скоростью растворения по сравнению с исходным ЛВ и высокодисперсные формы смешанных кристаллов мелоксикама с карбоновыми кислотами. Мы предполагаем, что данный метод, основанный на сублимационной сушке замороженных с использованием больших скоростей охлаждения растворов (с образованием аморфных фаз), может быть использован не только для повышения биологической доступности трудно растворимых препаратов и снижения риска появления побочных эффектов, связанных с поражением желудочно-кишечного тракта, но также может позволить получать новые формы с улучшенными характеристиками также и для широкого круга других твердых лекарственных веществ.

Авторы благодарят ЗАО «Алтайвитамины» за любезно предоставленную субстанцию мелоксикама. Работа была выполнена при поддержке грантов CRDF (RUX0-008-NO-06), Министерства образования РФ (2.2.2.2.340), РФФИ (10-03-00252, 11-03-00684), программ Президиума РАН «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов» и «Механохимия молекулярных систем».

Литература

1. Luger P., Daneck K., Engel W., Trummlitz G., Wagner K. Structure and physico-chemical properties of meloxicam, a new NSAID. // J. Pharm. Sci. – 1996 – V.4. – P. 175-187.
2. Shakhtshneider T. P., Mechanochemical synthesis and mechanical activation of drugs. // Reactivity of Molecular Solids. – N.Y.: John Wiley & Sons, LTD. – 1999. – P. 271-311.
3. Hu J., Johnston K.P., Williams R.O. Nanoparticle Engineering Processes for Enhancing the Dissolution rates of Poorly Water Soluble Drugs. // Drug Dev. Ind. Pharm. – 2004. – V.30, № 3. – P. 233-245.
4. Overhoff K.A., Johnston K.P., Tam J., Engstrom J., Williams III, R.O. Use of thin film freezing to enable drug delivery: a review. // J. Drug Del. Sci. Tech. – 2009. – V.19, № 2. – P. 89-98.
5. Manakov A.Yu., Ogienko A.G., Kurnosov A.V., Ancharov A.I., Boldyreva E.V., Yunoshev A.S. X-ray diffraction studies of metastable phases in the glycine-water system. // XVIII International Synchrotron Radiation Conference, Novosibirsk, Russia, July 19-22. – 2010. – P.51.

6. Myz S.A., Shakhtshneider T.P., Fucke K., Fedotov A.P., Boldyreva E.V., Boldyrev V.V., Kuleshova N. I. Механохимический синтез смешанных кристаллов мелоксикама с карбоновыми кислотами. // *Mend. Commun.* – 2009. – V.19. – P. 272-274.

7. Cheney M.L., Weyna D.R., Shan N., Hanna M., Wojtas L., Zaworotko M. J. Supramolecular Architectures of Meloxicam Carboxylic Acid Cocrystals, a Crystal Engineering Case Study. // *Crystal Growth & Design.* – 2010. V.10. – P. 4401-4413.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ОТЖИГЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ РАСТВОРОВ (СТЕКОЛ) В СИСТЕМАХ С КЛАТРАТООБРАЗОВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ, И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ФОРМ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

А.Г. Огиенко^{1,2}, Е.В. Болдырева^{1,3}, В.В. Болдырев^{1,3}, А.Ю. Манаков^{1,2},
А.С. Юношев^{1,4}, М.А. Михайленко^{1,3}, А.А. Огиенко^{1,5}, С.А. Мызь^{1,3}, Н.В. Кутаев^{1,2}

¹ГОУ ВПО Новосибирский государственный университет, НОЦ «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии», г. Новосибирск,

²Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск,

³Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск,

⁴Институт гидродинамики СО РАН, г. Новосибирск,

⁵Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск,

e-mail: andreyogienko@gmail.com

Увеличение биодоступности лекарственных препаратов (ЛП) за счет улучшения их динамики растворения – чрезвычайно важная и актуальная задача для фармацевтической науки. Кроме того, огромный интерес со стороны фармацевтических компаний к созданию и развитию технологий, позволяющих получать микро- и наночастицы с заданными размерами, связан, в том числе, с возрастающей популярностью ингаляционной терапии. Однако, малая растворимость в воде исходных субстанций ЛП существенно ограничивает использование методов распылительной либо сублимационной сушки вследствие необходимости испарения в ходе процесса больших объемов растворителей, либо удаления большого количества льда сублимацией, что приводит к существенному увеличению времени процесса и большим энергозатратам на единицу массы продукта.

В то же время, существенное увеличение растворимости может быть достигнуто в случае использования смесей легкокипящая жидкость (ацетон, диоксан, тетрагидрофуран, этанол) - вода. Для многих подобных систем характерно образование при низких температурах клатратных гидратов кубической структуры II (КС-II, $Fd\bar{3}m$, $a \sim 17.1 \text{ \AA}$, стехиометрия $G \cdot 17H_2O$) (рисунок 1), стабильных до достаточно высоких температур, что дает возможность в некотором диапазоне концентраций проводить сушку при существенно более высоких температурах. При этом, использование больших скоростей охлаждения с образованием аморфных фаз, с последующим удалением растворителей сублимацией позволяет избежать укрупнения образующихся частиц вследствие отсутствия контакта с жидкой фазой.

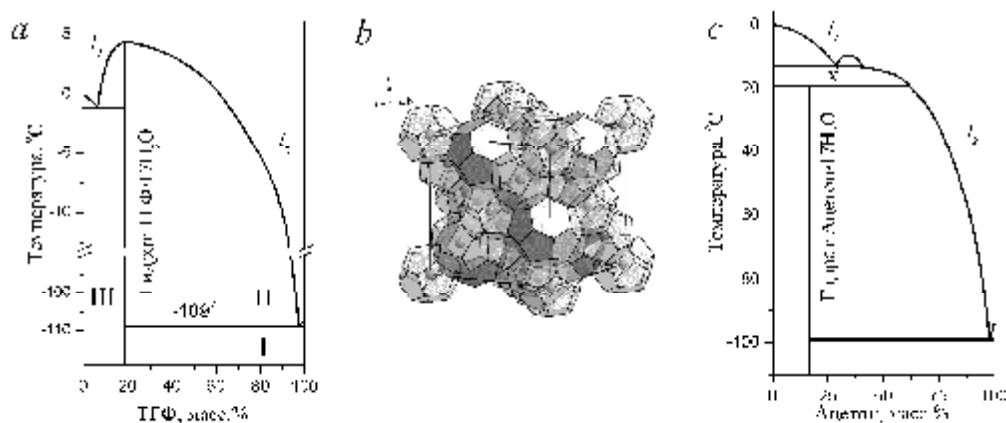


Рисунок 1 – Фазовая диаграмма системы тетрагидрофуран (ТГФ) – вода (а); представление структуры гидрата КС-II в виде упаковки полиэдрических полостей (каркас построен из молекул воды; вершины – атомы кислорода, ребра – водородные связи) (b); фазовая диаграмма системы ацетон-вода (с)

Парацетамол (N-(4-гидроксифенил)ацетамид) – широко используемый ненаркотический анальгетик, оказывающий также противовоспалительное и жаропонижающее действие, является также часто используемым «модельным объектом» в научной литературе. На примере парацетамола было выполнено значительное количество работ, посвященных важнейшим проблемам фармацевтической науки, таким как, например, получение и устойчивость при хранении полиморфных модификаций, изучение зависимости динамики растворения от размеров частиц, получение высокодисперсных порошков стабильной полиморфной модификации I, пригодных для прямого прессования; а также отработаны методики получения микронизованных образцов с фиксированным распределением размеров частиц, что представляет интерес для создания аэрозольных лекарственных форм.

Недавно нами [1, 2] была продемонстрирована возможность использования системы ацетон-вода для получения высокодисперсных порошков моноклинной полиморфной модификации парацетамола, пригодных для прессования без использования вспомогательных веществ. В то же время, с использованием различных методов было показано [3], что полного образования гидрата ацетона не происходит.

На основании результатов дифракционных экспериментов (рисунок 2) температурные режимы сублимационной сушки замороженных растворов (путем распыления исходного раствора в емкость с жидким азотом) были выбраны таким образом, чтобы на каждой стадии сушки в системе присутствовали только твердые фазы. По данным сканирующей электронной микроскопии (рисунок 3), полученные образцы представляют собой плоские частицы с линейными размерами 1-10 мкм., толщиной 60-150 нм., объединенные в агломераты размерами 30-100 мкм., образующиеся за счет удаления растворителей из замерзших капель. Видно, что размеры агломератов, полученных с нарушением режима сушки, сохраняются, однако вследствие присутствия жидкой фазы происходит укрупнение частиц с образованием достаточно хорошо ограненных кристаллов размерами 2-10 мкм.

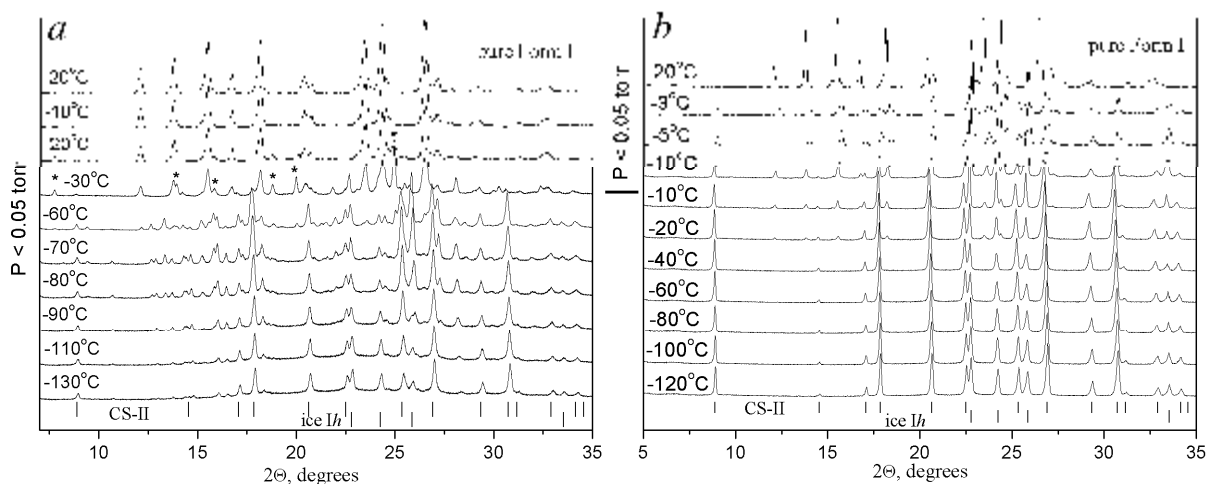


Рисунок 2 – Дифрактограммы замороженных растворов парацетамола в смесях ацетон-вода (а) и тетрагидрофуран-вода (b) при различных температурах. * – обозначены наиболее сильные рефлекссы тригидрата парацетамола

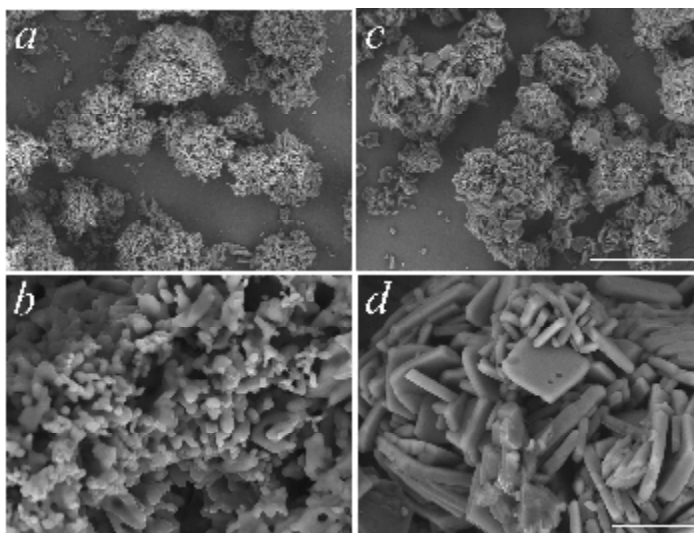


Рисунок 3 – Образцы высокодисперсного парацетамола, полученные сублимационной сушкой замороженных растворов в смеси ацетон – вода (30 масс. % воды). Условия сушки: (a, b) – выполнены, (c, d) – не выполнены. Масштабный отрезок: a, c – 100 мкм.; b, d – 20 мкм

В то же время, система тетрагидрофуран-вода (рисунок 1) является наиболее исследованной в химии клатратных гидратов, в том числе и вследствие простоты работы с ней – клатратный гидрат кристаллизуется при охлаждении из гомогенных водных растворов. Дифракционный эксперимент, проведенный с образцом замороженного раствора парацетамол–ТГФ–вода (рисунок 2) с содержанием ТГФ, равном составу гидрата показал, что в температурном интервале от -120 до -20 °С, на дифрактограммах присутствуют только рефлекссы гидрата ТГФ и льда *Ih*. Таким образом, отсутствие рефлекссов других фаз на дифрактограмме, записанной при температуре -120 °С (ниже температуры плавления эвтектики в двойной системе ТГФ-вода), свидетельствует об отсутствии поликристаллической фазы ТГФ в исследуемом образце. Если предположить, что при наших условиях эксперимента происходит образование аморфной фазы ТГФ, то пересечение фигуративной точкой (ФТ) системы линии плавления эвтектики привело бы к снижению интенсивности (либо исчезновению) рефлекссов льда *Ih* вследствие появления в системе жидкой фазы (ФТ попадает из поля I в поле II, Рисунок 2) и некоторому поднятию фоновой линии на дифрактограмме, записанной при -100 °С. Однако, никаких изменений величин интенсивностей рефлекссов льда *Ih* на дифрактограмме,

записанной при $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, зафиксировано не было. Таким образом, появление рефлексов льда Ih мы связываем с частичным испарением ТГФ в процессе распыления. Следовательно, при использовании выбранных нами условиях охлаждения исходного раствора (строго состава гидрата), ФТ системы попадает в поле III (рисунок 2); появление жидкой фазы в этом диапазоне концентраций произойдет только при пересечении линии плавления эвтектики в подсистеме лед Ih – гидрат ТГФ при температуре около $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рисунок 2).

Кроме того, следует особо отметить преимущества использования в качестве смеси растворителей системы ТГФ-вода по сравнению с системой ацетон-вода: во-первых, не происходит образования промежуточных фаз, в качестве компонента которых выступает как минимум, один из используемых компонентов смеси растворителей; во-вторых, имеется возможность работы в некотором интервале концентраций ТГФ, позволяющем проводить сушку при существенно более высоких температурах, что невозможно при использовании в качестве смеси растворителей системы ацетон – вода вследствие инконгруэнтного плавления клатратного гидрата ацетона и перехода ФТ системы в поле лед Ih -богатая ацетоном жидкость l_2 (поле x на рисунке 1(c)), что накладывает жесткие требования на соблюдение режимов сушки.

При этом, в отличие от образцов парацетамола, полученных с использованием системы ацетон-вода в качестве растворителей, образцы парацетамола, полученные с использованием смеси растворителей ТГФ-вода, представляют собой чрезвычайно легкие пушистые порошки. На рисунке 4 иллюстрирована разница насыпных объемов исходной субстанции и высокодисперсного парацетамола, полученного в данной работе. Удельная площадь поверхности образцов парацетамола, вычисленная по сорбции/десорбции N_2 , оказалась равной: полученный нами – $2,43 \pm 0,06\text{ м}^2/\text{г}$., исходная субстанция – $0,13 \pm 0,01\text{ м}^2/\text{г}$.



Рисунок 4 – Сравнение насыпных объемов полученного в данной работе высокодисперсного парацетамола и исходной субстанции. Навески по 1,0 г.

По данным сканирующей электронной микроскопии, полученные нами образцы высокодисперсного парацетамола представляют собой агломераты в виде пористых шаров с размерами 30-70 мкм., образовавшихся при удалении растворителей сублимацией из замерзших капель, получающихся при использовании больших скоростей охлаждения исходного раствора. Было отмечено, что даже при очень слабом механическом воздействии (пересыпание образца в бюксе при его переворачивании; растирание шпателем) происходит разрушение агломератов на составляющие их плоские частицы с линейными размерами 2-4 мкм. и толщиной около 100 нм (рисунок 5).

Совсем недавно схожего размера и формы частицы парацетамола были получены из этанольного раствора с использованием сверхкритического CO_2 [4]. Хотя авторы [4] работали с более разбавленными растворами ($\sim 25\text{ г/кг}$ растворителя; у нас $\sim 130\text{ г/кг}$), размеры частиц, образующихся после разрушения «шаров» парацетамола в данной работе, совпадают с полученными с использованием сверхкритического CO_2 .

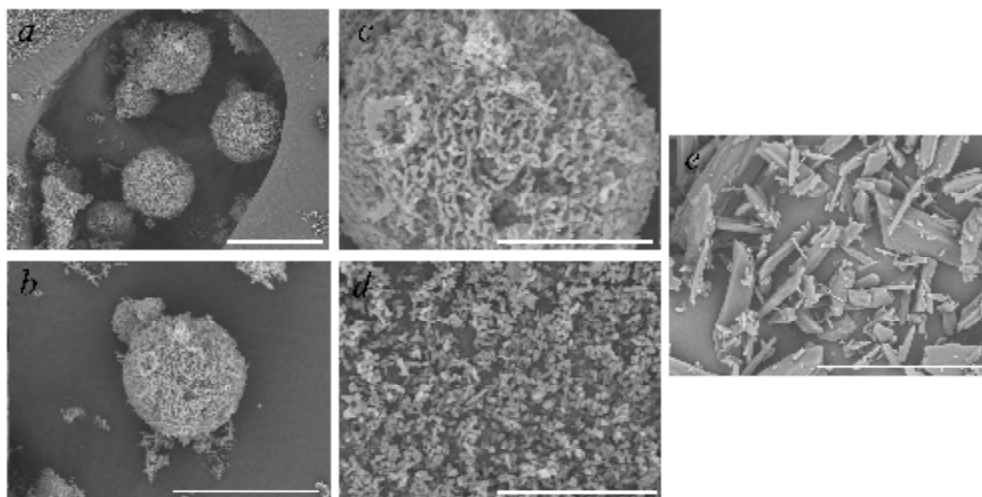


Рисунок 5 – Образцы высокодисперсного парацетамола (*a - d*), полученные сублимационной сушкой замороженных растворов парацетамола (11 масс. %) в смеси ТГФ - вода (80 масс. % воды) в сравнении с поликристаллическим образцом исходной субстанции (*e*). Масштабный отрезок: *a, e* – 100 мкм.; *b* – 50 мкм.; *c, d* – 20 мкм.

В то же время, для образцов, полученных с использованной системы растворителей ацетон-вода (~ 440 г/кг растворителя), не было характерно легкое разрушение агломератов и также не наблюдалось существенного увеличения площади поверхности. Другими словами, чем большее количество исходного ЛП в замерзшей капле, тем более плотным и прочным получается итоговый агломерат. В то же время, концентрации рабочих растворов реальных объектов ожидаемо будут существенно ниже вследствие малой растворимости исходных субстанций в выбранной смеси растворителей. Поэтому для проверки возможности получения высокодисперсных частиц без дополнительного разрушения агломератов, мы использовали концентрацию парацетамола в растворе, наиболее близкую к концентрациям ЛП (~ 10 г/кг растворителя), для улучшения биодоступности которых необходимо получение высокодисперсных форм. По данным сканирующей электронной микроскопии, полученные нами образцы высокодисперсного парацетамола представляют собой совокупность отдельных плоских частиц размерами 1-4 мкм (рисунок 6).

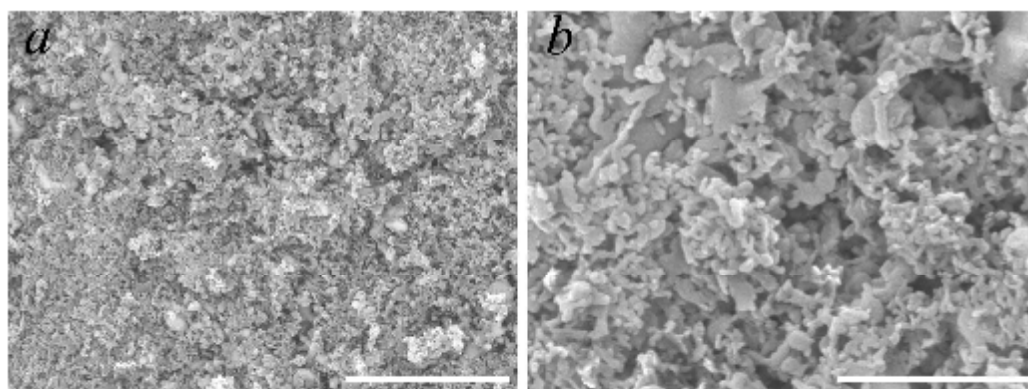


Рисунок 6 – Образцы высокодисперсного парацетамола, полученные сублимационной сушкой замороженных растворов парацетамола (~ 1 масс. %) в смеси ТГФ – вода (80 масс. % воды). Масштабный отрезок: *a* – 30 мкм.; *b* – 10 мкм.

Таким образом, показано, что использование в качестве растворителя двухкомпонентной смеси легкокипящая жидкость – вода с клатратообразованием позволяет, во-первых, увеличить концентрацию рабочих растворов ЛП для приготовления

микронизованных образцов с использованием различных вариантов сублимационной сушки, а во-вторых, проводить удаление растворителей сублимацией при существенно более высоких температурах, что позволяет существенно сократить время сушки, что чрезвычайно важно для технологического применения. Мы предполагаем, что данный метод, основанный на сублимационной сушке замороженных растворов, приготовленных из смешанных водно-органических растворителей, позволит получать высокодисперсные формы с улучшенными характеристиками также и для широкого круга других лекарственных препаратов.

Авторы благодарят ЗАО «Алтайвитамины» за любезно предоставленную субстанцию парацетамола. Работа была выполнена при поддержке Интеграционного проекта № 109 СО РАН и проекта 21.44 Президиума РАН.

Литература

1. Огиенко, А.Г., Болдырева, Е.В., Манаков, А.Ю., академик Болдырев, В.В., Михайленко, М.А., Юношев, А.С., Огиенко, А.А., Анчаров, А.И., Ачкасов, А.Ф., Ильдяков, А.В., Бурдин, А.А., Туманов, Н.А., Стопорев, А.С., Кутаев, Н.В. Новый способ получения высокодисперсного парацетамола для прессования без наполнителей. // ДАН. – 2011. – Т. 437. – С. 785-788.

2. Огиенко, А.Г., Болдырева, Е.В., Манаков, А.Ю., Болдырев, В.В., Михайленко, М.А., Юношев, А.С., Огиенко, А.А., Анчаров, А.И., Ачкасов, А.Ф., Ильдяков, А.В., Бурдин, А.А., Туманов, Н.А., Стопорев, А.С., Кутаев, Н.В. Заявка на получение патента РФ «Способ получения высокодисперсного парацетамола».

3. Ogienko, A.G., Boldyreva, E.V., Manakov, A.Yu., Boldyrev, V.V., Mikhailenko, M.A., Yunoshev, A.S., Ogienko, A.A., Ancharov, A.I., Achkasov, A.F. A new method of producing monoclinic paracetamol suitable for direct compression. // Pharm. Res. – в печати.

4. Baldyga J., Kubicki D., Shekunov B.Y., Smith K.B. Mixing effects on particle formation in supercritical fluids. // Chem. Eng. Res. Des. – 2010. – V.88. – P.1131-1141.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ КОНДЕНСАЦИИ НЕКОТОРЫХ АЗОЛОВ С ГЛИОКСАЛЕМ

М.Ю. Каросёва, А.С. Потапов, А.И. Хлебников, П.И. Сиянко

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, karoseva@mail.ru.

Хелатообразующие пиразолсодержащие лиганды представляют интерес для получения комплексных соединений, обладающих каталитической и биологической активностью, а также магнитными свойствами [1, 2].

Алкенилзамещенные азолы встречаются в природных соединениях, так же могут использоваться в качестве красителей, мономеров для получения полимеров и синтетических интермедиатов [3].

Алкены, содержащие два и более пиразольных кольца и потенциально обладающие перечисленными выше свойствами, в литературе не описаны. Поэтому разработка способов их получения представляет большой научный интерес.

Пиразолсодержащие алкены можно получить, например, из 1,2-дигалогенпроизводных этана. В связи с этим целью данной работы является разработка способов получения 1,2-бис(пиразол-1-ил)-1,2-дихлорэтанов и исследование их реакционной способности в реакциях элиминирования. 1,2-Дихлорэтаны достаточно легко синтезировать взаимодействием 1,2-диолов с тионилхлоридом. Диолы легко образуются при взаимодействии пиразолов с глиоксалем в присутствии соляной кислоты в диоксане [4]. Нами было установлено, что данную реакцию можно проводить в этаноле без катализатора при комнатной температуре (Схема 1, рисунок 1). Этим способом были получены известные диолы (I,III), а также неизвестные ранее (II,IV).

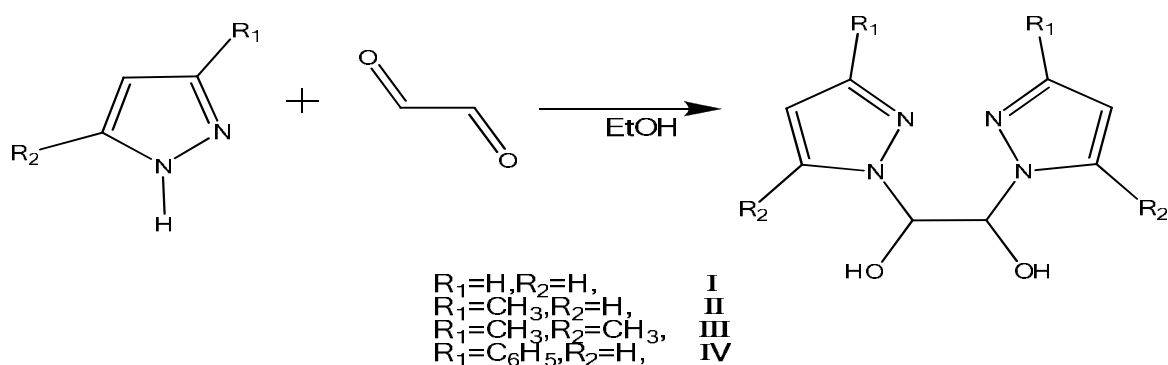


Схема 1

Рисунок 1 – Схема получения известных диолов (I,III),
а также неизвестных ранее (II,IV)

Полученные соединения I-IV являются устойчивыми. Выход их достаточно высокий от 84 % до 98 %. Узкий интервал температур плавления свидетельствует о высокой степени чистоты данных продуктов. Из всех ЯМР - спектров диолов видно, что в растворе они находятся в равновесии с исходными веществами).

Данные ИК – спектроскопического анализа подтверждают структуру полученных соединений. В спектрах присутствуют широкие полосы в области 3200-3100 cm^{-1} соответствующие валентным колебаниям ОН-групп. Смещение этих полос поглощения в область низких частот объясняется образованием водородных связей. В ИК спектрах синтезированных пиразолсодержащих диолов зарегистрированы полосы основных характеристических колебаний гетероцикла. Две интенсивных полосы поглощения около 1550 – 1510 и 1450 – 1360 cm^{-1} соответствуют валентным колебаниям пиразольного кольца (ν_{pz}). В ИК спектре диолов была также зарегистрирована третья полоса валентных колебаний кольца при 1680 – 1620 cm^{-1} . Полосы дышащих колебаний пиразольного кольца находятся в области 1060 – 1010 cm^{-1} , а полосы внеплоскостных деформационных колебаний кольца (β кольца) 770 – 740 cm^{-1} . В ИК спектре также наблюдается характерная интенсивная полоса поглощения при 1100 cm^{-1} , соответствующая валентным колебаниям связи С–О.

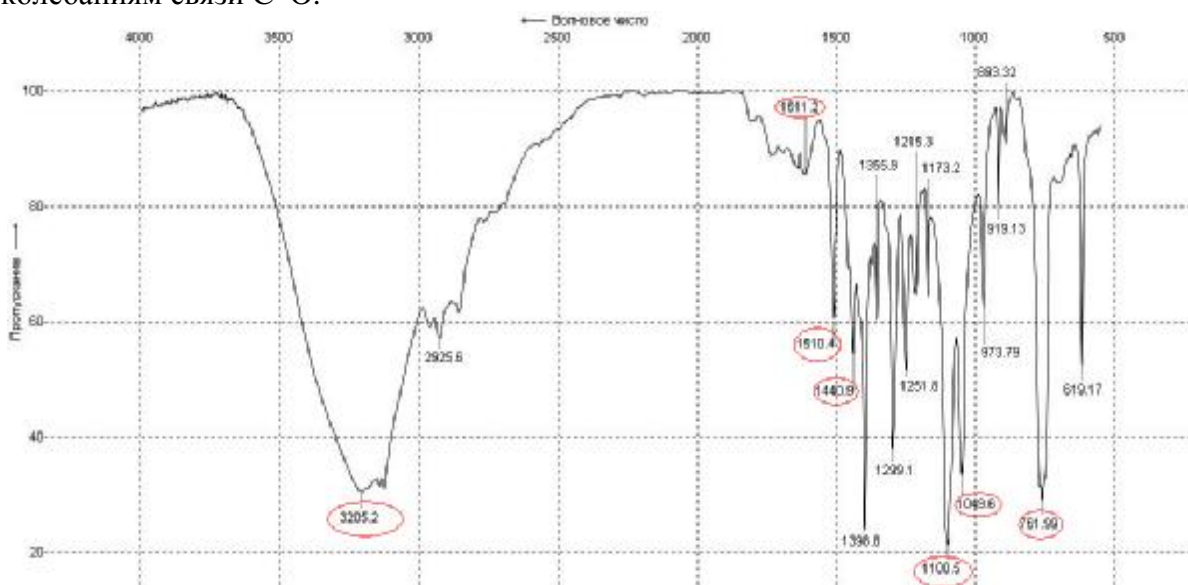


Рисунок 2 – ИК-спектр полученного диола I

В случае 3(5)-метилпиразола и 3(5)-фенилпиразола присоединение пиразольного цикла по карбонильной группе происходит преимущественно с участием атомов азота в положении 1 пиразольного кольца, что согласуется с литературными данными по взаимодействию пиразолов с формалином (Схема 2, рисунок 3) [5, 6].

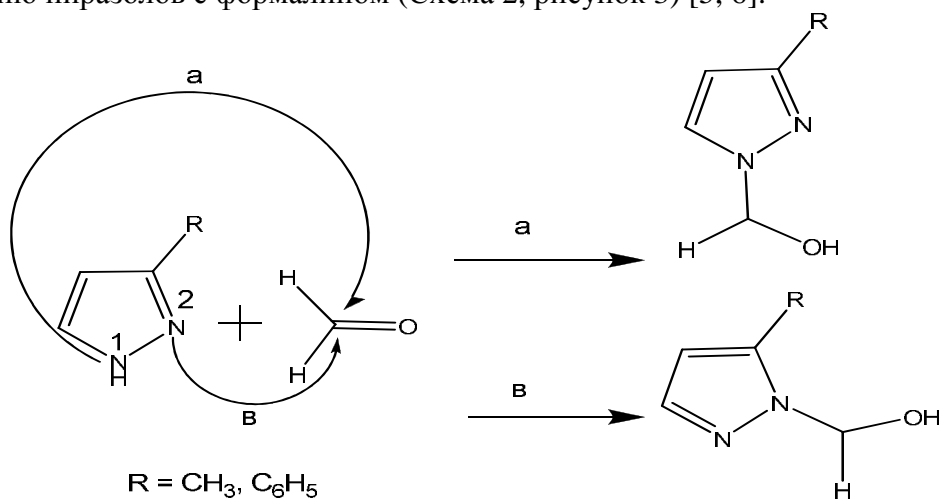


Схема 2

Рисунок 3 – Схема присоединения пиразольного цикла по карбонильной группе

Было исследовано влияние наличия растворителя на протекание реакции замещения с тионилхлоридом приводящей к образованию 1,2-дихлорпроизводных. В ходе реакции, которая проводилась без растворителя и в бензоле при температуре кипения растворителя, были получены дихлорпроизводные (Схема 3, рисунок 4).

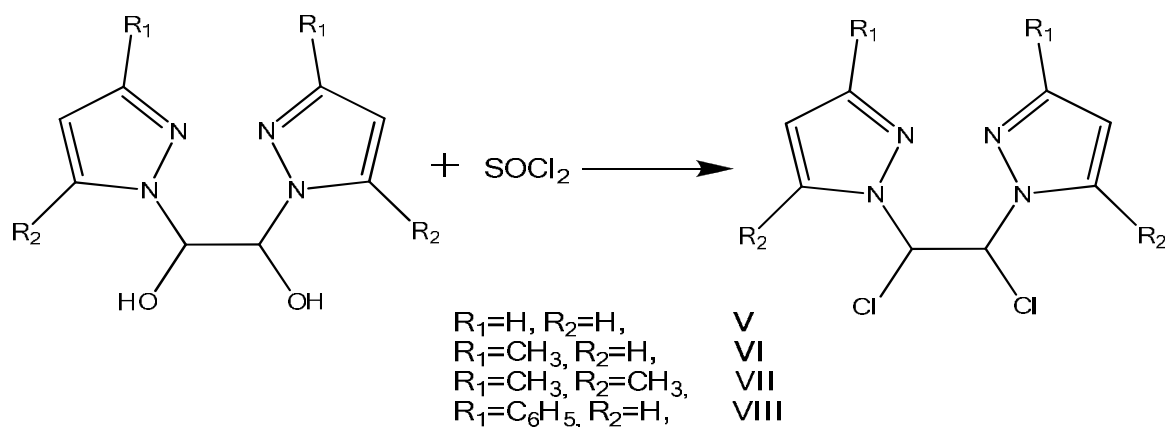


Схема 3

Рисунок 4 – Схема реакции замещения приводящей к образованию 1,2-дихлорпроизводных

Данные этих соединений и условия их получения приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что наличие растворителя значительно влияет на выход и чистоту продуктов реакции замещения. В бензоле выход уменьшается, но степень чистоты полученных продуктов намного выше. Также было отмечено, что с увеличением объема заместителей выход уменьшается. Вероятно, это объясняется пространственными затруднениями заместителей. Следует отметить, что продукты VI, VII, VIII представляют собой один диастереомер, на что указывает узкая температура плавления и спектр ЯМР (строки № 4, 5, 6, 8 в таблице 1). Остальные продукты являются смесью диастереомеров. Их соотношение также было установлено из спектров ЯМР.

Таблица 1 – Условия проведения реакции

№	Заместитель		Растворитель	Выход, %	T _{плавл.} , °C	T _{плавл} после перекр. °C	Соотношение диастереомеров (до и после перекристал-ии)
	R ₁	R ₂					
1	H	H	-	98	174-191	174-186	60:40, 58:42
2	H	H	Бензол	69	175-183	179-187	60:40
3	CH ₃	H	-	45	-	164 ¹	78:22, 100
4	CH ₃	H	Бензол	55	172-176	190-191	100
5	CH ₃	CH ₃	-	91	-	196-200	100
6	CH ₃	CH ₃	Бензол	46	198-208	215-216	100
7	C ₆ H ₅	H	-	92	207-208	217-218	77:23, 100
8	C ₆ H ₅	H	Бензол	25	209-210	-	100

После перекристаллизации полученных дихлорпроизводных пиразола соотношение диастереомеров практически не изменилось (было 60:40, стало 58:42), Соотношение диастереомеров вычисляли как отношение интегральных интенсивностей сигналов протонов в положении 4 пиразольного кольца. Было замечено, что в двух соединениях (строка 3и 7) после перекристаллизации был выделен один диастереомер, что подтверждают ЯМР спектры. Для получения пиразолсодержащих алкенов была проведена реакция элиминирования под действием гидроксида калия в этаноле (Схема 4, рисунок 5).

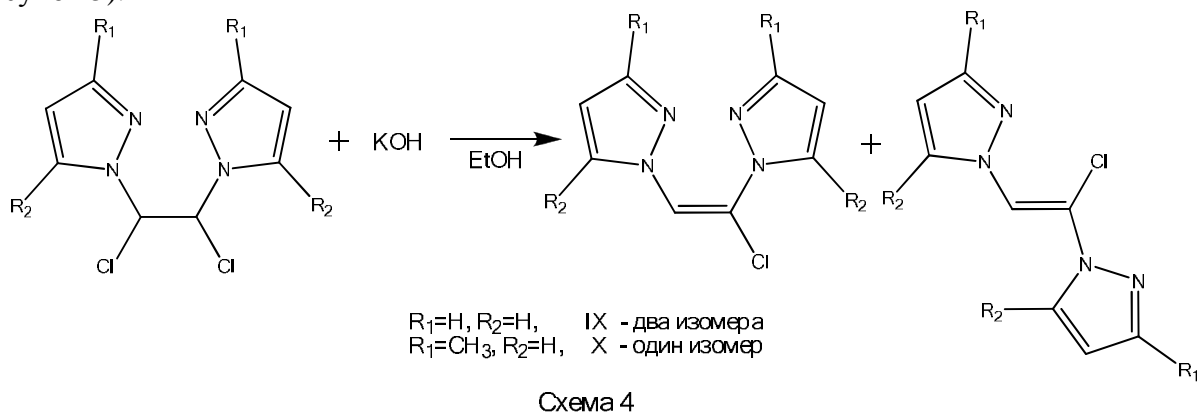


Рисунок 5 – Схема реакции элиминирования под действием гидроксида калия в этаноле

Образование предполагаемых продуктов реакции доказывает ЯМР – спектры. В случае $R_1=CH_3, R_2=CH_3$ и $R_1=C_6H_5, R_2=H$ данная реакция не протекала, о чём свидетельствуют данные спектров ЯМР. По-видимому, это связано с низкой растворимостью дихлорпроизводных VII и VIII в этаноле, а также из-за большого объема заместителей.

Таким образом, в данной работе были получены известные ранее и новые пиразолсодержащие диолы, исследовано влияние растворителя на протекание их реакции с тионилхлоридом с образованием 1,2-дихлорпроизводных. По реакции элиминирования из дихлорпроизводных были получены неизвестные ранее пиразолсодержащие алкены, представляющие интерес в качестве лигандов для синтеза комплексных соединений и получения других пиразолсодержащих соединений.

Литература

1. Pettinari C., Pettinari R. *Coord. Chem. Rev.* 2005. 249. 663.
2. *Dalton Transactions.* 2009. 4488-4498, № 23.
3. *Synthesis* 2010. №24. 4131-4153.

¹ Плавится с разложением

4. Нуднова Е.А., Синтез и некоторые свойства биотопных органических лигандов на основе пиразола. Автореферат кад. дисс.. Томск, 2010. – 20 с.
5. Huttel R., Jochum P. Chem. Ber., 1952. 85. 820-823.
6. Sumitomo Chemical Company, EP1710234; 2006.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СУЛЬФИДА НАТРИЯ В ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

**Р.А. Терентьев, А.Е. Пасека, В.К. Чеботарев, Е.Г. Ильина, И.Ю. Полякова,
К.В. Шапоренко**

*Алтайский государственный университет,
г. Барнаул, e-mail: zyv1985@mail.ru*

Сульфиды давно применяются в аналитической химии как реагенты-осадители широкого круга катионов тяжелых металлов. Варьирование условий осаждения позволяет сузить круг реагирующих ионов; это свойство используется в сероводородном методе качественного химического анализа для разделения IV и III аналитической групп катионов.

Конечно, одним из главных недостатков сульфидов является токсичность сероводорода, выделяющегося в результате их гидролиза. Его можно ослабить понижением рН и разбавлением рабочих растворов. К тому же сульфид натрия кислородом воздуха постепенно окисляется до $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и элементарной серы, поэтому желательно использовать свежеприготовленные растворы.

Использование инструментального метода регистрации аналитического сигнала избавляет от выбора способа индикации точки стехиометричности (т.с.) в мутном растворе, определение можно проводить в мутных и окрашенных растворах. Для этого можно использовать индикаторные электроды из серебра, ртути или ионоселективные на сульфиды либо на определяемые ионы [1].

Реакционная способность характеризуется константами скорости реакции и константами равновесия для обратимых реакций [2]. Сравнительная оценка реакционной способности органических соединений по константам равновесия проще, нагляднее, но возможна, лишь для реакций с одинаковой стехиометрией. Производной величиной от константы равновесия является степень протекания (СП) реакций в т.с, равная доле вещества, прореагировавшего к моменту достижения т.с. [3].

Для всех реакций и всех видов титрования степень протекания реакции равна
$$\text{СП} = 100\% - (c_3(V_0 - V_T) / c_0 V_0) \times 100\%$$

где $c_3(V_0 + V_T)$ – количество неоттитрованного вещества в т.э., моль-экв; $c_0 V_0$ – исходное количество определяемого вещества, моль-экв.

По справочным реальным константам образования сульфидов – произведениям растворимости ПР, которые характеризуют реакционную способность [4], рассчитаны СП (%) в т.с. (таблица 1). Степень протекания характеризуется пороговым значением и предельным значением. Для анализа индивидуального компонента обычно $\text{СП}_{\text{пор}} = 99,80\%$, $\text{СП}_{\text{пред}} = 99,71\%$ (при $\text{grad} = 1\%$). При СП выше пороговых скачки на теоретических кривых титрования достаточно велики, определение происходит с малой погрешностью. При СП в промежутке между пороговым и предельным значением скачки на кривых титрования невелики, погрешность определений выше. При предельном значении степени протекания реакции скачок исчезающее мал, но его еще возможно зафиксировать. При более низких СП скачок на теоретических кривых титрования не наблюдается. Примечательно, что пороговое и предельное значения одинаковы для всех видов объемного анализа, использующих логарифмические кривые [5].

Критерий прогнозирования в титриметрии СП обладает неоспоримыми достоинствами:

- наглядность, так как он является безразмерной величиной и может быть выражен в процентах. Также это позволяет примерно оценить ошибку метода из-за неполного протекания аналитической реакции;

- универсальность пороговых и предельных значений для различных видов анализа. Особенно это преимущество перед простым сравнением констант равновесия проявляется в случаях образования продуктов со стехиометрией, отличной от 1:1. При анализе смесей определяемых веществ, образующих соединения с реагентом с различной стехиометрией по сравнению друг с другом он гораздо нагляднее констант;

- его расчеты легко автоматизируются, применение машинных расчетов позволит обрабатывать большие массивы данных.

Таблица 1 – Оценка реакционной способности сульфида натрия с различными катионами, $c_{\text{т}}=0,1000$ моль/л, $c_{\text{оср}}=0,1000$ моль/л

Катион	pK	СП	Катион	pK	СП
Pt ²⁺	72,1	100,00 %**	Sn ²⁺	26,6	99,9(9)90 %
Hg ²⁺	51,8	100,00 %	Pb ²⁺	26,6	99,9(9)90 %
Ag ⁺	49,2	99,9(12)8 %	In ³⁺	73,24	99,9(10)82 %
Cu ⁺	47,6	99,9(12)5 %	Zn ²⁺	23,8	99,9(8)75 %
Hg ₂ ²⁺	47	100,00 %	Co ²⁺	20,4	99,9(6)87 %
Ir ⁴⁺	75	100,00 %	Tl ⁺	20,3	99,9(6)86 %
Cu ²⁺	35,2	100,00 %	Ni ²⁺	18,5	99,9(5)89 %*
Ge ²⁺	34,5	100,00 %	Fe ²⁺	17,3	99,9(5)55 %
Bi ³⁺	97	100,00 %	As ³⁺	28,4	99,983 %
Sb ³⁺	92,8	100,00 %	Mn ²⁺	9,6	99,968 %
Po ²⁺	28,3	99,9(10)86 %	La ³⁺	12,7	76,928 %
Cd ²⁺	27,8	99,9(10)75 %			
Примечание (*99,9(5)89=99,9999998; **100,0>99,9(12), СП<99,71 % – определение невозможно)					

Следует заметить, что расчеты в данном случае произведены по реальным константам, а их результаты приведены исключительно для наглядности. Для того чтобы получить данные, применимые к реальной системе, необходимо рассчитать условные константы равновесия ПР^у с учетом условий проведения осаждения.

Если считать, что при равных условиях условные константы близки к приведенным реальным, то по концентрациям реагента все определяемые ионы можно расположить в ряд последовательности протекания реакций, совпадающий с последовательностью расположения их в таблице 1 по возрастанию концентрации реагента на момент начала осаждения: Pt²⁺, Hg²⁺, Ag⁺, Cu²⁺ и т.д. в таком случае можно считать, что все известные сульфиды, кроме La₂S₃, будут осаждаться количественно и со скачком концентрации около т.с., так как соответствующие СП больше пороговых и предельных. Катионы, образование сульфидов которых протекает достаточно быстро и без необратимых побочных реакций, могут быть определены прямым потенциометрическим титрованием с помощью сульфида натрия.

Применение потенциометрического способа регистрации т.с. может позволить определять два и более катиона в смеси последовательно в одних и тех же условиях. Охарактеризовать реакционную способность сульфида в данном случае может степень протекания реакции в двухкомпонентной смеси на момент начала реакции титранта со вторым определяемым веществом СП'. Это доля в процентах определяемого вещества, титрующегося первым, которая прореагировала на момент наступления равновесия

со вторым определяемым компонентом. Ее пороговое значение $СП'_{пор}=99,4\%$, предельное $СП'_{пред}=99,2\%$. В случае реакций осаждения она будет выражаться уравнением Чеботарева-Краева для расчета $СП'$ при титровании двухкомпонентных смесей для уравнения реакции вида $pA^{m-} + qB^{n-} + (m+n)M^{p+} = M_mA_p + M_nB_q$

$$C = 100 - \frac{\left[\frac{PP_{M_mA_p}}{\left(\frac{C_{B^{n-}} \cdot V_{опр.}}{V_{опр.} + V_{титр.}} \right)^q} \right]^m \cdot (V_{опр.} + V_{титр.}) \cdot 100}{C_{A^{m-}} \cdot V_{опр.}} \%$$

где c_A^{m-} и c_B^{n-} – концентрации соответственно первого и второго определяемых ионов, $V_{опр}$ – объем системы, $V_{титр}$ – объем титранта, прилитого в точке эквивалентности, $PP_{M_mA_p}$, $PP_{M_nB_q}$ – произведения растворимости соответственно первого и второго осаждаемых соединений.

Кроме того, для совместного определения необходима возможность определения каждого отдельно взятого компонента, то есть $СП > 99,71\%$.

Для прогнозирования возможности последовательного определения двух катионов рассчитывается $СП'$ для первой ступени титрования, а затем $СП$ для второй ступени.

Ниже приведен фрагмент сводной таблицы по $СП'$ реакций при титровании различных пар катионов по первой ступени (таблица 2). Полностью такая таблица содержит 22 катиона.

Таблица 2 – Определение двухкомпонентных смесей сульфидом натрия (фрагмент таблицы), $c_1=0,1000$ моль/л, $c_{опр}=0,1000$ моль/л

Ион	Hg ²⁺	Ag ⁺	Cu ²⁺	Bi ³⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Zn ²⁺	Co ²⁺	Tl ⁺	Ni ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺
Hg ²⁺	-	99,99	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ag ⁺	99,99	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Cu ²⁺	100,0	100,0	-	99,63	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Bi ³⁺	100,0	100,0	99,63	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Cd ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	-	93,69	93,69	99,99	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Pb ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	93,69	-	0,00	99,84	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sn ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	93,69	0,00	-	99,84	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Zn ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	99,99	99,84	99,84	-	99,96	99,97	100,0	100,0	100,0
Co ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,96	-	20,57	98,74	99,92	100,0
Tl ⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,97	20,57	-	98,42	99,90	100,0
Ni ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,74	98,42	-	93,69	100,0
Fe ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,92	99,90	93,69	-	100,0
Mn ²⁺	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-

Таблица 2 позволяет:

- найти пары ионов, которые можно определять совместно с двумя скачками, например Cu²⁺ и Ag⁺, так как $СП'=100,0\%$;
- выстроить последовательности осаждения катионов в многокомпонентных смесях. В растворе серебра, меди и свинца осаждение будет происходить в следующем порядке: Ag₂S–100,0 %, CuS–100,0 %, PbS–99,9(9)90 %;
- оценить избирательность определений каждого иона. Например, при равных концентрациях, определению ртути(II) никакие другие катионы не мешают, степени

протекания реакций в двухкомпонентных смесях со всеми остальными катионами больше предельных;

- найти компоненты, которые могут мешать определениям. Так, количественному осаждению железа(II) может препятствовать никель(II), потому что СП'=93,69 %, что гораздо ниже порогового и предельного значений.

Таким образом, для прогнозирования реакционной способности сульфида натрия в термодинамическом аспекте предлагается критерий степень протекания реакции в точке стехиометричности. В этих целях он является более практичным, чем константы равновесия реакций. Применение данного критерия для прогнозирования результатов потенциометрических определений показывает, что 22 неорганических катиона способны осаждаться количественно с помощью сульфида натрия. Кроме того, данный критерий показывает возможность совместного определения многих двух- и более компонентных смесей с соответствующим числом скачков.

Литература

1. Paseka, A.E. // Сборник статей II международной конференции «Техническая химия: от теории к практике» 17-21 мая. – Пермь, 2010 г., т. 2, с. 192-196
2. Днепровский, А.С, Темникова, Т.И. Теоретические основы органической химии. – Л.: Химия, 1991. –560 с.
3. Чеботарев, В. К. Прогнозирование в титриметрических методах анализа с использованием реакций комплексообразования и осаждения; Монография. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1999. –114 с.
4. Новый справочник химика и технолога. Аналитическая химия. Ч. I. – С. Пб.: АНО НПО «Мир и семья», 2002. – 964 с.
5. Chebotarev, V.K. // Talanta, 1998. 47. P. 1043-1051

АРСЕНИД ГАЛЛИЯ ДОПИРОВАННЫЙ МАРГАНЦЕМ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ СПИНТРОНИКИ

Ю.В. Земцова¹, Л.В. Фомина² С.А. Безносюк¹

¹Алтайский государственный университет, г. Барнаул

²Ангарская государственная техническая академия, г. Ангарск

e-mail: zyv1985@mail.ru

Введение

Начиная с 90-х годов активно развивается новое направление физики твердого тела, связанное с возможностью переноса ориентированного спина электрона из ферромагнетика в немагнитный полупроводник [1, 2]. Прикладное направление этих исследований получило название спинтроники. Эти исследования важны для создания одноэлектронных логических структур и спининформационных систем для информатики.

Чтобы материал можно было использовать в качестве источника или среды для спин-поляризованных электронов, он должны удовлетворять некоторым условиям. Во-первых, он должны быть ферромагнетиком с достаточно высокой точкой Кюри, желательно выше комнатной температуры. Далее, он должен проводить ток и представлять собой либо металл, либо полуметалл, либо полупроводник. Наконец, он должны быть высокотехнологичен для того, чтобы, помимо керамики, его можно было получать в виде кристаллов и слоев достаточно высокой чистоты.

В качестве таких материалов, которые в наибольшей мере отвечают перечисленным требованиям, можно назвать алмазоподобные полупроводниковые соединения типа $A^{III}B^V$ Контролируемое введение атомов переходных элементов типа Mn, Fe или Cr

в катионную подрешетку указанных соединений в результате изменения зонной структуры способно обеспечить переход материала в ферромагнитное состояние с сравнительно высокой точкой Кюри при сохранении основных полупроводниковых параметров.

Интенсивное исследование новых ферромагнитных полупроводников на основе соединений III-V (их иногда называют разбавленными магнитными полупроводниками) берет начало с 1989 г., когда в (In, Mn)As был обнаружен ферромагнетизм с температурой Кюри, равной 7,5 К [3]. Отличительной особенностью новых спинтронных материалов, кристаллизующихся в структуре цинковой обманки, является зависимость их магнитных свойств, включая температуру Кюри, от концентрации легирующего элемента или плотности носителей тока.

1 Влияние введения Mn на свойства арсенида галлия

Арсенид галлия, легированный марганцем, является основным материалом полупроводниковой спинтроники, поскольку при некоторых условиях получения может обладать ферромагнетизмом. Наиболее развита методика выращивания слоев GaAs : Mn молекулярно-лучевой эпитаксией (МЛЭ) [4]. Это связано с тем, что при низкотемпературном (~ 250 °С) процессе МЛЭ возможно получение пересыщенного твердого раствора Mn в GaAs. Такие твердые растворы Ga_{1-x}Mn_xAs с x ≈ 0,05 обладают ферромагнитными свойствами при низких температурах (температура Кюри T_C ~ 110 К[5]). Отметим, что T_C может быть увеличена до 170 К в структурах на основе GaAs с δ(Mn)-легированным слоем за счет создания вблизи него двумерного (2D) дырочного канала проводимости. При повышении значений x выше 0.05 в Ga_{1-x}Mn_xAs и (или) проведении последующих термообработок (T > 550 °С) наблюдается сегрегация твердого раствора и образование кластеров MnAs.

Алмазоподобные полупроводники, легированные переходными элементами, обладающие необходимым набором магнитных свойств могут рассматриваться как подложки для создания эпитаксиальных структур, обеспечивающих инжекцию высокоскоростных электронов.

2 Компьютерное моделирование нанослоев GaAs и MnAs допированных марганцем

Известно, что кристаллическая структура элементов IV группы главной подгруппы (пространственная группа *Fd3m*) может быть представлена по теории шаровых упаковок гранецентрированной решеткой, половина тетраэдрических пустот в которой занята атомами того же элемента или двумя вставленными одна в другую гранецентрированными кубическими решетками, образованными атомами одного сорта. При переходе от элементарных веществ к бинарным при сохранении sp³-гибридизации также может возникнуть тетраэдрическая координация.

Кристаллы соединений A³B⁵ имеют обычно структуру цинковой обманки, и многие отличия этих соединений от полупроводников IV группы обусловлены тем, что структура цинковой обманки имеет симметрию более низкого порядка, чем структура алмаза. Отсутствие центра симметрии в соединениях A³B⁵ приводит к тому, что у них появляются многие специфические свойства.

Для построения точных кристалло-химических моделей нами в работе использовались параметры решеток GaAs и MnAs, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры решеток

Соединение	Период решетки, нм	Углы в элементарной ячейке
GaAs	a = 0,5646	α = 90° β = 90° γ = 90°
MnAs	a = 6,39 b = 5,64 c = 3,63	α = 90° β = 90° γ = 90°

Внутренняя энергия нанослоя нами была определена в приближении парных атомных взаимодействий [5]:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M S_{ij} e_{ij}(r_{ij}) \quad (1)$$

где M – общее число атомов кластера, S_{ij} – элемент матрицы смежности графа связей атомов, e_{ij} – потенциалы взаимодействия i – го с j – ым атомов, r_{ij} – межатомные расстояния. Для расчета параметров $\{e_{ij}(r)\}$ энергии связи пар атомов в структурах GaAs и MnAs использовался метод нелокального функционала плотности [6].

При исследовании механической устойчивости наноструктур соединений применялся метод молекулярной механики (метод наискорейшего спуска). Релаксация наноструктур методом молекулярной механики проводилась с использованием средств программного комплекса «КомпНаноТех» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009613043 от 10 июня 2009 г, авторы Безносюк С.А., Жуковский М.С., Важенин С.В., Лерх Я.В.). В рамках модельного расчёта внутренней энергии системы использованы потенциальные кривые энергий связи $e_{ij}(r)$ пар атомов, рассчитанные методом нелокального функционала плотности [6]. Три основные характеристики этих связей: равновесная энергия связи ϵ , равновесная длина связи R и энергия нулевых колебаний длины связи ω в основном электронном состоянии. Полученные результаты расчётов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Равновесные параметры связей димеров Ga-As, Mn-As, Ga-Mn

Димер	Внутренняя энергия U_0 , кДж/моль	Равновесное расстояние R_0 , нм	Циклическая частота ω_0 , 1/см
As-Mn	-240	0,249	306
As-Ga	-218	0,264	241
Mn-Ga	-137	0,264	220

3 Анализ результатов компьютерных экспериментов

Структуры GaAs и GaAs : Mn представляли собой пленки с размерами $20 \times 20 \times 1$ элементарную ячейку, что составило 6400 атомов. Как показали тестовые расчёты, такой размер нанопленки является вполне презентативным для рассматриваемых соединений, так как при увеличении её размера энергия связи в расчёте на атом изменялась в пределах ошибки компьютерного эксперимента. В допированные системы было введено 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 атомов марганца разными способами:

1. Замена атомов Ga в структурах GaAs осуществлялась при сохранении алмазоподобной структуры в слоях.

2. Замена фрагментов структур GaAs на фрагменты структуры MnAs. Причем замена осуществлялась как по одной элементарной ячейке (равномерное распределение фрагментов решетки MnAs), так и образование более крупных зародышей (до полного собирания всего марганца введенного в структуру в единый кластер, со структурой MnAs).

На рисунке 2 приведен пример распределения 250 атомов марганца в наноструктуре GaAs и связевый граф структуры GaAs содержащей 250 атомов марганца до (рисунок 2 а) и после оптимизации (рисунок 2 б), а так же увеличенные фрагменты данных структур.

Как видно из рисунка 2 при введении марганца в узлы кристаллической решетки GaAs с сохранением алмазоподобной структуры при оптимизации структура изменяется не значительно. Энергии алмазоподобных структур с различным содержанием марганца приведены в таблице 3.

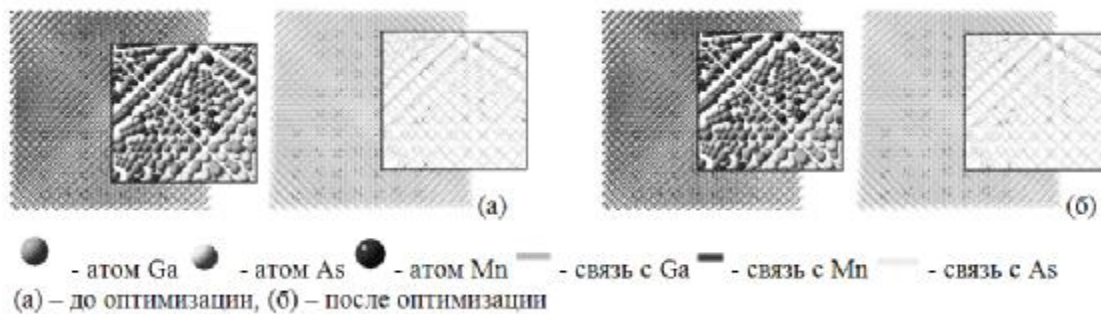


Рисунок 2 – Распределения 250 атомов марганца в наноструктуре GaAs и связевой граф этой структуры

Таблица 3 – Значение энергии структур замещенных марганцем. (алмазоподобная структура в окружении марганца сохранена)

Число атомов марганца в структуре	Энергия структуры GaAs:Mn, кДж/моль	Число атомов марганца в структуре	Энергия структуры GaAs:Mn, кДж/моль
0	-371	300	-375
50	-372	350	-376
100	-373	400	-376
150	-373	450	-377
200	-374	500	-378
250	-375		

По данным расчетов видно, что при увеличении количества атомов марганца в структурах, энергия системы понижается, что свидетельствует о ее стабильности, т.е. замещение атомов Ga на атомы Mn, стабилизирует систему. Подобные выводы можно сделать и на основании значений энергий связи полученных методом нелокального функционала плотности. Исходя из данных таблицы 2 энергия связи Mn-As меньше, чем энергии связей Ga – As, поэтому замещение атомов Ga на атомы Mn понижает значение энергии всей системы, и как следствие система становится более устойчивой.

Рассмотрим процесс оптимизации нанослоев GaAs допированных марганцем, когда алмазоподобная структура, в ближайшем окружении марганца не сохраняется.

На рисунке 3 приведен пример распределения 250 атомов марганца в наноструктуре GaAs и связевой граф структуры содержащей 250 атомов марганца, с фрагментами структуры MnAs до (рисунок 3а) и после оптимизации (рисунок 3б), и увеличенные фрагменты данных структур.

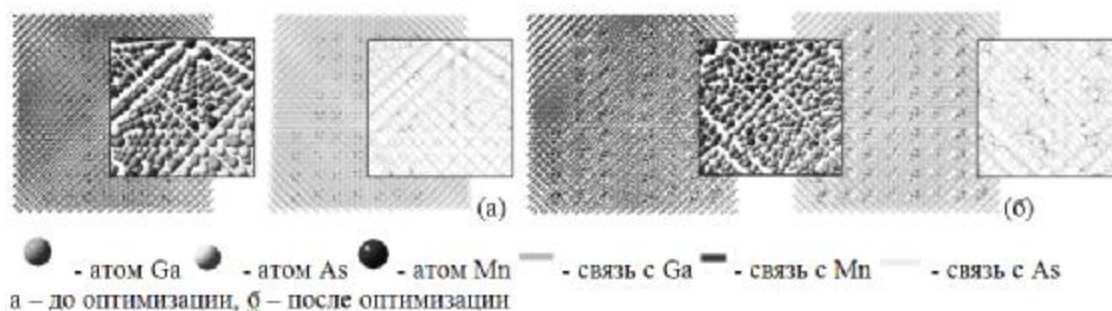


Рисунок 3 – Распределения 250 атомов марганца в наноструктуре GaAs с фрагментами MnAs и связевой граф этой структуры

На рисунке 3 показано, как перестраивается структура кристаллической решетки GaAs при введении марганца в ее узлы (без сохранения алмазоподобной структуры)

при оптимизации. Энергии алмазоподобных структур с различным содержанием марганца приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значение энергии структур замещенных марганцем (без сохранения алмазоподобной структуры)

Число атомов марганца в структуре	Энергия структуры GaAs, кДж/моль	Число атомов марганца в структуре	Энергия структуры GaAs, кДж/моль
0	-374	300	-398
50	-376	350	-399
100	-379	400	-400
150	-382	450	-401
200	-386	500	-401
250	-391		

По данным расчетов видно, что при увеличении количества атомов марганца в структурах с изменением алмазоподобного строения системы, энергия системы понижается, как и в случае с алмазоподобной системой. Причем энергии каждой системы ниже, чем энергии систем с тем же содержанием марганца в случае с алмазоподобной структурой.

При этом стоит отметить тот факт, что увеличение размеров кластеров со структурой MnAs, приводит к увеличению энергии системы, т.е. дестабилизирует ее.

Рассмотрим системы GaAs допированные атомами марганца в различных морфологиях. Каждая из структур будет содержать те же количества атомов марганца, что и приведены выше, но группироваться они будут в кластеры различных размеров. Каждый кластер в такой структуре будет содержать количество атомов марганца меньшее, либо равное количеству атомов марганца во всей системе.

Рассмотрим пример таких систем. Системы GaAs допированные 250 атомами марганца в различных морфологиях. Рассмотрим две структуры: одна из структур содержит пять кластеров MnAs по 50 атомов марганца в каждом, а другая один кластер MnAs с 250 атомами марганца.

Расчет показал, что при увеличении размера кластера, полная энергия системы начинает возрастать, и достигает своего максимума, когда в состав кластера входят все атомы марганца, которые были введены в систему. В таблице 5 приведены значения энергии таких систем, для 250 атомов марганца. Подобная ситуация в распределении энергий в системах наблюдается и при других содержаниях марганца в составе нанослоев GaAs.

Таблица 5 – Энергии нанослоевых систем GaAs допированных 250 атомами марганца

Число атомов марганца в кластере	Энергия системы GaAs : Mn, кДж/моль	Число атомов марганца в кластере	Энергия системы GaAs : Mn, кДж/моль
50	-381	200	-367
100	-371	250	-367

На основании таблицы 5 можно сделать вывод, что в нанослоях GaAs при увеличении размера кластера со структурой MnAs, наблюдается уменьшения устойчивости системы, что свидетельствует о выгоде равномерного распределения марганца по всей структуре.

Следует так же отметить, что при кластеризации марганца в системах с сохранением алмазоподобной структуры величина энергии не зависит от размера кластера. То есть, существенный вклад в энергию системы вносит строение и состав кластера.

Заключение

Устройства, созданные на основе спинтроники, обещают решить многие и существующие, и ожидаемые в ближайшем будущем проблемы традиционной микроэлектроники: энергонезависимость, уменьшение энергопотребления, увеличение плотности логических элементов и скорости обработки данных. Современные устройства микроэлектроники основаны на токе зарядов. Возможно, в будущем будут созданы аналогичные устройства на токе спинов. Предполагается, что устройства спинтроники будут иметь большую скорость и меньшую энергию переключения. Эта область нанотехнологий обещает привести к созданию миниатюрных электронных устройств, принципиально отличных от нынешних, обладающих высоким быстродействием, малыми размерами и малым энергопотреблением.

Литература

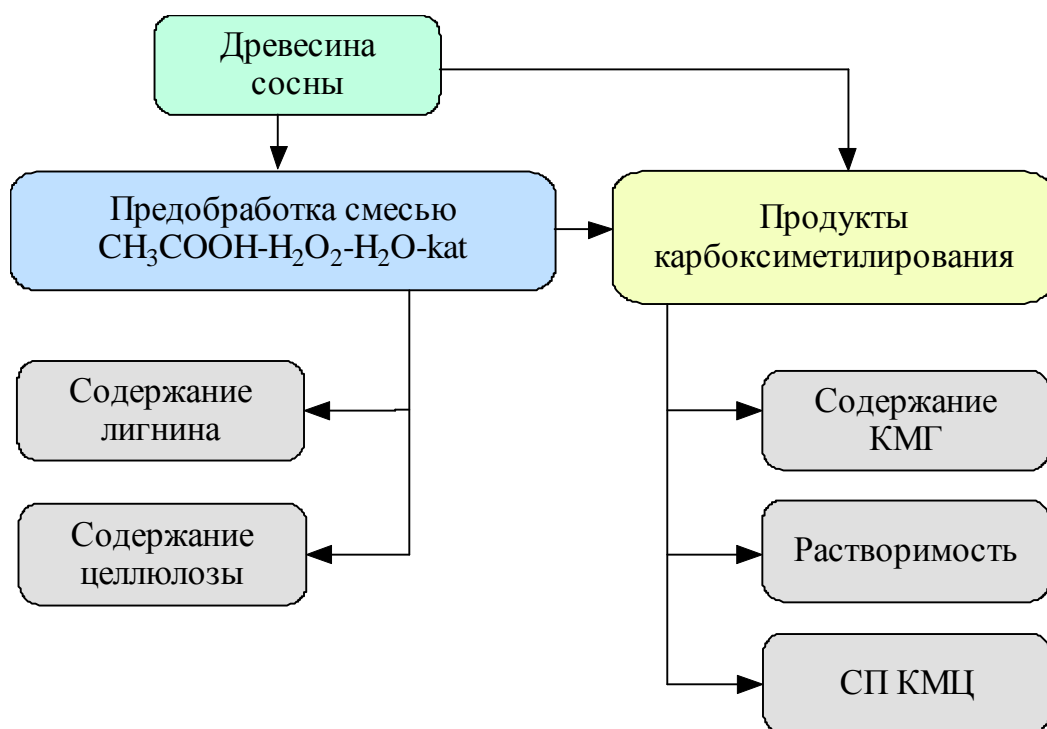
1. Ohno H. // Science - 1998. vol. 281. P. 951-956
2. Prinz, G.A. // Science – 1998. – vol. 282. - P. 1660-1663
3. Ohno H., Munekata H. // J. Appl, Phys. 1991 vol. 69 – P. 6103-6112
4. Васильева, Ю.В., Данилов, Ю.А. // Физика и техника полупроводников – 2005. № 1. – С. 87-91
5. Безносюк, С.А., Потекаев, А.И., Жуковский, М.С., Жуковская, Т.М., Фомина, Л.В. Многоуровневое строение, физико – химические и инфомационные свойства вещества – Томск : Изд-во НТЛ, 2005. – 263 с.
6. Beznosjuk, S.A., Dajanov, R. D., Kuljanov, A. T. // International. Journal of Quantum Chemistry.– 1990. V. 38. – N 5. P. 691-698

КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННОЙ СМЕСЬЮ $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{H}_2\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}$ -КАТ

П.В. Колосов, Н.Г. Базарнова, В.И. Маркин, Л.Ю. Заздравных, Д.А. Дорогайкина
*Алтайский государственный университет,
г. Барнаул, petro.kolosov@gmail.com*

На кафедре органической химии АлтГУ на протяжении последних лет проводятся работы, направленные на изучение состава и продуктов модифицирования растительного сырья в полимерные композиции без предварительного разделения на отдельные компоненты. В частности, показано, что при карбоксиметилировании различных видов растительного сырья (древесина различных пород и однолетние растения) образуются водорастворимые продукты, содержащие в своем составе карбоксиметилловые эфиры всех ее основных компонентов – целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз [1]. Осуществление карбоксиметилирования возможно как суспензионным [2], так и твердофазным способами [1]. Последнее время все активнее изучаются процессы предварительной обработки растительного сырья: изучение состава и свойств древесины после кавитационной обработки [3], использование бифункциональных соединений в качестве сшивающих реагентов [4, 5], проведение химического модифицирования под воздействием МВИ [6]. Полученные продукты могут быть использованы в различных отраслях народного хозяйства.

В связи с вышеизложенным цель данной работы: изучить влияние предобработки смесью, состоящей из $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{H}_2\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}$ с использованием в качестве катализатора молибдата аммония, на процесс карбоксиметилирования. В качестве объекта исследования нами была использована древесина сосны *Pinus silvestris* (фракция 0,315–0,635)



Нами было проведено исследование свойств древесины сосны и продуктов ее карбоксиметилирования после обработки ее в смеси $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ в различных условиях. Соотношение компонентов делигнифицирующей смеси: 6,4 % H_2O_2 , 2 % $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$, 24,5 % CH_3COOH температура делигнификации – 100 °С. Изучено влияние жидкостного модуля предварительной обработки на выход и состав (целлюлоза, лигнин) древесины, а также на свойства продуктов ее карбоксиметилирования. Содержание целлюлозы определяли по Кюршнеру, а лигнин по Комарову. Продукты карбоксиметилирования анализировали на содержание карбоксиметильных групп и растворимость.

В таблице 1 представлены данные по влиянию жидкостного модуля при обработке в смеси $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ на свойства древесины сосны. Из данных таблицы следует, что с увеличением жидкостного модуля закономерно снижается выход, за счет процессов окисления лигнина и гидролиза гемицеллюлоз. Содержание целлюлозы после предварительной обработки возрастает с увеличением жидкостного модуля делигнифицирующей системы, а содержание лигнина уменьшается по сравнению с исходной древесиной. По сравнению с образцами полученными с предварительной обработкой смесью $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{SO}_4$, содержание целлюлозы выше, а содержание лигнина ниже.

Таблица 1 – Влияние жидкостного модуля на выход и состав древесины после предобработки смесью $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ (* $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{SO}_4$, продолжительность обработки 15 мин, температура 100 °С)

Жидкостный модуль (ЖМ)	Выход**, %	Содержание целлюлозы, %	Содержание лигнина, %
Без обработки	-	49	27
5	80	53	12
5*	73	59	16
10	75	62	13
10*	79	59	14

Примечание: ** – под выходом в данном случае понимается отношение массы продукта реакции к массе исходной навески древесины

Полученные продукты из древесины обработанной делигнифицирующей смесью $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{kat}$, далее были подвергнуты реакции карбоксиметилирования.

Карбоксиметилирование растительного сырья осуществляют в две стадии:

1) предварительная обработка гидроксидом натрия;

2) реакция с натриевой солью монохлоруксусной кислоты (Na-МХУК). При этом реакция протекает по гидроксильным группам всех основных компонентов древесины.

Таблица 2 – Влияние жидкостного модуля предварительной обработки смесью $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ (* $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{SO}_4$) на свойства карбоксиметильных производных древесины сосны (предварительная обработка: $\tau - 15$ мин, $T - 100$ °С; щелочная обработка: $\tau - 2$ ч, $T - 60$ °С; карбоксиметилирование: $\tau - 1$ ч, $T - 60$ °С)

Жидкостный модуль	Выход**, %	КМГ, %	Растворимость, %	СП выделенной КМЦ
Без обработки	110	9,2	42	800
5	75	10,2	67	740
5*	76	15	68	650
10	74	18,6	-	740
10*	76	16	74	660

Примечание: ** – под выходом подразумевается отношение массы полученного продукта к массе исходной навески

Приведенные в таблице 2 данные свидетельствуют, что изменение жидкостного модуля предварительной обработки в смеси $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{kat}$ влияет на все исследованные свойства продуктов карбоксиметилирования древесины сосны. Можем наблюдать увеличение как содержания карбоксиметильных групп в продукте реакции, так его растворимости.

Проведено ИК-спектроскопическое исследование образцов исходной древесины, древесины, подвергнутой предварительной обработке в смеси $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ и карбоксиметилированной древесины сосны, после предварительной обработки.

В ИК-спектрах образцов карбоксиметилированной древесины сосны, по сравнению с исходной и подвергнутой предобработке, содержат одинаковые характерные полосы, но разной интенсивности.

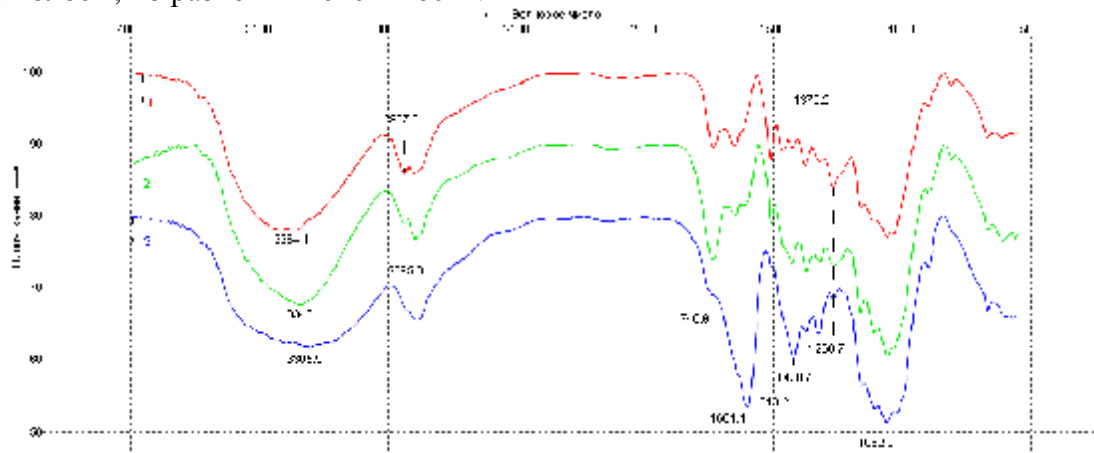


Рисунок – ИК-спектр исходной древесины сосны(1); ИК-спектр древесины сосны после обработки смесью $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ЖМ 5 (2); ИК-спектр продукта карбоксиметилирования из древесины сосны, предварительно обработанной смесью $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ЖМ 5 (3)

Уменьшение полосы 2937 см^{-1} и увеличение полосы 2895 см^{-1} , соответствующим колебаниям С–Н связей, в предобработанном образце, по видимому, связано с деструкцией лигнина и переходу ароматического компонента древесины в раствор, что также подтверждается уменьшением интенсивности колебания полосы 1513 см^{-1} , ответственной за колебания ароматического кольца в лигнине. Увеличение полосы 1740 см^{-1} , соответствующим колебаниям С=О групп, в предобработанном образце можно связать с процессами окисления.

Колебания 1604 см^{-1} и 1420 см^{-1} относятся к поглощению карбоксилат-иона карбоксильных производных в составе модифицированной древесины. В карбоксиметилированном образце интенсивность данных полос увеличивается по сравнению с предобработанным, что также подтверждает замещение гидроксильных групп на карбоксиметильные.

Заключение

Из всех рассмотренных видов предобработки, химические методы приводят к наибольшему увеличению реакционной способности. Наиболее приемлемой для реакции алкилирования древесины является обработка растворами щелочей. Таким образом, щелочная обработка растительного сырья является весьма эффективной с точки зрения разрушения морфологии и надмолекулярной структуры, увеличения доступности реагента к гидроксильным группам при химической обработке. Однако несмотря на эффективность данного вида активации растительных полимеров, предварительная обработка растворами щелочей оказывает значительное деструктурирующее влияние на полисахаридную составляющую древесины. С другой стороны отказаться от этой стадии или заменить ее при карбоксиметилировании не представляется возможным.

Одним из перспективных способов предобработки целлюлозных полуфабрикатов является низкотемпературное катализируемое окисление лигнина с использованием пероксида водорода. В научной литературе пероксид водорода, как правило, предлагается использовать в качестве делигнифицирующего реагента. С целью снятия диффузионных ограничений в процессе делигнификации древесины исследовано влияние природы катализаторов на выход и состав волокнистых продуктов. Исследованы такие катализаторы как серная кислота, телурат и молибдат натрия. При этом наиболее высокой активностью отличается молибдат натрия.

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Исследовано влияние условий предварительной обработки в смеси $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{kat}$ (жидкостный модуль) на свойства древесины сосны. Получен продукт с содержанием целлюлозы 62 % и лигнина 13 %.

2. Изучена реакция карбоксиметилирования древесины сосны, подвергнутой предварительной обработке в смеси $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{kat}$ в различных условиях. Установлено, что для получения продуктов карбоксиметилирования древесины обладающих комплексом полезных свойств оптимальными условиями предварительной обработки древесины сосны являются жидкостный модуль – 10.

3. Содержание КМГ в карбоксиметилированной древесине без предварительной обработки составило 9,2 % (растворимость 42 %), а в образце подвергнутом предварительной обработке смесью $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{kat}$ КМГ составили 18,6 %.

Литература

1. Базарнова, Н.Г. Алкилирование лигноуглеводных материалов с использованием механохимического метода [Текст] / Н.Г. Базарнова, В.И. Маркин, А.И. Галочкин, И.В. Токарева // Химия в интересах устойчивого развития. –1998. – № 6. –С. 223.

2. Маркин, В.И. О взаимодействии лигноуглеводных материалов с монохлоруксусной кислотой [Текст] / В.И. Маркин, Н.Г. Базарнова, А.И. Галочкин // Химия растительного сырья. – 1997, т.1, – № 1. – С. 26-28.

3. Катраков, И.Б., Маркин, В.И., Базарнова, Н.Г. Переработка отходов растительного сырья с использованием метода кавитационной предобработки [Текст] // Химия и технология растительных веществ: материалы III Всерос. конф. (7–10 сентября 2004). Саратов, 2004. 348 с.

4. Колосов, П.В. Карбоксиметилирование древесины сосны в присутствии различных сшивающих реагентов [Текст] / П.В. Колосов [и др.] // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : материалы III Всерос. конф. – Барнаул, 2007. Кн. 1 – С 83–87.

5. Колосов, П.В. Влияние предварительной обработки раствором формальдегида на свойства продуктов карбоксиметилирования древесины сосны [Текст] / П.В. Колосов [и др.] // Химия растительного сырья – 2008. – № 3. – С. 55–58.

6. Чепрасова, М.Ю. Карбоксиметилирование древесины под воздействием микроволнового излучения в среде различных растворителей / М.Ю. Чепрасова [и др.] // Химия растительного сырья – 2011. – № 1. – С. 77–80.

ТВЁРДОФАЗНОЕ КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА

М.В. Обрезкова

Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: ipcet@mail.ru

Натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (натрий-карбоксиметилцеллюлоза, натрий-КМЦ), которая мировой промышленностью выпускается различных марок и модификаций разной степени чистоты, среди простых эфиров целлюлозы имеет наибольшее практическое значение. Использование натрий-КМЦ в различных отраслях промышленности – в горно-химической промышленности, при бурении нефтяных и газовых скважин, бумажной, текстильной и других отраслях – в качестве стабилизаторов, пленкообразующих или связующих агентов определяется её специфическими свойствами [1, 2].

Для производства эфиров целлюлозы основным сырьем традиционно является целлюлоза хлопка и древесины. Однако в последние годы по разным причинам доступность этих целлюлозосодержащих продуктов сократилась. В то же время промышленный спрос на эфиры целлюлозы, и натрий-КМЦ в том числе, продолжает нарастать.

В России и за рубежом интенсивно ведутся работы по поиску дополнительных источников целлюлозы и разработке способов выделения из них целлюлозы, пригодной для дальнейшего использования [3-7]. В связи с этим разработка способов получения технической, химически чистой целлюлозы недревесного происхождения и продуктов химической модификации целлюлозы из отходов переработки злаков являются актуальными задачами. Решение этих задач позволит значительно расширить рынок сырья для производства востребованных эфиров целлюлозы, в том числе для производства натрий-КМЦ.

В данной работе представлены результаты карбоксиметилирования целлюлоз, выделенных из плодовых оболочек овса (ПОО).

Укрупненные партии технических целлюлоз были наработаны на опытно-промышленной установке в Институте проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН (ИПХЭТ СО РАН) азотнокислым способом [8]. Так, целлюлозы № 1 и № 2 получены обработкой ПОО раствором азотной кислоты концентрацией 4 %, а целлюлоза № 3 – раствором концентрацией 3 % при температурах, близких к температуре кипения, а затем продукты обрабатывали 2 %-ным раствором гидроксида натрия. Основные показатели технических целлюлоз, используемых в данном исследовании, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики технических целлюлоз, полученных из плодовых оболочек овса

Наименование показателей	Результаты анализа целлюлозы		
	образец № 1	образец № 2	образец № 3
Массовая доля альфа-целлюлозы, %	98,7	96,0	95,0
Смачиваемость, г	45,9	нет данных	77,7
Массовая доля золы, %	4,14	6,03	5,6
Массовая доля лигнина, %,	1,00	1,92	3,39
Массовая доля воды, %	4,4	6,0	2,8
Степень полимеризации, ед. [9]	780	1120	895

Полученные целлюлозы имеют очень высокое содержание альфа-целлюлозы, которое составляет 95...98,7 %, а в случае применения 4 %-ной азотной кислоты получено и очень низкое содержание лигнина, не превышающее 2 %. Установлено, что степень полимеризации (СП) целлюлоз из ПОО, полученных в полупромышленных условиях, составляет 780...1120 ед., а динамическая вязкость находится в диапазоне от 25,5 до 40 мПа·с.

Следует отметить, что условия получения образца целлюлозы № 3 (продолжительность обработки 2 ч, концентрация раствора азотной кислоты 3 %) не обеспечили полной деструкции лигноцеллюлозной матрицы исходного сырья. Так массовая доля лигнина в нём значительно выше (3,39 %) по сравнению с другими образцами целлюлоз. Тем не менее, третий образец целлюлозы отличается относительно высокой смачиваемостью (77,7 г).

Несмотря на то, что массовая доля золы составляет 4...6 %, технические продукты имеют достаточно высокие качественные показатели. Это даёт обоснование для использования плодовых оболочек злака в качестве целлюлозосодержащего сырья для производства эфиров целлюлозы, в частности натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы.

Известно [1, 2], что производство натрий-КМЦ осуществляют как с применением органических растворителей (суспензионным, жидкофазным способом), так и в их отсутствии (гетерогенным, твёрдофазным способом). В данной работе карбоксиметилирование целлюлозы осуществляли твёрдофазным способом, который был реализован в смесителе-реакторе типа «Вернер-Пфляйдерер» [10] и в аппарате двойного назначения, в частности, стоящим на вооружении для приготовления смесевых твердых топлив (СТТ).

Принимая во внимание особенность исходного целлюлозосодержащего сырья, карбоксиметилирование проводили в условиях несколько отличающихся от условий переработки традиционно используемых для химической переработки целлюлоз (хлопковой и древесной). Так были изменены мольное соотношение компонентов, температурные режимы, продолжительность и интенсивность механического воздействия.

Синтез полимера проводили следующим образом. Целлюлозу активировали водным раствором гидроксида натрия концентрацией 22...23 % в течение 30...45 минут при температуре 10...20 °С.

Затем перемешивали с натриевой солью монохлоруксусной кислоты (натрий-МХУК) в течение 30...45 минут при температуре от 10 °С до 35 °С, дополнительно выдерживали массу в течении 60...120 минут, постепенно повышая температуру до 35...40 °С. Завершали реакцию карбоксиметилирования в стационарной емкости в течение 60 минут при температуре не выше 80 °С. Для синтеза всех образцов карбоксиметилового эфира целлюлозы использовали мольное соотношение натрий-МХУК/целлюлоза равное 2,0/1. Коэффициент избытка гидроксида натрия не превышал 1,03.

Высушенный до хрупкого состояния конечный продукт анализировали по методикам, действующим в России [11].

Основные характеристики полученных карбоксиметилловых эфиров приведены в таблице 2. Из целлюлозы № 1 синтезированы образцы натрий-КМЦ № 1 и № 2 в реакторе типа «Вернер-Пфляйдерер» и в аппарате для приготовления СТТ соответственно. Целлюлозы № 2 и № 3 явились сырьём для натрий-КМЦ № 3 и № 4 соответственно.

Экспериментальные данные, как и предполагалось, подтверждают возможность осуществления синтеза продукта в любой лопадном смесителе или другом аппарате, предназначенном для перемешивания вязких, пастообразных, или порошкообразных систем.

Таблица 2 – Результаты физико-химического анализа образцов натрий-карбоксиметил-целлюлозы

Наименование показателей	Результаты анализа натрий-КМЦ			
	образец № 1	образец № 2	образец № 3	образец № 4
Степень замещения по карбоксиметильным группам, γ	84	85,4	57,0	74,7
Массовая доля основного вещества в абсолютно сухом техническом продукте, %	47,2	50	45,0	40,0
Степень полимеризации, ед.	320	310	405	405
Растворимость в воде в пересчете на абсолютно сухой технический продукт, %	99,0	99,1	97,5	98,2
Массовая доля воды, %	7,3	7,3	7,5	8,4

Полученные результаты показывают, что путем твердофазного карбоксиметилирования целлюлозы, выделенной из плодовых оболочек овса, можно получить эфиры целлюлозы, растворимость в воде которых составляет 97...99 %.

Свойства исходного сырья и условия реакции определили свойства натрий-КМЦ. Известно [1, 2], что наиболее важными характеристиками данного эфира целлюлозы, определяющими свойства и применение его в той или иной области промышленности, являются степень полимеризации, степень замещения по карбоксиметильным группам. Степень замещения, которая в значительной мере зависит от условий активации и реакционной способности (доступности) материала, влияет на растворимость, свойства растворов полимера. Степень полимеризации определяется глубиной деструкции, которая происходит на всех стадиях синтеза, включая щелочную обработку, карбоксиметилирование и сушку. Стадия карбоксиметилирования является определяющей с точки зрения протекающей деструкции [8].

Так, из целлюлозы № 1, которая имеет лучшие (из рассматриваемых в данной работе) физико-химические свойства, а именно высокую массовую долю альфа-целлюлозы (98,7 %), низкое содержание золы (4,14 %) и лигнина (1,0 %), получены продукты, которые обладают высокой степенью замещения (на уровне 84..85,4) и растворимы в воде на 99 %. Это – натрий-карбоксиметилцеллюлозы № 1 и № 2. Длительное взаимодействие с этерифицирующим агентом (150 мин) и повышенная температура реакции (40 °С) привели к снижению степени полимеризации этих продуктов до значений 310...320 ед.

Сравнение характеристик продуктов натрий-КМЦ из образцов целлюлоз № 1 и № 2 позволяет отдать некоторое предпочтение продуктам, у которых выше массовая доля основного вещества и степень замещения. Низкую степень замещения натрий-КМЦ № 3 (на уровне 57) и, как следствие, низкую растворимость можно объяснить высокой зольностью (6 %) исходной целлюлозы № 2.

Содержание основного вещества в сухом продукте № 4 на уровне 40 % можно объяснить не в полной мере прошедшей реакцией. Тем не менее, следует отметить некоторое преимущество образцов натрий-КМЦ № 3 и № 4 по показателю СП (405ед.).

На основании характеристик, приведённых в таблице № 2, можно судить о качестве полученных эфиров целлюлозы и пригодности их в различных отраслях промышленности.

Таким образом, из целлюлозы плодовых оболочек овса способом твердофазного карбоксиметилирования получены водорастворимые эфиры целлюлозы и определены основные технологические характеристики.

Синтезированные продукты на основе целлюлозы из плодовых оболочек злака могут найти широкое практическое применение, в частности в горно-химической промышленности и в производстве синтетических моющих средств.

Целлюлозосодержащие продукты переработки злаков могут быть использованы в качестве альтернативы целлюлозному волокну для получения эфиров целлюлозы.

Литература

1. Бытенский, В.Я. Производство эфиров целлюлозы / В.Я. Бытенский, Е.П. Кузнецова – Л.: Химия, 1974. – 208 с.
2. Петропавловский, Г.А. Гидрофильные частично замещенные эфиры целлюлозы и их модификация путем химического сшивания. – Л.: Наука, 1988. – 298 с.
3. Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю., Золотухин, В.Н., Сакович, Г.В. Переработка Мискантуса китайского // Ползуновский вестник, 2009. – № 3. – С. 328-335.
4. Обрезкова, М.В. Карбоксиметилированная целлюлоза из мискантуса / Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (28-30 апреля 2010 г., г. Бийск). – В 2-х ч. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – Ч. 1. – С. 129-132.
5. Обрезкова, М.В. Получение и свойства карбоксиметилцеллюлозы из отходов переработки злаков и биомассы мискантуса / Эфиры целлюлозы и крахмала, другие химические реагенты и материалы в эффективных технологических жидкостях для строительства, эксплуатации и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин: Материалы XIV Международной научно-практ. конф., 8-11 июня 2010 г. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2010. – С. 47-49.
6. Claudia Barba et all. Synthesis and characterization of carboxymethylcelluloses (CMC) from non-wood fibers I. Accessibility of cellulose fibers and CMC synthesis // Cellulose. – 2002. – № 9. – P. 319-326.
7. Claudia Barba et all. Synthesis and characterization of carboxymethylcelluloses from non-wood pulps II. Rheological behavior of CMC in aqueous solution // Cellulose. – 2002. – № 9. – P. 327-335.
8. Золотухин, В.Н., Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю. Получение целлюлозы из недревесного сырья на опытной установке / Синтез и разработка технологии компонентов высокоэнергетических составов и химических продуктов гражданского применения: тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 50-летию отдела 20 ФГУП «ФНПЦ «Алтай» (17-18 июня 2010 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 55-57.
9. ГОСТ 9105-74. Целлюлоза. Метод определения средней степени полимеризации. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 20 с.
10. Обрезкова, М.В. Совершенствование технологии твердофазного синтеза натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы с заданной степенью полимеризации: Дис....канд. техн. наук. Бийск. 2007. – 115 с.
11. ТУ 2231-057-07508003-2002. Натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы техническая. Технические условия. – 2002. – 24 с.

КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАНИЕ ОБЛАГОРОЖЕННОЙ НЕДРЕВЕСНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ГИДРОТЕРМОБАРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА

Н.А. Томильцева¹, В.В. Будаева², С.Н. Цуканов²

¹Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, solnishkolyalya11@rambler.ru

²Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, budaeva@ipcet.ru

Простые эфиры целлюлозы, в первую очередь эфиры, содержащие метильные, этильные, бензильные, карбоксильные радикалы, получили значительное применение [1, 2]. Одним из наиболее используемых простых эфиров является карбоксиметиловый, который применяется во многих отраслях: для текстильного производства; для получения моющих средств в качестве добавки; для нефтяной и газовой промышленности [3]; для производства различных керамических изделий с целью улучшения пластичности массы; для строительной индустрии [4].

Очищенная натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) широко применяется в химико-фармацевтической промышленности для добавки при производстве всевозможных зубных паст многих марок. В отличие от подсластителей, например сахара, который добавляется во все импортные зубные пасты и который является канцерогенным веществом, способным длительно накапливаться в зубных тканях человека, а затем проникать в желудочно-кишечный тракт и со временем вызывать разнообразные онкологические заболевания, в т.ч. злокачественные, – Na-КМЦ является безвредным веществом на основе природного высокомолекулярного материала – целлюлозы-клетчатки [5].

Для медицинской хирургической практики очищенная и стерилизованная Na-КМЦ применяется как агент, кровоостанавливающий и способствующий быстрому заживлению ран и ожогов. Очищенная Na-КМЦ применяется в производстве радиоэлектронных ламп, различных кинофотоматериалов [5].

Для производства карбоксиметилэфиры целлюлозы в настоящее время используется дефицитная и дорогостоящая химически чистая целлюлоза, которая характеризуется высоким содержанием α -целлюлозы, низким содержанием смол, лигнина и других примесей [6]. В связи с этим весьма актуальным является вопрос поиска доступных источников целлюлозы и способов их переработки.

В этом плане весьма перспективно использование термokatалитических превращений биомассы, в частности, метода гидротермобарического взрыва [7, 8]. Этот метод, основанный на кратковременной обработке растительного сырья насыщенным водяным паром с последующим резким сбросом давления, позволяет в экологически безвредном процессе разделить лигноцеллюлозное сырье на основные компоненты: сахара из гемицеллюлоз, низкомолекулярный активированный лигнин и целлюлозный полуфабрикат (так называемая техническая целлюлоза) [9].

В настоящее время ведется активный поиск различных видов сырья для этерификации [10-15] и способов интенсификации получения простого эфира [16, 17].

Целью данной работы является исследование суспензионного процесса карбоксиметилирования российского мискантуса и плодовых оболочек овса, обработанных методом гидротермобарического взрыва. Работа выполнена в продолжение работы [18].

В качестве исходного сырья использовали облагороженные целлюлозы, полученные из целлюлозного полуфабриката после гидротермобарического взрыва. Гидротермобарический взрыв осуществляли по методике, описанной в работе [8].

Блок-схема получения облагороженной целлюлозы из целлюлозного полуфабриката и ее химической модификации представлена на рисунке 1.

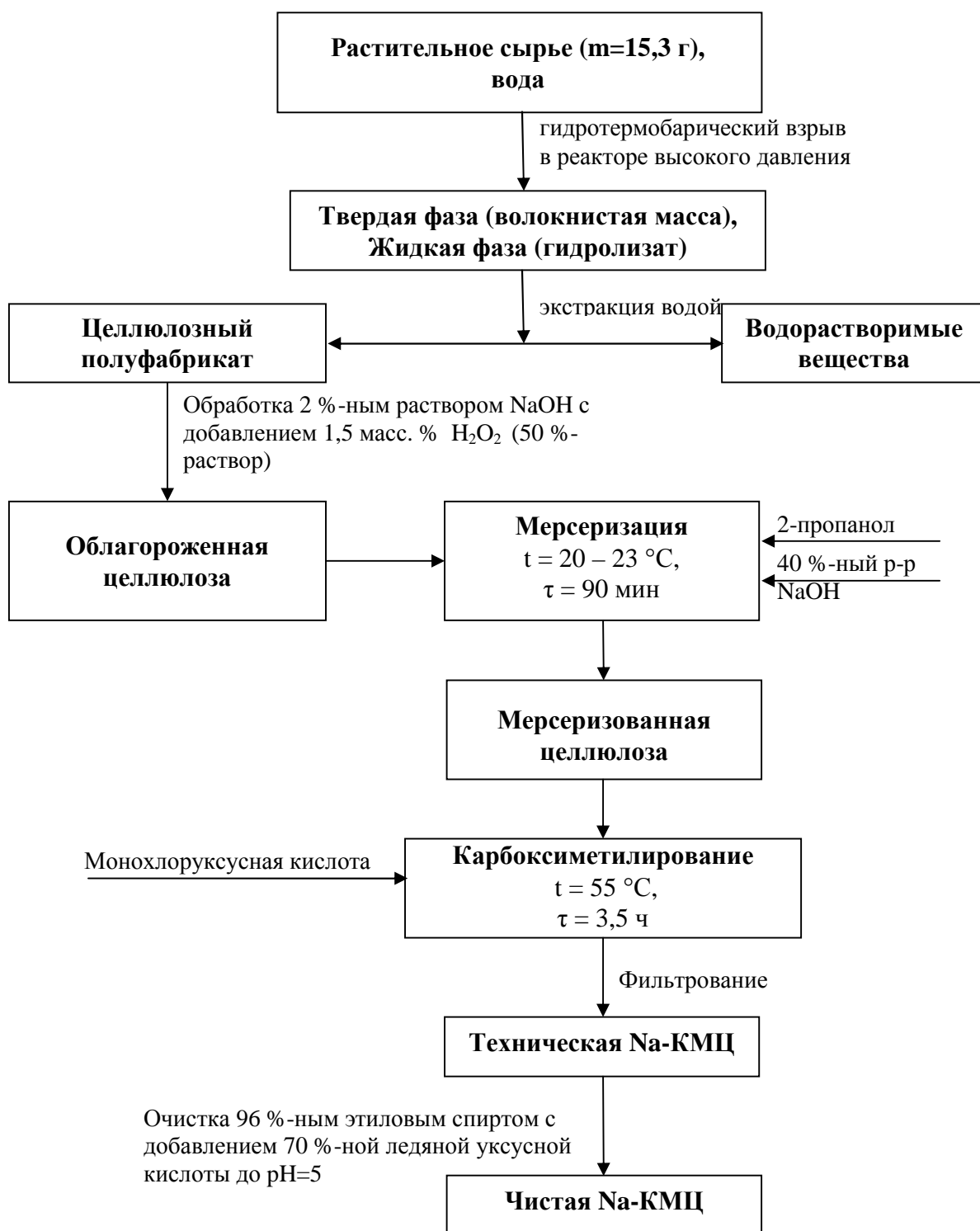


Рисунок 1 – Схема получения целлюлозы и ее карбоксиметиллирования

Облагораживание целлюлозного полуфабриката перекисью водорода в щелочной среде проводили следующим образом: 35,4 г волокнистой массы (ВМ) с влажностью 74,4 % (т. е. 9,0 г а.с.в.) помещали в коническую колбу вместимостью 1000 мл, приливали 324 мл 2 %-ного раствора гидроксида натрия (отобрано цилиндром) (модуль 1:40). Колбу устанавливали на горизонтальную платформу перемешивающего устройства ПЭ-6410М для перемешивания с постоянной скоростью при температуре 55 °С, частотой перемешивания 32 об/мин на 2 часа. После 30 минут в колбу по каплям в течение 3 минут приливали 10 мл 50 %-ной перекиси водорода. По истечении

перемешивания суспензию фильтровали под вакуумом на воронке Бюхнера, промывали 1600 мл дистиллированной воды до нейтральной реакции и высушивали на воздухе.

Анализ целлюлоз проводили по стандартным методикам: массовая доля воды, массовая доля золы (в пересчете на абсолютно сухое сырье – а.с.с.), массовая доля кислотонерастворимого лигнина (в пересчете на а.с.с.) – по [19], массовая доля α -целлюлозы [20].

Характеристики полученных гидротермобарическим взрывом целлюлозных полуфабрикатов и целлюлоз из них представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика целлюлозных полуфабрикатов из мискантуса и плодовых оболочек овса, полученных в условиях гидротермобарического взрыва и целлюлоз из них, облагороженных в лабораторных условиях

Образец	Количество, г / Выход, %*	Влажность, %	Зола*, %	Лигнин*, %
№ 151 Мискантуса после РВД (25,2 атм, 223,3 °С, модуль 10), загрузка 3*15,3=45,9 г (42,6 г а.с.в.)	28,3/60,1	9,6	–	23,3
№ 152 Целлюлоза из № 151 (мискантус), загрузка 18,0 г а.с.с.	13,55/28,6	10,2	–	4,45
№ 154 Мискантус после РВД (25,2 атм, 223,3 °С, модуль 10) загрузка 3*15,3=45,9 г (42,6 г а.с.в.)	27,2/58,0	9,1	2,38	26,9
№ 155 Целлюлоза из № 154 (мискантус), загрузка 18,0 г а.с.с.	13,00/28,2	7,8	1,49	4,73
№ 212 ПОО после РВД (24,7 атм, 220,7 °С, модуль 10) загрузка 4*15,3=61,2 г	27,2/47,9	1,9	5,8	22,72
№ 213 Целлюлоза из № 212 (ПОО), загрузка 18,0 г а.с.с.	12,23/21,1	3,9	5,4	7,8
№ 214 ПОО после РВД (21,6 атм, 214,0 °С, модуль 10) загрузка 4*15,3=61,2 г	27,6/46,7	5,6	5,9	22,26
№ 215 Целлюлоза из № 214 (ПОО), загрузка 18,0 г а.с.с.	13,46/23,5	2,8	4,1	7,61
№ 255 ПОО после РВД, замачивание 10 ч, (23,4-25,3 атм, 216,7-221,3 °С, модуль 10) загрузка 4*15,3=61,2	26,7/45,9	5,8	6,08	21,37
№ 256 Целлюлоза из из № 255 (ПОО)	4,20/15,4	5,6	3,59	-
№ 256/1 Целлюлоза из № 255 (ПОО) (дополнительно промыта спиртом)	7,80/14,8	3,6	3,78	4,22
Примечание: * – абсолютно сухой продукт в пересчете на абсолютно сухое сырье (а.с.с.)				

Карбоксиметилцеллюлозу синтезировали на основе методики, описанной в [18].

Растворимость полученных образцов определяли в соответствии с методикой, основанной на растворении продукта в растворителе и последующей фильтрации этого раствора через пористый стеклянный фильтр [21]. Относительную вязкость в растворе NaOH концентрацией 1,5 М определяли при температуре 20 °С в вискозиметре ВПЖ-4 с внутренним диаметром капилляра 0,62 мм. Концентрация полимера в растворе щелочи – 0,2 %. Среднее значение степени полимеризации определяли, используя выражение:

$$X_3 = \frac{8 \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{t_1}{t_0}} - 1 \right)}{c \cdot K},$$

где t_1 – время истечения раствора, с; t_0 – время истечения растворителя, с; c – массовая концентрация Na-КМЦ за вычетом нерастворившегося остатка, г/дм³; K – константа Хаггинса = $6,6 \cdot 10^{-4}$.

ИК-спектры целлюлоз и карбоксиметилцеллюлоз снимали на ИК – Фурье спектрометре «Инфралюм ФТ – 801» в таблетках KBr.

Полученные таким образом эфиры и исходные целлюлозы были исследованы методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) на приборе «JSM-840» фирмы «Jeol» с рентгеновским микроанализатором «Link-860» серии П.

Характеристики продуктов карбоксиметилирования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Выход и характеристики карбоксиметилцеллюлоз, полученных суспензионным способом из мискантуса и ПОО, обработанных в условиях гидротермобарического взрыва

Наименование показателей	Наименование образцов			
	КМЦ № 1 (из № 152 – мискантус)	КМЦ № 2 (из № 153 – мискантус)	КМЦ № 3 (из № 213 – ПОО)	КМЦ № 4 (из № 215 – ПОО)
Выход (а.с.в.)*, %	293,0	245,6	117,6	100,2
Растворимость в 6 %-ном растворе NaOH, %	68,7	79,2	76,0	82,2
Растворимость в воде, %;	70,9	77,8	75,6	77,7
Относительная вязкость в 6 %-ном NaOH	1,06	1,07	1,42	1,33
Степень полимеризации, ед.	156	159	272	220

Примечание: *а.с.в. – абсолютно сухое вещество

В условиях гидротермобарического взрыва были получены образцы целлюлозных полуфабрикатов из российского мискантуса и плодовых оболочек овса, которые представляют собой темно-окрашенную волокнистую массу. Волокнистая масса мискантуса отличается более высоким содержанием остаточного лигнина (23,3-26,9 %), но пониженным содержанием золы (1,3-2,38 %), по сравнению с волокнистыми массами плодовых оболочек овса (ПОО) – массовая доля остаточного лигнина 21,37-22,72 %, массовая доля золы 5,8-6,08 %. Целлюлозный полуфабрикат мискантуса получен с выходом 58,0-60,1 % (а.с.с.), выход целлюлозного полуфабриката из ПОО несколько ниже и составляет 45,9-47,9 % (а.с.с.), что объясняется меньшим содержанием целлюлозы в исходном сырье.

После облагораживания волокнистого материала получены целлюлозы, представляющие собой спрессованные пластинки почти белого цвета. Целлюлозы из мискантуса характеризуются пониженным содержанием остаточного лигнина (4,45-4,73 %) и золы (1,4-1,49 %). В целлюлозах из ПОО массовая доля остаточного лигнина находится на уровне 7,61-7,8 %, зола – 4,1-5,4 %, которые частично удаляются после обработки 96 %-ным этиловым спиртом (4,22 % и 3,6 %, соответственно). Кроме того, при обработке спиртом наблюдается разрыхление материала, спрессованные пластинки становятся «пушистым» материалом. Целлюлозы получены с выходом 28,2-28,6 % (из мискантуса), 21,1-23,5 % (из ПОО), что подтверждает зависимость от содержания целлюлозы в исходном сырье.

Результаты исследования методом РЭМ полученных целлюлоз из мискантуса и ПОО после обработки гидротермобарическим взрывом приведены на рисунках 2-4.

Анализируя фото целлюлозы из мискантуса (рисунок 2), выявлено, что произошло образование фибриллярных моноволокон толщиной 10-15 мкм, длиной до 800 мкм и лигниновых частиц неправильной формы. Частицы лигнина расположены как отдельно, так и на поверхности фибрилловых жгутов и моноволокон.

Целлюлоза из ПОО несколько отличается от целлюлозы из мискантуса. На фото (рисунки 3, 4 а) отмечено наличие как моноволокон короче (до 500 мкм) и тоньше (до 15 мкм) волокон целлюлозы из мискантуса, так и неразрушенные фибрилловые волокна. Также наблюдается присутствие лигниновых частиц.

При сравнении фотографий целлюлозы из ПОО до и после обработки этиловым спиртом (рисунок 4) установлено, что до обработки спиртом большая часть волокон находится в спрессованном состоянии, волокна прилегают друг к другу плотно, и их общая поверхность покрыта лигнином. После обработки происходит разрушение на моноволокна, притом некоторые из них лежат в плоскости, а некоторые закручиваются в пространстве. Отмечается снижение частиц лигнина.

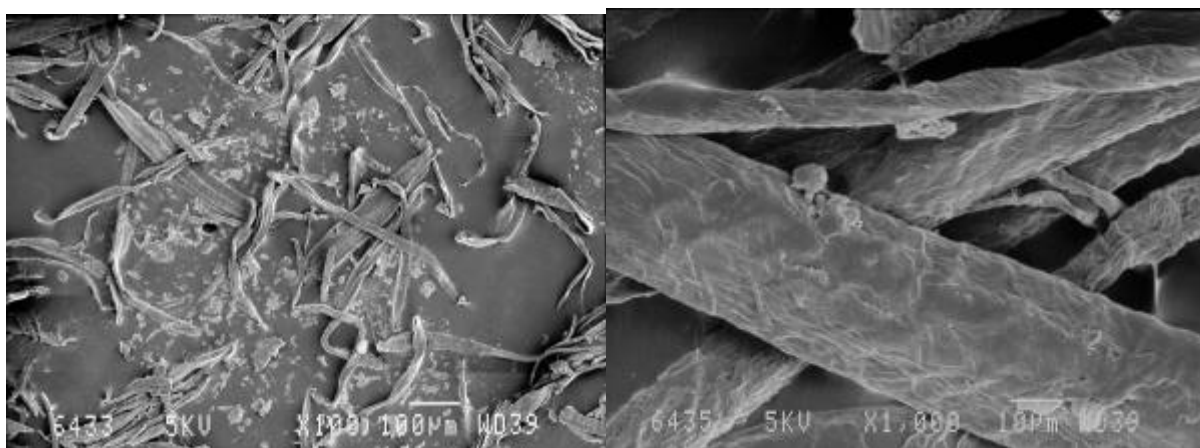


Рисунок 2 – Фото целлюлозы из мискантуса после обработки в условиях гидротермобарического взрыва

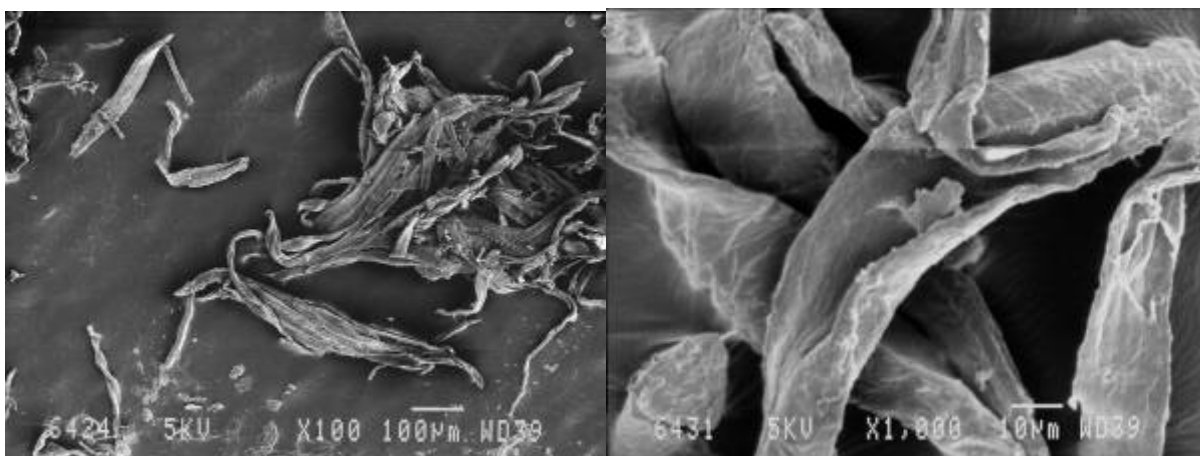
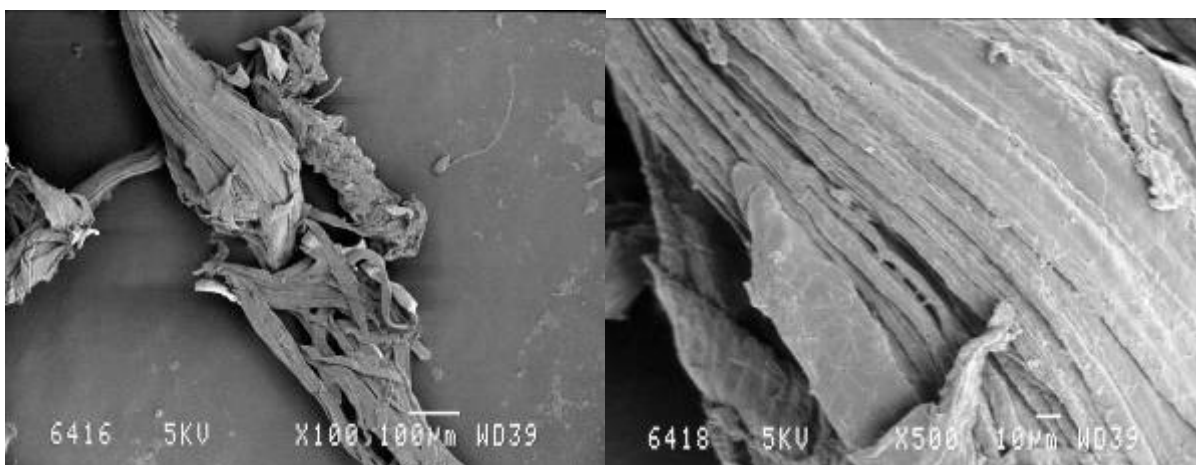
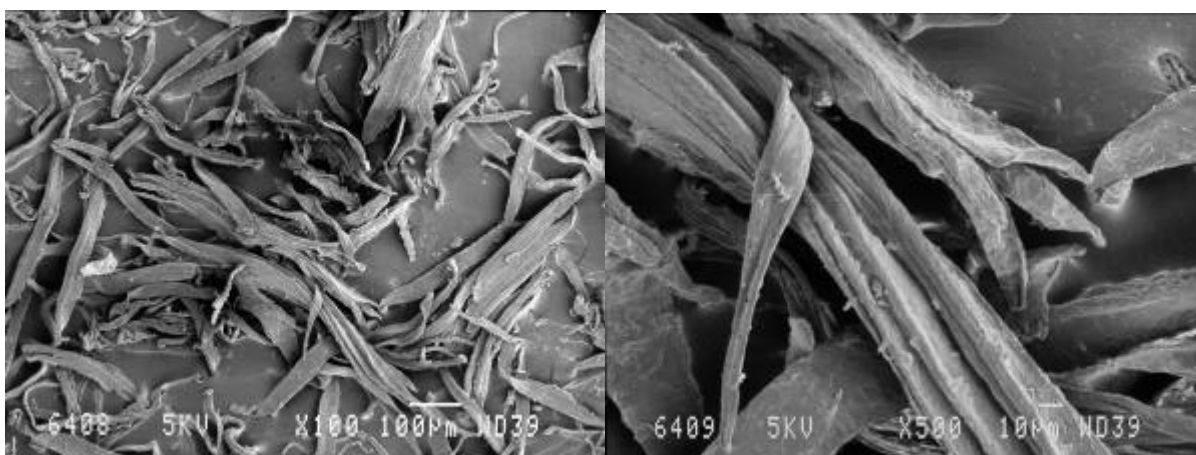


Рисунок 3 – Фото целлюлозы № 217 из плодовых оболочек овса (ПОО) после обработки в условиях гидротермобарического взрыва



4 а



4 б

Рисунок 4 – Фото целлюлозы из плодовых оболочек овса (ПОО) после обработки в условиях гидротермобарического взрыва: 4 а – целлюлоза № 256 до обработки спиртом; 4 б – целлюлоза № 256/1 после обработки спиртом

Выборочно, а именно целлюлозы № 152 (мискантус), № 153 (мискантус), № 213 (ПОО), № 215 (ПОО) были проэтерифицированы.

Полученные КМЦ представляют собой пластинки белого цвета. Образцы в целом показали хорошие значения растворимости в воде и 6 %-ном растворе гидроксида натрия. Выход КМЦ из мискантуса составляет 245,6-293,0 % масс., что существенно превышает выход из ПОО (100,2-117,6 % масс.).

Образование высоковязких растворов является одним из важных свойств Na-КМЦ. Относительная вязкость в 6 %-ном NaOH при 20 °C находится в пределах от 1,06 (КМЦ из мискантуса) до 1,42 (КМЦ из ПОО). Значение средней степени полимеризации КМЦ из мискантуса несколько ниже степени полимеризации КМЦ из ПОО и составляет, соответственно, 156-159 и 220-272 единиц.

В ИК-спектрах всех полученных образцов наблюдается четкая полоса поглощения в области $1600-1620\text{ см}^{-1}$, которая соответствует валентным колебаниям карбонильной группы в карбоксильном радикале в связанном в виде соли (COO^-Na^+) состоянии [22]. Интенсивность полосы поглощения гидроксильных групп в области $3400-3600\text{ см}^{-1}$ несколько уменьшается, по сравнению с поглощением в этой же области для исходных целлюлоз.

Результаты исследования методом РЭМ образцов КМЦ приведены на рисунке 5.

Анализируя фото полученных КМЦ, можно отметить изменение структуры волокна целлюлозы. Волокно набухает, приобретает объем, наблюдаются разрывы

волокон на более мелкие участки. Кроме того, на снимках отмечено наличие кристаллов NaCl (фото монокристалла представлено на рисунке 5), которые, как оказалось, не вымываются в процессе очистки. Это обусловлено плохой растворимостью хлорида натрия в этиловом спирте.

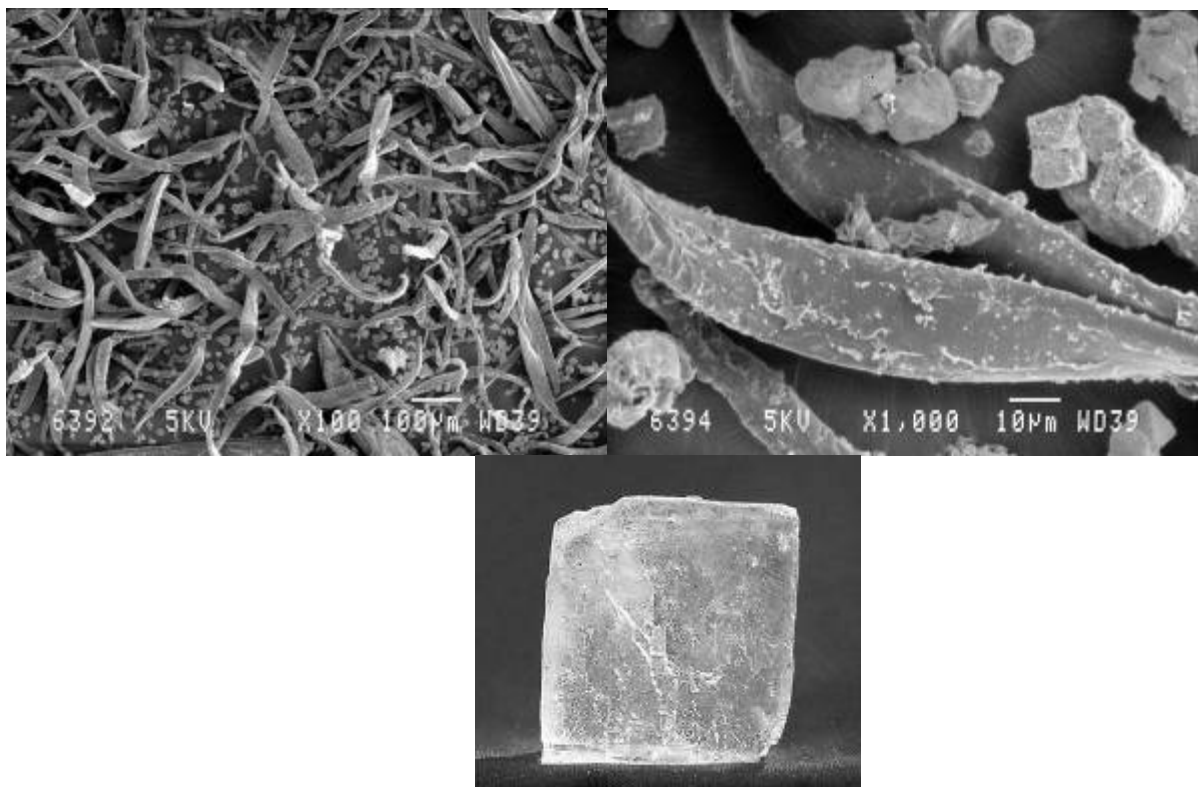


Рисунок 5 – Фото КМЦ из плодовых оболочек овса (ПОО) после обработки в условиях гидротермобарического взрыва и монокристалл NaCl

В результате проведенных исследований получены целлюлозы из недревесных источников (мискантуса и плодовых оболочек овса) методом обработки в условиях гидротермобарического взрыва с последующим облагораживанием в лабораторных условиях. Продукты исследованы методом РЭМ. Установлено, что полученные образцы не уступают по своим свойствам целлюлозам, полученным другими (химическими) методами и способны к процессу этерификации.

Таким образом, наработаны образцы карбоксиметилцеллюлоз. Методом ИК-спектроскопии показано наличие в продукте карбоксиметильных групп. В результате исследований методом РЭМ установлено, что карбоксиметилцеллюлозы сохраняют структуру и морфологические свойства целлюлозы, в то же время приобретают объем, имеют поперечные разрывы волокон и более деформированную поверхность.

Литература

1. Роговин, З.А., Шорыгина, Н.Н. Химия целлюлозы и ее спутников. – М. – Л., Госхимиздат. – 1953. – С. 678.
2. Бытенский, В.Я., Кузнецова, Е.П. Производство эфиров целлюлозы. – Л.: Химия, 1974. – С. 208.
3. Алтунина, Л.К., Кувшинов, В.А. Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи пластов нефтяных месторождений (обзор) // Успехи химии. – 2007. – Т. 76. – № 10. – С. 1034-1052
4. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч.П.-СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – С. 1142.

5. Примкулов, М.Т., Никольский, К.С., Буш, В.В., Худанян, А.С., Мнацакян, Р.М. Технология производства ацетатных нитей и жгута, Ин-т развития профобразования. – М., 1992. – С. 6-7; С. 64-68.
6. Маркин, В.И., Базарнова, Н.Г., Галочкин, А.И. О взаимодействии лигноуглеводных материалов с монохлоруксусной кислотой // Химия растительного сырья. – 1997. – № 1. – С. 26-28.
7. Веверис, А.Г., Эриньш, П.П., Калейне, Д.А., Полманис, А.Г., Веверис, Г.П., Кузмани, Г.В. Высокотемпературный автогидролиз древесины // Химия древесины. 1190. – № 3. – С. 89-93.
8. Цуканов, С.Н., Будаева, В.В. Предобработка мискантуса китайского в условиях гидротермобарического взрыва в нейтральной среде // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4. – С. 209-214.
9. Первышина, Г.Г., Ефремов, А.А., Кузнецова, С.А., Кузнецов, Б.Н. Получение левулиновой кислоты из технической целлюлозы, выделенной из автогидролизованной древесины различных пород // Химия растительного сырья. – 1997. – № 3. – С. 4-9.
10. Удоратина, Е.В. Продукты химической модификации вторичного целлюлозосодержащего сырья // Химическая технология. – 2011. – № 3. – С. 157-162.
11. Claudia Barba et all. Synthesis and characterization of carboxymethylcelluloses (CMC) from non-wood fibers I. Accessibility of cellulose fibers and CMC synthesis / Cellulose. – 2002. – № 9. – P. 319-326.
12. Claudia Barba et all. Synthesis and characterization of carboxymethylcelluloses from non-wood pulps II. Rheological behavior of CMC in aqueous solution // Cellulose. – 2002. – № 9. – P. 327-335.
13. Обрезкова, М.В. Карбоксиметилированная целлюлоза из мискантуса / Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (28-30 апреля 2010 г., г.Бийск). – В 2-х ч. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-т, 2010. – Ч. 1. – С. 129-132.
14. Обрезкова, М.В. Получение и свойства карбоксиметилцеллюлозы из отходов переработки злаков и биомассы мискантуса / Эфиры целлюлозы и крахмала, другие химические реагенты и материалы в эффективных технологических жидкостях для строительства, эксплуатации и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин: Материалы XIV Международной научно-практ. конф., 8-11 июня 2010 г. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2010. – С. 47-49.
15. Veronica Stigsson et all. The influence of the solvent system used during manufacturing of CMC // Cellulose. – 2006. – № 13. – P. 705-712.
16. Чепрасова, М.Ю., Маркин, В.Ю., Базарнова, Н.Г., Коталевский, И.В. Карбоксиметилирование древесины под воздействием микроволнового излучения в среде различных растворителей // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1. – С. 77-80.
17. Маркин, В.И. Исследование карбоксиметилирования древесины суспензионным способом: автореферат дис. к. х. н.: Маркин В.И. – Красноярск, 1999. – 159 с.
18. Томильцева, Н.А., Севодина, А.А., Будаева, В.В. Суспензионное получение простых эфиров целлюлозы // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4. – С. 224-231.
19. Оболенская, А.В., Ельницкая, З.П., Леонович, А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991. – 320 с.
20. ГОСТ 595 Целлюлоза хлопковая. Технические условия. Издание официальное. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 14 с.
21. Базарнова, Н.Г. Химия древесины и ее основных компонентов: метод. пособие. – Барнаул, – 2002. – 50 с.
22. Жбанков, Р.Г. Инфракрасные спектры и структура целлюлозы. – Минск: Наука и техника, 1972. – 254 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ АЗОТА В НИТРАТАХ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ МИСКАНТУСА И ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА

А.А. Якушева¹, Д.И. Дементьева², В.В. Будаева², В.Н. Золотухин²

¹Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, yakusheva89_21.ru@mail.ru

²Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, budaeva@ipcet.ru

Нитраты целлюлозы (НЦ) являются синтетическими высокомолекулярными соединениями, степень полимеризации которых может колебаться от 200 до 2000 элементарных звеньев. Получают их путем обработки целлюлозы преимущественно азотно-серными кислотными смесями, содержащими определенное количество воды [1].

Эти эфиры были первыми полученными производными целлюлозы и не потерявшими свое значение и до настоящего времени. В технике их часто называют нитроцеллюлозой [2].

Нитраты целлюлозы являются основным сырьем для получения всех видов нитратцеллюлозных порохов: пироксилиновых, кордитных, сферических, баллиститных и ТРТ баллиститного типа.

Нитраты целлюлозы широко применяются в мирной промышленности. На их основе получают лаки и краски, а также некоторые виды киноплёнок.

Количественный анализ продуктов нитрования целлюлозы заключается в определении содержания азота. Существуют различные физические и химические методы анализа. Физические методы наиболее безопасны и занимают мало времени, но дают большую погрешность. Примером является экспрессный способ количественного определения содержания азота в нитратах целлюлозы методом ИК-спектроскопии с Фурье-преобразованием [3]. Суть метода заключается в регистрации спектров изучаемых образцов на спектрометре «Инфралюм ФТ-801» в диапазоне частот 4000-550 см⁻¹. Для съёмки спектров прессовали таблетки в бромиде калия, в соотношении нитрат целлюлозы : бромид калия 1 : 150. Относительная ошибка, по сравнению с ферросульфатным методом, находится в пределах от 5,2 % до 6,1 %.

Химический метод стандартизации нитратов целлюлозы, так называемый метод Лунге, является опасным в связи с использованием ртути. Несмотря на трудоемкость, широкое применение нашел ферросульфатный метод определения массовой доли азота. Он достаточно точен, но требует много времени и особой внимательности при соблюдении температуры титрования.

Целью данной работы является постановка ферросульфатного способа определения азота в нитратах целлюлозы в лаборатории биоконверсии ИПХЭТ СО РАН и использование этого метода для анализа нитратов целлюлозы из мискантуса и плодовых оболочек овса.

Экспериментальная часть

Образцы нитратов целлюлозы были получены из целлюлозы мискантуса и плодовых оболочек овса [4] в процессе нитрации РКС различного состава, со сменой параметров: модуля нитрации, температуры, продолжительности нитрации и различных условий автоклавирования.

Навеску 0,12 г НЦ, взвешенную на аналитических весах с погрешностью взвешивания ±0,0002 г в конической колбе, заливали охлажденной серной кислотой, в количестве 25 мл. Колбу закрывали пробкой и выдерживали в холодильнике при 0 °С до полного растворения нитрата целлюлозы. Полученный раствор титровали 0,5 н раствором соли Мора, при постоянном охлаждении колбы, до перехода окраски от желтоватой до желтовато-розовой (при добавлении лишней капли окраска становится розовой).

Охлаждение содержимого колбы производилось тройной смесью, состоящей из воды, льда и хлористого натрия. Содержание азота рассчитывали по формуле:

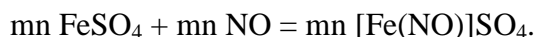
$$N = (T \cdot V \cdot 100\%) / g, \quad (1)$$

где T – титр раствора соли Мора; V – объем раствора соли Мора, пошедшего на титрование раствора нитрата целлюлозы, мл; g – навеска нитрата целлюлозы.

Обсуждение результатов

Ферросульфатный метод основан на омылении нитратов целлюлозы концентрированной серной кислотой и восстановлении образовавшейся азотной кислоты раствором сульфата железа (II) до окиси азота, которая с избытком последнего образует комплексное соединение $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$, окрашивающее раствор в желтовато – розовый цвет [5].

Химизм происходящих процессов может быть выражен следующими уравнениями:



Была определена массовая доля (МД) азота в штатных образцах нитратов целлюлозы для НЦ 2 и КПСВ. Проводилось по 2 параллельных определения для каждого образца. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Массовая доля азота в штатных образцах нитратов целлюлозы

Массовая доля азота, %	
НЦ 2	КПСВ
12,98±0,05	11,87±0,01

Как следует из данных таблицы, погрешность измерения очень низкая, хотя ферросульфатный метод допускает погрешность ±0,10 %.

В таблице 2 приведены значения параллельных определений МД азота в образце НЦМЗА10 с расчетными средним значением и погрешностью определения.

Таблица 2 – Значения параллельных определений МД азота в образце НЦМЗА10 с расчетными средним значением и погрешностью определения

Номер параллельных определений	МД азота в образце, %	Среднее значение МД азота, %
1	10,85	10,88±0,07
2	10,86	
3	10,94	
4	10,87	

Нитраты целлюлозы из мискантуса и плодовых оболочек овса были предварительно растерты в агатовой ступке, для лучшего их растворения в серной кислоте. Растворение нитратов целлюлозы длилось около 24 ч, после чего было проведено титрование растворов.

В процессе титрования температура раствора постоянно повышалась, приходилось ее корректировать. Минимальную температуру бани поддерживали в пределах (минус 3 – 0) °С, даже в жаркие дни, когда температура в лабораторной комнате достигала 30 °С.

При титровании раствора нитрата целлюлозы из мискантуса (НЦМ) в серной кислоте наблюдалось его помутнение, раствор нитрата целлюлозы из плодовых оболочек овса (НЦПОО) в серной кислоте оставался прозрачным. Оба раствора в точке эквивалентности приобрели желтовато – розовую окраску, а при добавлении лишней капли титранта, окрасились в розовый цвет.

Результаты анализа приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Массовая доля азота в образцах нитратов целлюлозы из мискантуса, определенная ферросульфатным методом

№ п/п	МД азота в НЦМ, %
1	10,37±0,01
2	10,88±0,07
3	11,15±0,19
4	11,32±0,06
5	11,57±0,17
6	11,38±0,23
7	11,79±0,23

Таблица 4 – Массовая доля азота в образцах нитратов целлюлозы из плодовых оболочек овса (%), определенная ферросульфатным методом

№ п/п	МД азота в НЦПОО, %
1	11,38±0,08
2	11,56±0,05
3	11,59±0,13
4	11,35±0,03
5	10,96±0,02
6	11,04±0,04
7	11,64±0,14
8	10,95±0,06
9	11,18±0,06
10	11,37±0,09

Вывод

Определена массовая доля азота на штатных образцах нитратов целлюлозы, с известной массовой долей азота.

Определена МД азота в образцах нитратов целлюлозы, полученных на основе мискантуса и плодовых оболочек овса. Массовая доля азота в НЦМ – от 11,37 % до 11,79 %, в НЦПОО – от 10,95 % до 11,64 %. При этом относительная погрешность составила для НЦМ – от 0,01 % до 0,19 %, для НЦПОО – от 0,02 % до 0,13 % соответственно.

Литература

1. Дементьева, Д.И., Кононов, И.С., Мамашев, Р.Г., Харитонов, В.А. Введение в технологию энергонасыщенных материалов. / учебное пособие. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – Барнаул, 2009. – С. 39-67.
2. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. / Ч.П.-СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – С. 598-603.
3. Геньш, К.В., Колосов, П.В., Базарнова, Н.Г. Количественный анализ нитратов целлюлозы методом ИК-Фурье-Спектроскопии // Химия растительного сырья. – 2010. № 1. – С. 63-66.

4. Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю., Золотухин, В.Н., Сакович, Г.В. Новые сырьевые источники целлюлозы для технической химии / Современные проблемы технической химии: материалы докладов Всерос. науч.-техн. и метод. конф., Казань, 7-9 октября 2009 года. – Казань: Изд-во Казан. гос. технолог. ун-та, 2009. – С. 275-281 .

5. Дементьева, Д.И. Нитраты целлюлозы: практикум для студентов специальности 251200 по курсу «Физика и химия полимеров. Технология эфиров целлюлозы». – Алт. гос. техн. ун-т, БТИ : Бийск. Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2001. – 27 с.

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

С.А. Зяблицкий¹, А.В. Поздняков¹, А.Е. Корчагин²

¹ОАО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай»,

г. Бийск, e-mail: post@frpc.secna.ru

²Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск

В 70-х годах небольшая группа ученых (И.П. Боровинская, В.М. Шкиро и А.Г. Мержанов), исследуя экспериментальные модели горения конденсированных систем, открыла новое явление, получившее название «твердого пламени». Твердое пламя, которое было для того времени достаточно необычным явлением, представляет собой процесс, в котором исходные реагенты, промежуточные и конечные продукты остаются в твердом состоянии в течение всего процесса превращения, что позволило получать многие ценные тугоплавкие материалы. Это привело к созданию нового высокоэффективного метода их получения - самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Использование такого метода – позволило получить при помощи СВС ряд новых неорганических материалов (порошки тугоплавких соединений, абразивные пасты, азотированные ферросплавы, керметы, керамика), детали и изделия заданных размеров и форм, огнеупорные изделия и покрытия, а также разработать технологию сварки разнородных материалов в мягких условиях. Технология получения относительно проста - порошковую смесь (шихту) помещают в реактор и в контролируемой газовой среде производят локальное иницирование процесса (зажигание). Затем происходит самопроизвольное распространение волны горения со скоростью горения до 10 см/с и остывание синтезированного продукта.

В последствие было показано, что СВС процессы могут распространяться в многослойных полиметаллических материалах, например, в многослойных пленках типа Al – Ni, Al – Ti, Al – Ag и др.

Одним из приоритетным направлением в научных исследований в России в настоящее время является создание и исследование материалов на основе нанотехнологий. Из зарубежных источников, известно, что материалы для СВС можно получать послойной намоткой фольги (толщина 5-10 мкм) различных металлов, при этом важное значение для скорости распространения волны горения является толщина фольги, с уменьшением толщины скорость возрастает. Поэтому создание фольги толщиной 10-100 нм позволит поднять скорость до 10 м/с. При этом температура поверхности может достигать 2300-3800 К.

Создание таких пленок позволит занять свою нишу материалов, которые будут востребованы на российском и мировом рынках. Практическое применение таких пленок достаточно широко: от военной отрасли – в ракетной технике, при изготовлении активных неизвлекаемых формообразующих элементов, позволяющие получать максимальный коэффициент заполнения, так и в космической и нефтяной отраслях – использование этих материалов для свариваемости изделий в любых условиях (вакуум и т.д.).

ОТРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ИМИДОДИСУЛЬФОНАТА АММОНИЯ

А.Л. Лекомцев

*ОАО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай», г. Бийск,
e-mail: post@frpc.secna.ru*

Имидодисульфат аммония (ИДСА) используется в качестве кислотного моющего средства. Процесс его получения реализуется достаточно просто в непрерывном варианте, и не требует сложного аппаратного оформления, что обеспечивает высокую производительность. В качестве исходных компонентов используются доступные и дешевые реагенты: карбамид и олеум. Примеси в виде бисульфата аммония, сульфаминовой кислоты и карбамида не мешают использовать его в качестве кислотного моющего средства. Однако, для получения реактивного ИДСА такая сульфомасса непригодна, в том числе из-за наличия производных мочевины, существенно снижающих химическую стойкость.

Основной целью работы было получение сульфомассы с максимально возможным содержанием ИДСА и минимальным – мочевины.

В ходе работы был разработан новый метод анализа мочевины в сульфомассе позволяющий количественно определить её содержание. Температура поверхности барабана-сульфатора на стадии спекания сульфомассы ранее не контролировалась. Измерение температуры поверхности при помощи бесконтактного пирометра позволило установить режимы процесса.

В работе исследовано влияние концентрации серного ангидрида в олеуме, температуры, и времени выдержки на первой стадии сульфирования карбамида. Определены оптимальные температуры и время пребывания на стадии спекания сульфомассы, позволяющие получать ИДСА с выходом близким к количественному.

По известному способу [1], ИДСА получали при температуре 145-150 °С, при этом содержание остаточной мочевины составляло порядка 4 %. При увеличении температуры спекания массы до 175-200 °С, наблюдается рост выхода ИДСА до 99,9 % и уменьшение количества остаточной мочевины до 0,2 %. Полученная сульфомасса может быть использована в качестве исходного соединения в синтезе высокоэффективных окислителей и взрывчатых веществ.

Литература

1. Пат. 1723031 РФ, МПК⁷ C01B21/096. Способ получения аммониевой соли имидодисульфоновой кислоты / Ильясов С.Г., Заславец В.Д., Лобанова А.А. – 1991.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРУДИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНО-НАПОЛНЕННЫХ ПЛАСТМАСС

К.О. Рекун, С.В. Антимонов, Р.Ф. Сагитов

*Казанский государственный технологический университет, г. Казань,
rekun-kirill@yandex.ru*

Математическое моделирование на основе полных уравнений переноса количества движения сформировалось как самостоятельное направление в механике жидкости и газа, ее приложениях к аэрогидродинамике, машиностроению, энергетике, технологическим процессам, биотехнологиям, а также к изучению природных явлений. Для многих приложений, особенно для технологических процессов в химической, нефтехимической, пищевой, микробиологической и других отраслях промышленности, требуется все более точный расчет характеристик рабочих процессов для поиска оптимальных

конструкторских и технологических решений, направленных на повышение надежности, улучшения эксплуатационных характеристик машин и технологических аппаратов, снижения энергоемкости, повышения экологической безопасности [1].

Одним из широко распространенных химико-технологических процессов является процесс течения реологически сложных систем между вращающимся шнеком и неподвижной цилиндрической стенкой, который имеет ряд достоинств: высокая производительность, сравнительно простое конструктивное оформление, универсальность и относительно высокая экономическая эффективность использования капиталовложений [2].

Рассматриваемый вид течения реализуется в следующих типах аппаратов: экструдерах, дозаторах, смесителях и пр. Широкое использование процесса экструдирования в промышленности и не только, приводит к многообразию предложений по изготовлению и применению шнековых машин.

Модели таких течений были построены для однородных высоковязких полимерных материалов, поэтому собственных вес и модель поведения наполнителей игнорировался.

Продуктивным методом исследования рассматриваемого течения является математическое моделирование, позволяющее получить достоверные результаты при относительно небольших временных, трудовых и материальных затратах. Математическое моделирование позволяет избежать дорогостоящих натуральных экспериментов, сократить сроки отработки технологических процессов и подготовки нового производства [3, 4].

При описании процессов течения пластических масс в винтовых каналах экструдеров в настоящее время достаточное распространение получили одно- и двухмерные модели (рисунок 1). Такие модели могут быть построены в декартовой (плоские модели) или цилиндрической (осесимметричные модели) системах координат.

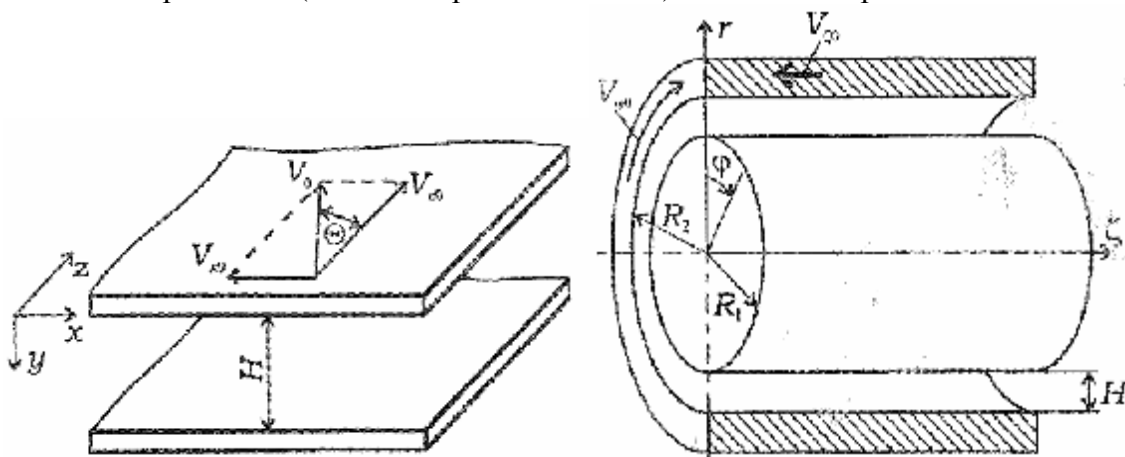


Рисунок 1 – Схемы одно- и двухмерной моделей

Одномерные модели в отличие от двухмерных не учитывают влияние трения жидкости о боковые стенки канала на процесс течения. В плоских моделях не учтено влияние кривизны канала. Отсюда следует, что осесимметричная двухмерная модель наиболее полно учитывает особенности течения полимера в винтовом канале экструдера.

При построении моделей течения жидкости в винтовых каналах экструдеров используем обращенное движение, т.е. при неподвижном шнеке вращается корпус в направлении, противоположном исходному вращению шнека с окружной скоростью V_0 . Профили скоростей при этом считают установившимися и утечками жидкости через зазор пренебрегают [5].

При построении математических моделей течения пластических масс широко используется реологическое степенное уравнение Освальда-де Вилля, наиболее достоверно описывающее движение прессуемого материала в канале шнека [6]:

$$\tau = \mu'(\dot{\gamma})^n, \quad (1)$$

где $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига прессуемого материала; τ – напряжение сдвига в прессуемом материале; n – индекс течения; μ' – коэффициент консистенции материала.

В разрабатываемой нами модели использовать формулу (1) возможно только с внесением в нее ряда дополнений. Это связано с тем, что в наших исследованиях мы имеем дело с высоконаполненным полимером (полиэтилен с органическим наполнителем типа древесной стружки и лузги) и, следовательно, при построении математической модели, необходимо учесть собственный вес и модель поведения наполнителей.

Таким образом, целью нашего исследования является построение математической модели процесса течения вязкопластической жидкости в зазоре между вращающимся шнеком и неподвижной цилиндрической стенкой с учетом органического наполнителя (древесной стружки и лузги); анализа влияния реологических свойств, силы тяжести и других факторов на характер течения жидкости в шнековом зазоре. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Построение моделей описания процесса течения термопластического материала с наполнителем типа древесной стружки в зазоре между вращающимся шнеком и неподвижной цилиндрической стенкой, с учетом действия сил тяжести, и их компьютерная реализация.

2 Аналитическое и численное исследование моделей (их адекватность, границы применимости, режимы течения, специфические эффекты, сопровождающие течение и т.п.). Сопоставление полученных результатов с известными.

Для первоначального определения реологических свойств исследуемого сырья проводились экспериментальные исследования на лабораторном пресс-экструдере ПЭШ-30/4. В процессе эксперимента изменяли длину фильеры (60, 90, 120 мм) и угловую скорость (10...60 об/мин). Для получения однородного гомогенизированного продукта изменяли процентное содержание компонентов исходного сырья (50...75 % наполнителя) [6].

В настоящее время проводится обработка полученных экспериментальных данных необходимых для построения математической модели процесса течения высоконаполненных полимерных материалов в зазоре между вращающимся шнеком и неподвижной цилиндрической стенкой.

Литература

1. Шаповалов, В. М. Механика элонгационного течения полимеров [Текст] / В.М. Шаповалов. – М.: Физматлит, 2007. – 176 с.
2. Шаповалов, В. М. Введение в механику течения волокнонаполненных композитов [Текст] / В.М. Шаповалов, С.В. Лапшина. – М. : Физматлит, 2005. – 176 с.
3. Ким, В.С. Теория и практика экструзии полимеров [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.С. Ким. – Москва : КолосС, 2005. – 568 с.: ил.- (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).
4. Малкин, А.Я. Реология: концепции, методы, приложения = RHEOLOGY: conceptions, methods, applications [Текст]: авторизованный пер. с англ. яз. / А.Я. Малкин, А.И. Исаев . – Санкт Петербург : Профессия, 2007. – 560 с.: ил.
5. Численные методы расчета течения вязкой жидкости в каналах [Текст] : сб. науч. тр. / [отв. ред. А.Н. Ширшов]; М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР. Всесоюз. заочный машиностроит. ин-т. – М.: [Б. и.], 1971. – 56 с.
6. Полищук, В.Ю. Теоретические основы описания процесса движения высоконаполненных пластмасс в канале шнека / В.Ю. Полищук, Р.Ф. Сагитов, Е.А. Федоров, К.О. Рекун // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. № 4. – С. 137-141.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Н.И. Красовская, А.В. Хохлов

*Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, г. Тюмень,
stds@mail.ru, and ron@mail.ru*

Известно, что металлические трубы при всех своих высоких прочностных характеристиках обладают и рядом недостатков: низкая коррозионная стойкость, образование различных отложений на внутренней поверхности труб, неудобство транспортировки и т.д. Металлические трубы могут быстро разрушаться, если они проложены в плохо дренированных и слабо аэрируемых нестабильных грунтах. Разрушению внешней поверхности металлических трубопроводов способствуют также воздействие грунта и блуждающие токи.

Поэтому в настоящее время в различных отраслях промышленности все активнее используются трубы нового поколения из коррозионностойких, облегченных материалов, в частности, полимерных, среди которых все большее распространение находят стеклопластики. Стеклопластиковые трубы, не поддаются гальванической и электролитической коррозии, в том числе и в кислотной среде, поэтому могут использоваться для систем подачи воды, а также для сливов санитарной канализации в системах сточных вод. За последние 20 лет эти трубы были выбраны для многих канализационных сетей региона Среднего Востока, известного наиболее агрессивными в мире сточными водами.

Трубы из стеклопластика по сравнению с трубами из металла имеют много преимуществ. Они более чем в 3 раза легче, дешевле, не нуждаются в специальных покрытиях; не разрушаются в коррозионной среде; не проводят электричество и не требуют катодной защиты; просты в монтаже. Кроме того, применение этих труб позволяет исключить сварочные работы, снизить гидравлические потери и расходы на прокладку трубопроводов, сократить отложения парафина и солей. Они имеют срок службы 20 лет и более (до 50), могут быть спущены на большую глубину, герметичны и надежны в местах резьбовых соединений, имеют хорошее сцепление с цементом. Но при всем этом до сих пор не установлено, как они поведут себя при повышенных температурах (выше 100 °С).

Стеклопластики, из которых производятся трубы, представляют собой композитные конструкционные материалы, обладающие высокой прочностью наряду с относительно небольшой плотностью (1,7-1,8 г/см³). Это снижает массу трубы, что немаловажно для транспортных перевозок. Трубы из стеклопластика обладают высокой удельной прочностью, высокой удельной ударной вязкостью, огнестойкостью. В разных отраслях промышленности они успешно конкурируют с такими традиционными материалами, как металлы и их сплавы, бетон, стекло, керамика, дерево. Мировым лидером в производстве и потреблении изделий из композитных материалов являются США, где их промышленное производство было налажено еще в 1944 г.

Достижимые механические свойства труб зависят от следующих факторов: свойств волокон и основного материала; доли применяемых волокон в общем объеме; характера адгезии между армирующим и основным материалами; размеров волокон и их ориентации. Лучшие результаты дает применение бесконечных или длинных волокон в сочетании с жидкими термореактивными смолами (в основном полиэфирными или эпоксидными). Количество стекловолокна иногда доводят до 90 % объема. Армирование в 20-100 раз повышает прочность термопластика в направлении волокон. В перпендикулярном направлении прочность соответствует прочности пластика при продольных волокнах [1].

Для соединения стеклопластиковых труб применяют склеивание, сплавление, свинчивание и соединение с помощью фланцев. Основной причиной разрушения труб из стеклопластика являются механические повреждения, возникающие во время укладки или в результате воздействия опор, поддерживающих трубопроводы. После 7-8 лет использования стеклопластиковые трубы способны полностью сохранить свою первоначальную прочность, после 15 лет может наблюдаться некоторая потеря прочности, однако характер внутренней поверхности труб не меняется. К крупным повреждениям приводило продавливание стенок труб, изготовленных из менее пластичных смол [2].

Стеклопластиковые трубы производят как зарубежные фирмы, так и отечественные. Стеклопластиковые трубы были впервые использованы в конце 50-х годов. В 70-х годах на Западе они стали обычным решением проблемы коррозии трубопроводов. Компания Smith Fiberglass products Inc, например, выпускает стеклопластиковые трубы высокого и низкого давления, обсадные, насосно-компрессорные трубы, все типы фитингов, представляя наиболее широкий диапазон продукции этого вида в мире - диаметром от 1 до 48 дюймов.

Компания Fiber Glass Systems производит обсадные, бурильные, насосно-компрессорные трубы и трубы для прокладки трубопровода («скважинный трубопровод» с алифатическим амином, эпоксидной смолой, усиленной до 80 % стекловолокном). Стекловолокно внутри стальных обсадных труб затвердевает, ликвидируя утечки. Продукция изготовлена с применением особого состава, содержащего эпоксид, графит, керамику и др. материалы. Усиление двухосевого стекловолокна обеспечивает превосходные характеристики труб. Данный продукт выдерживает высокое химическое и температурное воздействие, включая высокую коррозионностойкость к CO_2 , H_2S и соленой воде при температуре 93,3 °С. Коэффициент теплопроводности труб – 2,5. Как следует из каталога фирмы, эта продукция приемлема для подводных насосов, газоподъемников или насосной штанги, обсадных труб для отведения химических отходов и т.д. Трубы выпускаются как с резьбовыми соединениями, так и цельноизготовленные.

Фирма Centron International является одним из главных поставщиков стеклопластиковой продукции. Трубы производятся из эпоксидных смол с отвердителями. Предел прочности при растяжении 82,8-207 МПа, осевой модуль упругости 12700-18600 МПа, кольцевой модуль упругости 20700 МПа, рабочее давление до 24 МПа, коэффициент Пуассона 0,3.

На проходившей в Тюмени выставке Новокузнецкое научно-производственное предприятие «КУЗБАСС-ЭКО» представляло коррозионностойкие трубопроводные системы и оборудование немецкой фирмы Fiberdur-Vanck из термоупрочненных эпоксидных и виниловых смол, армированных стекловолокном. Трубопроводы используются для транспортировки агрессивных и абразивных жидкостей, суспензий и газов. Устойчивая эксплуатация трубопроводов гарантируется при давлении до 16 Атм, при температуре до 150 °С для жидкостей и до 220 °С – для газов. Трубы имеют следующие характеристики: прочность на разрыв тангенциальная – 300 Н/мм², аксиальная – 150 Н/мм², модуль упругости при разрыве тангенциальный – 20000 Н/мм², модуль упругости при сжатии аксиальный – 18000 Н/мм², напряжение при сжатии аксиальное – 135 Н/мм², удлинение на каждые 10 °С перепада температур – 20 мм/100м.

Выпускается и отечественная продукция из стеклопластика для различных нужд промышленности. В конце 1999 и в начале 2000 года стеклопластиковые обсадные трубы и муфты Пермского завода «Пармапласт» прошли успешные испытания в Тюменской области на Губкинском месторождении, где они были использованы в на глубине 644-806 м. В ходе испытаний разрыв произошел лишь в одном случае (при спуске) в месте соединения металл-пластик. Для этих труб в качестве наполнителя применялись ровинги алюмоборосиликатные типа ЕС и ровинги алюмомагнезиальные

типа РВМН. В качестве связующего - эпоксидный компаунд ЭТАЛ-245, ЭТАЛ-246 или эпоксидно-диановые смолы ЭД-20, ЭД-22 или их зарубежные аналоги с отвердителем. Допустимое внутреннее гидравлическое давление – не менее 14-23 МПа; допустимое наружное давление - не менее 21-26 МПа; допустимое осевое усилие при растяжении - не менее 300 – 480 кН; крутящий момент - не менее 1200-2500 Нм; допустимое осевое усилие при сжатии – не менее 260-530 кН; минимальный радиус изгиба трубы – 37-45 м; минимальная температура хранения не ограничена.

На нефтепромыслах используются также и стеклопластиковые штанги. Диаметры штанг от 18,8 до 37,2 мм; максимальная рабочая нагрузка до 675 кН; максимальное кратковременное напряжение 366 МПа. Штанги можно эксплуатировать при температуре от –40° до +115 °С [3].

Литература

1. Пастернак, В.И. Пластмассовые трубы, применяемые в газовой и нефтяной промышленности. / В.И. Пастернак, А.Д. Седых // Обзорная информация. Сер. Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности. – М.: ВНИИОЭНГ, 1981. – Вып. 9. – С. 40.

2 Агапчев, В.И. Перспективы применения труб из полимерных материалов в нефтяной промышленности / В.И. Агапчев, В.А. Мартяшева, Н.Г. Михайленко и др. // Обзорная информация. Сер. Борьба с коррозией и защита окружающей среды. – М. : ВНИИОЭНГ, 1988. – Вып. 3 (77). – С. 44.

3. Использование стеклопластиковых штанг в добыче нефти. // Экспресс информация. Сер. Нефтепромысловое дело. Вып. 11-12. – М.: ВНИИОЭНГ, 1994. – С. 16.

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАПОЛНЕННЫХ ВОЛЛАСТОНИТОМ ПОЛИМЕРОВ

Е.В. Ивановская, А.Н. Блазнов

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск,
e-mail: blaznov74@mail.ru*

Волластонит обладает целым рядом ценных свойств и преимуществ перед другими наполнителями, используемыми в полимерной промышленности, а именно: низкий коэффициент водопоглощения, низкая маслосъемность, низкая диэлектрическая постоянная, низкая степень вязкости, высокая износостойкость и термостойкость [1]. При прочих равных условиях волластонит обеспечивает сохранение более высоких показателей прочности изделий, чем другие наполнители, при этом он обладает ориентационным эффектом в направлении подачи, что особенно важно при экструзии.

Аппретирование волластонита химическими соединениями (гидрофобизаторами, жидкими или газообразными силанами, а также специальными полимерами) позволяет резко повысить степень наполнения полимера (до 80-120 масс. ч. на 100 масс. ч. полимера), прочностные характеристики пластмасс и их термостабильность.

Для волластонита принципиальное значение имеет форма зерен. Отношение длины к диаметру кристалла волластонита (L/d) придает ему многие функциональные свойства волокнистых материалов и определяет сферу его использования [2].

На основании проведенных исследований по дроблению и измельчению волластонитовой руды установлено, что системы, реализующие механизм ударного действия, позволяют получить максимальное соотношение L/d , раскрытие минералов в более крупных классах, обладают избирательностью измельчения: более твердые минералы (кварц, гранат, пироксен) концентрируются в крупных классах, а мягкие – в мелких [3, 4].

В работе [5] приведены данные по армированию волластонитом полипропилена, выполненные в Томском политехническом университете, где показано, что повышение степени наполнения полипропилена концентратом волластонита приводит к увеличению жесткости композиции, при этом следует отметить, что показатели, характеризующие стойкость композиции к внешним механическим воздействиям (ударная вязкость по Изоду с надрезом, ударная вязкость по Шарпи при комнатной и пониженных температурах) изменяются не существенно до 30 % степени наполнения. В то время как для композиций полипропилена, наполненных тальком, прослеживается более значимое снижение аналогичных показателей при увеличении содержания наполнителя в композиции.

Композиции полипропилена, наполненные концентратом волластонита со средним размером частиц 70 мкм (КВС – 70), характеризуются меньшей жесткостью и меньшей стойкостью к внешним механическим воздействиям, чем композиции наполненные концентратом волластонита со средним размером частиц 30 мкм (КВС – 30). Это объясняется лучшим распределением мелких частиц волластонита (КВС – 30) в полимерной матрице [5].

В работе [6] по результатам исследований, выполненных сотрудниками Томского государственного университета, показано, что при армировании полимеров для автомобилестроения на основе полиэфирных смол с содержанием волластонита до 50 % повышается прочность, модуль упругости, температура стеклования, снижается абсорбция влаги. Вязкость и плотность при содержании от 50 до 55 % волластонита резко повышается, что ограничивает предельную концентрацию наполнителя в полимерах.

В работе [7] с целью создания перспективного материала для авиационно-космической техники выполнены экспериментальные работы по созданию и исследованию полимерного композиционного материала на основе эпоксидных смол и армирования волластонитом. По результатам экспериментальных данных показано, что армирование волластонитом и нанотрубками повышает модуль упругости полимера более чем в 2 раза.

Важнейшей областью применения волластонита является замена коротковолокнистого асбеста в фенолформальдегидных композициях, тормозных и фрикционных изделиях, технических резинах. Например, в работе [8] показаны перспективы применения волластонита для применения в резинотехнических изделиях.

В ООО «РТИ Барнаул» проведена апробация использования волластонита в резиновой смеси для прокладок-амортизаторов рельсовых креплений верхнего строения пути. В лабораторных условиях изготовлено нескольких вариантов изделий с заменой белой сажи БС-100 на Воксил-100 и Воксил-45. Заменено 50, 30 и 10 массовых частей белой сажи на равное количество волластонита. По данным работы [8] можно заключить, что замена белой сажи волластонитом не ухудшает, а иногда улучшает характеристики резинотехнических изделий. Использование волластонита марки Воксил-100 дает более высокие значения прочности, удлинения при разрыве и твердости, в сравнении с маркой Воксил-45.

В связи с вышесказанным исследование свойств наполненных волластонитом полимеров является важной задачей, которая позволяет создать новые перспективные наполненные полимерные материалы. Для этой цели необходимо изучить влияние структуры армирования и состава наполнителя на свойства материала.

Разработанная установка для исследований свойств наполненных волластонитом полимеров представлена на рисунке 1.

Установка состоит из дисмембратора, шаровой мельницы, фотографического устройства, смесителя для приготовления массы, термошкафа для отверждения образцов, устройства для термомеханических исследований, устройства для механических испытаний на продольный изгиб.

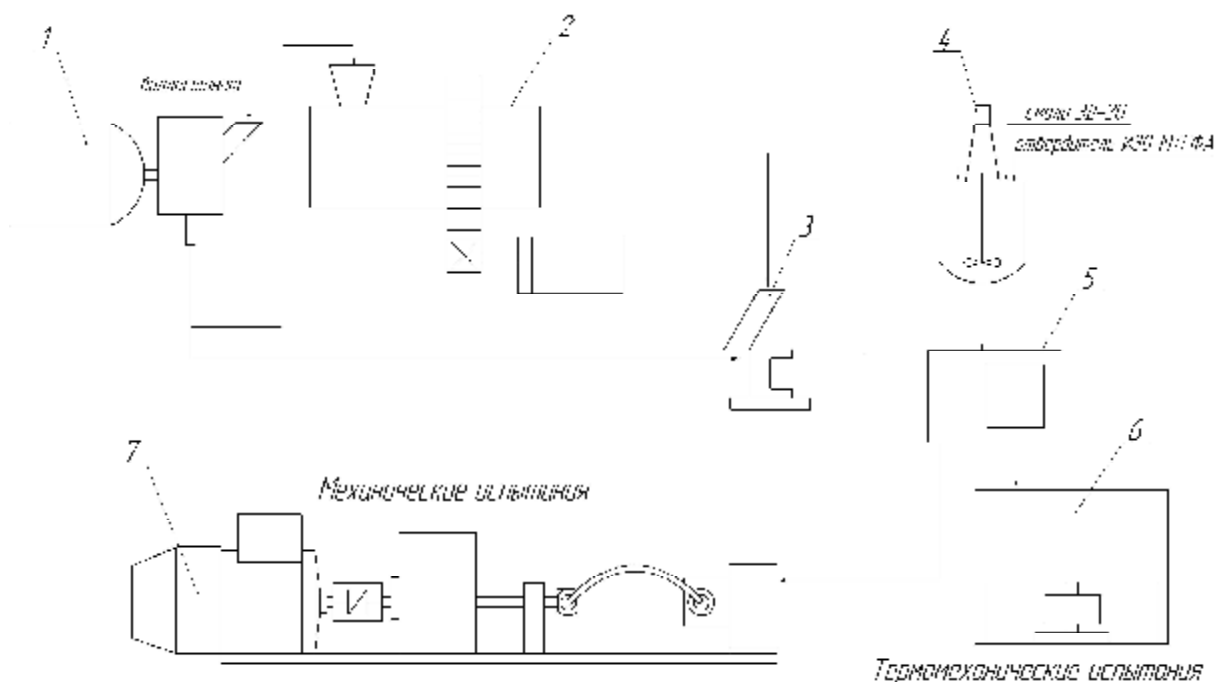


Рисунок 1 – Схема установки для исследований наполненных волластонитом полимеров: 1 – дисмембратор; 2 – шаровая мельница; 3 – фотографическое устройство; 4 – смеситель; 5 – термошкаф; 6 – устройство для термомеханических испытаний; 7 – устройство для испытаний на продольный изгиб

Как было установлено в литературном обзоре, дисмембратор обеспечивает игольчатую структуру и фракционный состав волластонита, поэтому является одной из основных машин, детально разработанных в данном проекте. Дисмембратор (рисунок 2) предназначен для измельчения и механической активации дисперсных материалов многократным свободным ударом в проходном режиме при производстве тонкодисперсных материалов.

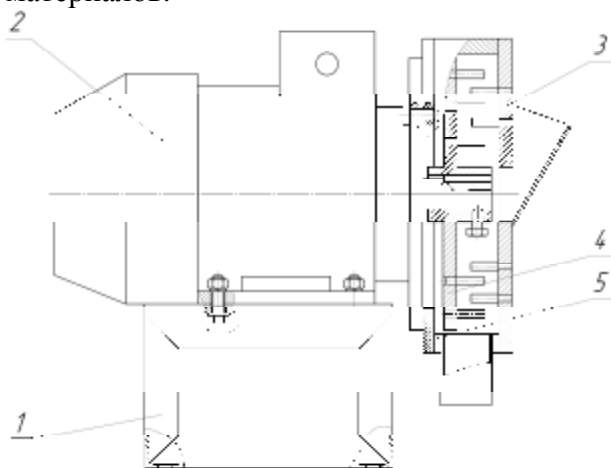


Рисунок 2 – Дисмембратор: 1 – рама, 2 – двигатель, 3 – статор, 4 – ротор, 5 – камера измельчения

Машина состоит из двигателя, статора и ротора с закрепленными рядами пальцев, камеры измельчения, смонтированных на раме. При работе диск статора неподвижен, диск ротора вращается с большой скоростью. Расположенные по концентрическим окружностям цилиндрические пальцы одного диска входят между двумя рядами пальцев другого. Окружная скорость пальцев на наружной окружности составляет 20–40 м/с. Исходный материал подается через загрузочную воронку к центру ротора и центробежной силой отбрасывается к периферии, при этом материал неоднократно дробится при ударах о пальцы. Измельченный продукт выгружается через нижний штуцер.

Определение размера фракций на обогатительной фабрике осуществляют ситовым анализом, по остаткам на ситах заданного размера 15 % фракции, и обозначается соответственно Воксил марок 45, 75, 100, 150, 300 (цифра обозначает условный размер фракции в мкм). При отборе проб и лабораторных исследованиях отмечается комкование,

особенно мелких фракций волластонита, поэтому ситовый анализ является очень условной характеристикой. Для исследований структуры и свойств армированных волластонитом пластмасс, резин при проведении научных исследований необходимы более точные оценки распределения отдельных волокон по длине, диаметру и их соотношению. Структура полимеров во многом определяется игольчатостью волластонита (отношением длины к диаметру) и крупностью фракции. В литературе нередко присутствуют противоречивые данные по влиянию крупности фракций на механические свойства армированных полимеров, которые могут быть объяснены неточным определением гранулометрического состава фракций.

В работе выполнены исследования гранулометрического состава волластонита фракций 45, 71, 150 и 300 мкм. Пробы отбирались из партий, прошедших лабораторные исследования на фабрике ситовым анализом. Снимки фракций выполнялись на фабрике, с помощью микроскопа Axioskop 40 Pol в отраженном свете (рисунок 3 а-в) и сохранением изображения на компьютер. На фотоснимках видно игольчатое строение волластонита, и для разных марок характерно пропорциональное изменение диаметра и длины волокна. На рисунке 3 а, показано фото неигольчатого волластонита, который получают измельчением на шаровой мельнице.

Более детальные и тщательные исследования проводились в лаборатории кафедры МАХиПП с помощью оптического микроскопа в проходящем свете и фотоаппарата Canon. Для определения натуральной величины волокон использовалась калиброванная проволока диаметром 100 мкм и сетка, нанесенная на объектив микроскопа. Характерное фото одной из фракций показано на рисунке 3 г.

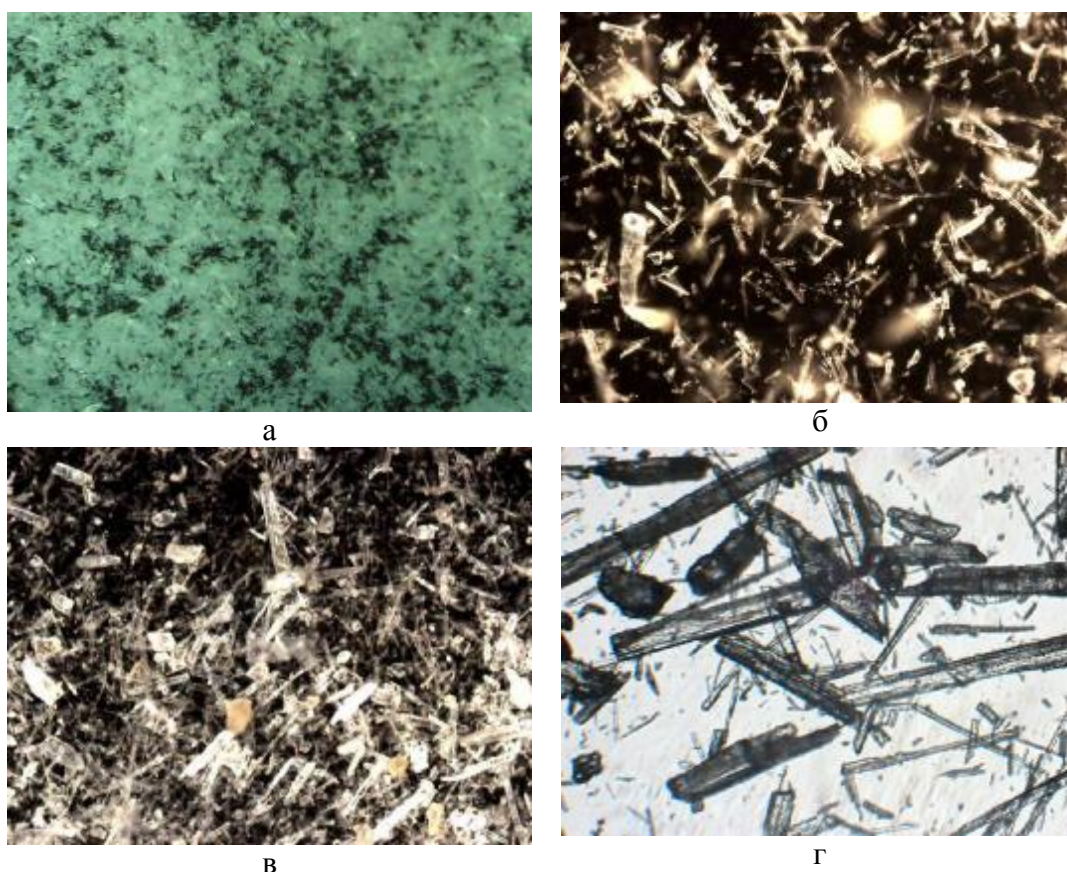


Рисунок 3 – Фотографии волластонита различных фракций, полученные с помощью микроскопа Axioskop 40 Pol: волластонит кристаллической (неигольчатой формы) (а); Воксил-45, увеличение $\times 300$ (б), Воксил-300, увеличение $\times 30$ (в), и фотография волластонита марки Воксил-300, полученная с помощью оптического микроскопа и фотоаппарата Canon

С помощью полученных фотографий рассчитывали количество частиц, попавших в заданный диапазон размеров по длине и диаметру. всего для каждой фракции было обработано около 2500-4000 частиц. По полученному составу размеров частиц определяли весовую интегральную и дифференциальную функции распределения. Результаты приведены для нескольких фракций на рисунке 4, а–в.

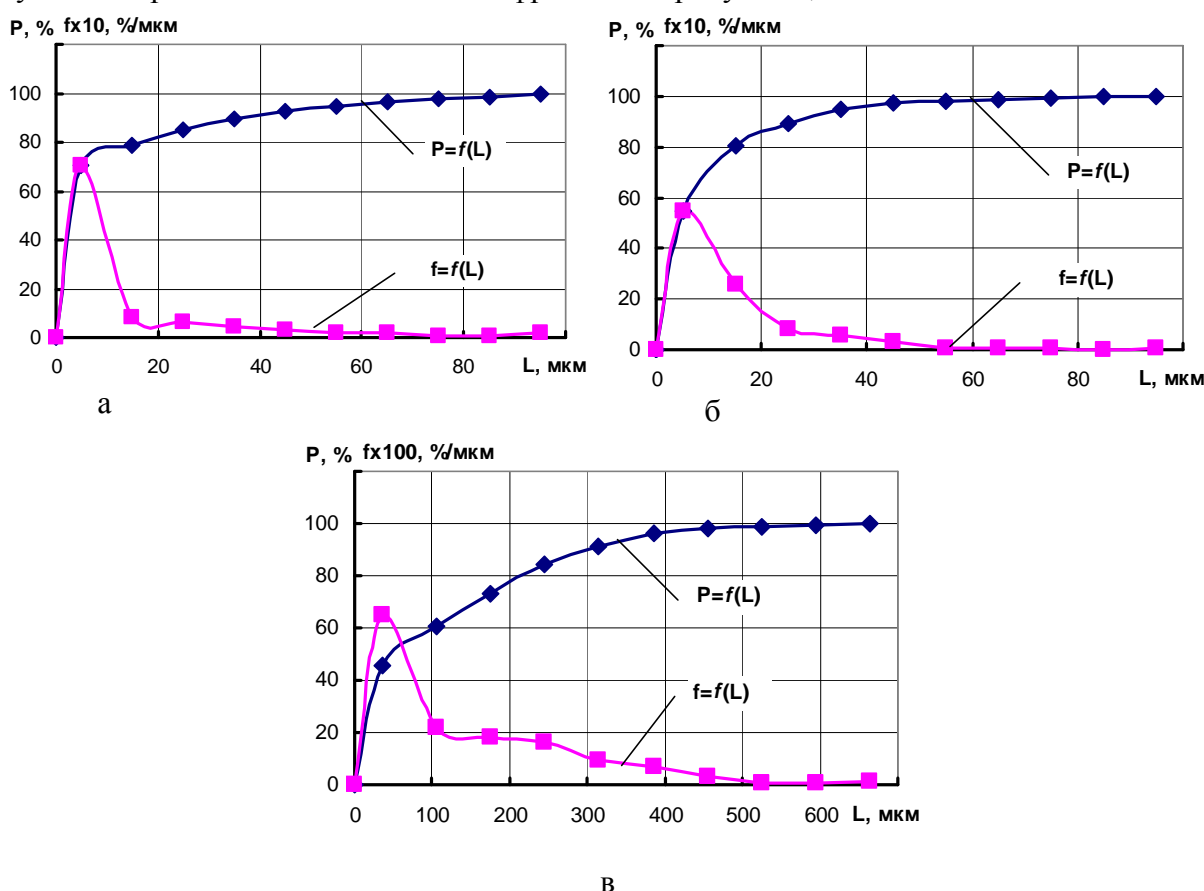


Рисунок 4 – Весовые интегральная P и дифференциальная f функции распределения частиц по длине для волластонита марок Воксил-45(а), Воксил-71 (б) и Воксил-300 (в)

Приведенные на графиках кривые интегральной P и дифференциальной f функции распределения частиц по длине показывают большое разнообразие гранулометрического состава, присутствие большого количества (около 60-70 %) мелких частиц в выборке, есть отличия по условным диаметрам частиц и отношениям длины к диаметру. Это отличие оказывает существенное влияние на свойства наполненных волластонитом композитов, и оценка количественного состава фракций с помощью ситового анализа является недостаточно объективной. Приведенные в литературном обзоре противоречия по свойствам полимеров могут объясняться недостаточно точным определением характерного размера армирующих частиц.

Для термомеханических исследований были изготовлены образцы на основе связующего ЭДИ, армированные волластонитом марки Воксил-300 при содержании 30 % по массе. Для сравнения были изготовлены образцы из того же связующего без наполнителя. Термомеханические исследования проводили на разработанном устройстве, по методике [9]. Результаты определения температур термомеханических переходов контрольных и наполненных волластонитом образцов приведены в таблице. Типичные кривые показаны на рисунке 5. По диаграмме видно, что термомеханическая кривая армированного образца лежит выше исходной кривой, и точка перегиба функции соответствует большему значению температуры стеклования для армированного образца.

Таблица – Результаты термомеханических исследований

Образцы	№ п/п	T _{нп} , °С	T _{ст} , °С	T _{α1} , °С
исходные	1	83	113	100
	2	85	108	100
	3	88	108	101
	Среднее	85	109	100
армированные	1	95	123	112
	2	107	123	123
	3	93	116	106
	Среднее	99	121	113

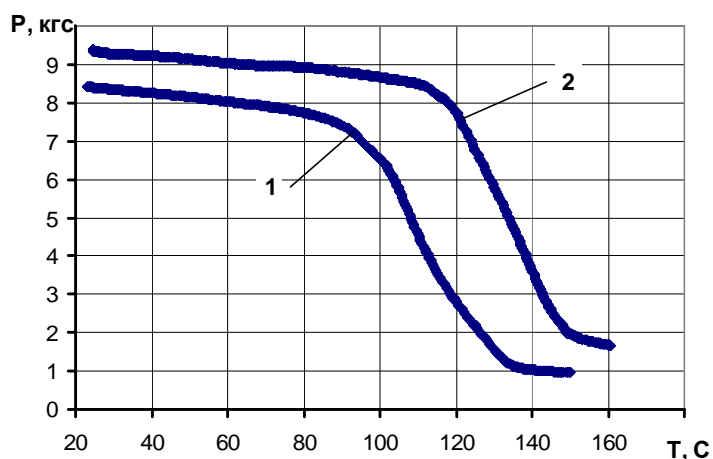


Рисунок 5 – Термомеханические кривые:
1 – исходный образец связующего;
2 – армированный волластонитом образец связующего

По результатам исследований, показанных на рисунке 5 и приведенных в таблице, можно сделать вывод, что армирование волластонитом повышает термостойкость и температуру перехода связующего ЭДИ из стеклообразного состояния в высокоэластическое в среднем на 10 %.

Таким образом, проведена апробация разработанной установки, а выполненные экспериментальные исследования наполненных волластонитом полимеров дали положительный результат.

Литература

1. Волластонит: Сб. / под ред. В.П. Петрова. – М.: Наука, 1982.
2. Лисицын, А.Е., Остопенко, П.Е. Минеральное сырье / Волластонит: Справочник. – М.: ЗАО «Геонформарк», 1999.
3. Технология обогащения волластонитовых руд / И.И. Верба, С.А. Жморщук, Н.П. Стародубцев // Архитектура и строительство Сибири. Стройматериалы: технологии улучшения качества. – Новосибирск: ОАО Корпорация «Стройсиб», 2001. – № 1.
4. Гусев, А.И. Волластонит синюхенского месторождения // Отечественная геология, 1997. – № 12. – С. 14-19.
5. dmb.tomsk.ru/downloads/xxt06_prg.pdf. Волластонит "Сейковского" месторождения – эффективный наполнитель полипропилена. А.В. Старыгин, С.Н. Днепровский, А.И. Агафонова, Т.А. Хабас, Н.Г. Волохова. [Электронный ресурс]
6. Borodina, I.A., Kozik, V.V. Composite materials based on wollastonite for automobile construction. Chemistry for sustainable development. 2005. N13. P.835-837.
7. Применение полимерных композиционных материалов с добавками наночастиц для изготовления динамически подобных моделей. Одинцев И.Н. (ИМАШ РАН), Осипчик В.С. (РГХТУ), Смотров С.А. (ЦАГИ) [Электронный ресурс]
8. Волластонит Горного Алтая – минеральный наполнитель многоцелевого назначения / Блазнов А.Н., Ивановская Е.В., Старцев О.В., Линаск И.Ю. // Доклады X Юбилейной Всерос. науч.-практ. конф. «Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья». – Бийск: БТИ АлтГТУ, 2010. – С. 156-159.
9. Савин, В.Ф. Методика определения термомеханических характеристик полимерных композиционных материалов / В.Ф. Савин, А.Н. Луговой, Ю.П. Волков // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2003. – Т. 69. – № 6. – С. 40-43.

УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ

А.Г. Овчаренко, А.Ф. Мельников

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, shura@bti.secna.ru

В настоящее время рынок автомобильной химии стремительно наполняется различными присадками, обладающими по заверению производителей свойствами повысить мощность двигателей внутреннего сгорания (ДВС) до 20 %, снизить расход топлива до 15 %, повысить компрессию до 12 %.

Ассортимент продуктов этого назначения составляет несколько десятков наименований: антифрикционные присадки, противоизносные, вязкостные присадки, обкаточные присадки, ускоряющие и улучшающие качество приработки трущихся поверхностей в капитально отремонтированных двигателях в период обкатки, плакирующие присадки. К сожалению, приводимые характеристики присадок не всегда достоверные, а величины показателей носят рекламный характер.

Для получения достоверных данных предлагаемых присадок наиболее надежный способ – провести экспериментальные испытания присадок. Однако испытания в двигателях внутреннего сгорания не всегда оправданы из-за риска повреждения ДВС. Создание специальных стендов не всегда возможно из-за большой стоимости самих стендов и длительного времени проведения испытаний. Поэтому актуальность приобретают методы ускоренных испытаний таких присадок, которые позволяют за минимальный срок получить необходимые сведения об износостойкости пар трения и свойствах антифрикционных композиций.

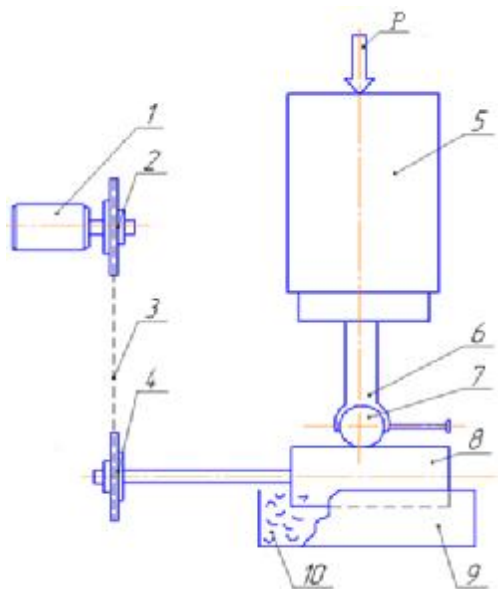
В настоящее время для оценки противоизносных свойств различных смазочных материалов известно большое количество машин трения, ряд из которых стандартизованы, некоторые являются авторскими разработками и отличаются высокой экспрессностью и надежностью результатов. Не смотря на это, проблема ускоренных испытаний

износа материалов при наличии смазки до конца не решена.

Нами проанализированы существующие схемы машин трения. Из известных схем с учетом простоты конструкции, возможности создания «точечного» контакта поверхностей трения и значительного диапазона давлений в точке контакта, была выделена схема трения Арчарда, схема «цилиндры с перекрещивающимися осями». Была разработана экспериментальная установка для экспресс-оценки триботехнических свойств смазочных масел и различных антифрикционных присадок. Схема машины трения представлена на рисунке 1.

Машина трения позволяет производить исследования в следующих диапазонах изменения параметров:

- скорость скольжения 0,7–2,3 м/с;
- нагрузка 3–100 Н (давления в диапазоне 1,5 МПа – 50 МПа);
- диаметр контртела – 30 мм;
- диаметр образца – 6 мм.



1 – электродвигатель; 2 – шкив ведущий;
3 – ремень; 4 – шкив ведомый; 5 – узел нагружения; 6 – узел закрепления;
7 – цилиндрический образец; 8 – рабочий ролик; 9 – ванночка; 10 – масло
Рисунок 1 – Схема машины трения

Машина трения имеет следующие преимущества:

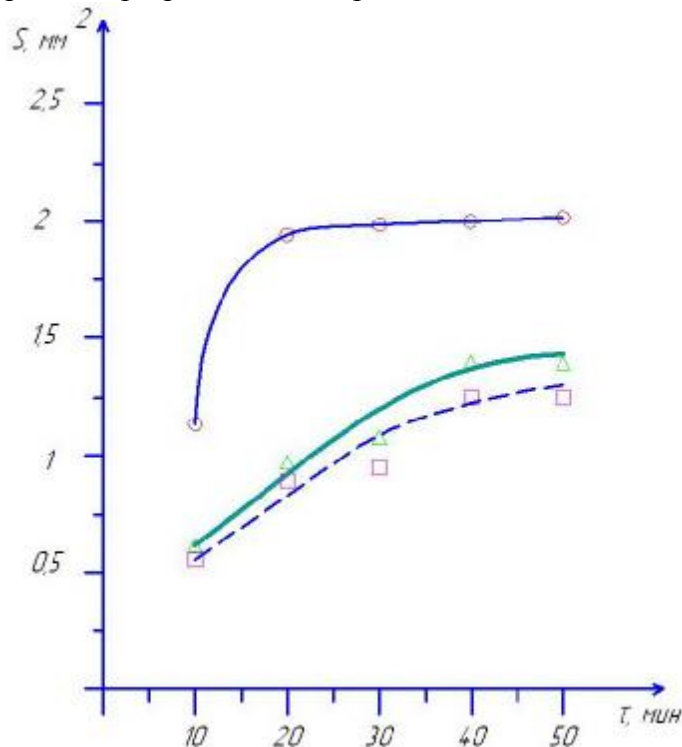
- на одном из образцов можно проводить 30–40 испытаний;
- время испытания 10–40 минут в зависимости от смазочного материала и пар трения;
- малые размеры установки и простота в эксплуатации;
- значительный диапазон создаваемых давлений в точке контакта;
- нет необходимости обеспечения строгой перпендикулярности образца и контртела.

Авторами разработана методика ускоренных испытаний, позволяющая по площади пятна износа оценивать износ поверхностей и прогнозировать антифрикционный эффект различных смазочных композиций, используемых для пар трения скольжения. Расчетная формула представляет собой выражение:

$$S = K_0 \cdot \frac{P}{H} \cdot v \cdot \tau,$$

где S – площадь пятна износа (вид сверху), м^2 ; K_0 – постоянная установки, учитывает геометрическое подобие частиц износа, подобие геометрических размеров пары трения, установившийся режим износа и др.; P – нормальная сила, Н ; H – твердость материала, прижимного цилиндра, $\text{Н}/\text{м}^2$; v – линейная скорость в зоне контакта, $\text{м}/\text{с}$; τ – время износа, с .

Измерения на машине трения проводятся следующим образом: образец закрепляют в узле 6, устанавливается нагрузка 5, ванночка со смазкой 9 поднимается к ролику 8. Машина включается в работу. Полученные размеры пятна износа измеряется с помощью микроскопа. Испытания с различными маслами и присадками позволяют сравнивать износостойкость материалов образцов, противоизносные свойства масел и присадок к ним. На рисунке 2 приведены результаты ускоренных испытаний чистого масла М-8В, присадки «Деста», содержащей наноалмазы, и присадки, содержащей нанокобальт. Последняя присадка разработана авторами статьи.



○ – чистое масло М-8В, Δ – Масло М-8В + Деста, □ – Масло М-8В + нанокобальт

Рисунок 2 – Результаты испытаний при нагрузке 5 Н чистого масла М-8В, масло М-8В + Деста, масло М-8В + нанокобальт

Анализ полученных экспериментов позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективной при указанных условиях нагружения будет присадка с нанокобальтом.

Предложенная методика предназначена для экспресс-анализа антифрикционных композиций, получения первичные данных об эффективности присадки. После этого проводят стандартные испытания и испытания в действующих двигателях внутреннего сгорания.

АДСОРБЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ УДАЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ МОЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТА

В.В. Елесина

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского
государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск,*

Эксплуатация легковых автомобилей в различных погодных условиях на дорогах с разным видом покрытия сопровождается загрязнением наружных поверхностей и внутренних полостей кузова, подвески, двигателя и салона. В результате загрязнения возникает коррозия кузова, затрудняется доступ к его узлам и деталям при выполнении ремонта и контрольно-осмотровых работ.

Загрязнения – это сложные многослойные комбинации из газа, сажи, пыли, частиц асфальта, минеральных масел и смазок. Загрязнения можно условно подразделить на три типа (рисунок 1).

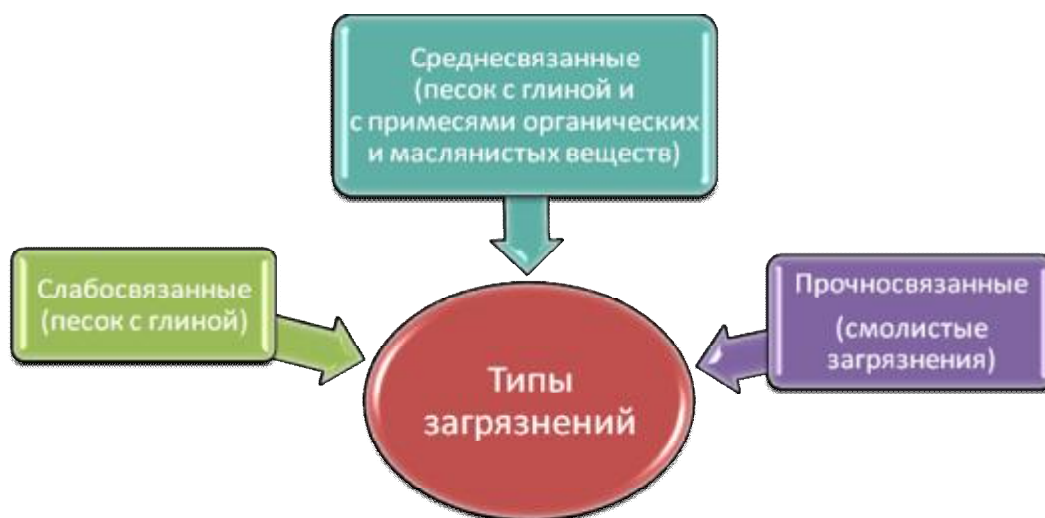


Рисунок 1 – Типы загрязнений, возникающие в процессе эксплуатации автотранспорта

К загрязнениям, полученным автомобилем в процессе эксплуатации, добавляются загрязнения горюче-смазочными материалами при заправке и техническом обслуживании. Частицы грязи и пыли, смешиваясь с маслянистыми веществами, образуют клейкую массу, способную при высыхании создавать прочную пленку с лакокрасочным покрытием.

Тип и характер загрязнений разных частей автомобиля различен:

– для верхней части кузова, стекол, салона и багажника характерны загрязнения мелкодисперсной почвенной пылью, имеющей слабую прочность связи с поверхностями кузова и среднюю прочность связи с тканевыми, резиновыми, пластмассовыми и кожаными покрытиями салона;

– для моторного отсека кузова, наружной поверхности двигателя и коробки передач характерны загрязнения пылью и масло-грязевыми отложениями, имеющими среднюю и сильную прочность связи с металлическими поверхностями.

– для днища автомобиля, нижней части кузова и деталей подвески характерно наличие крупнодисперсной почвенной грязи, глинистых и органических примесей, асфальто-смолистых частиц и масляно-грязевых наслоений, имеющих наиболее сильную прочность связи с металлическими поверхностями и лакокрасочными покрытиями кузова.

Слабосвязанные загрязнения можно смыть водой, а среднесвязанные и прочно связанные загрязнения удаляются с помощью технических моющих средств – автошампуней.

Химическая промышленность предлагает широкий ассортимент всевозможных средств по уходу за кузовом автомобиля. Активные моющие вещества, присутствующие в автошампунях, удаляют загрязнения, включающие масляные и смолистые отложения. Дополнительные компоненты моющего состава обеспечивают защиту лакокрасочного покрытия автомобиля, придавая ему блеск. Шампуни с воском облегчают последующую полировку и предохраняют кузов от коррозии.

Целью данных исследований являлась оценка моющей способности с учетом природы загрязнений, полученных в процессе эксплуатации транспортных средств. Для экспертной оценки были взяты наиболее популярные и часто используемые у населения г. Бийска автошампуни в ценовой категории от 30 до 50 руб за 0,5 л (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика технических моющих средств

Наименование торговой марки	Рекомендуемое разбавление	Стоимость за упаковку, руб.
Автошампунь для ручной мойки автомобиля «Радость шофера»	1:200	35
Концентрированный автошампунь с хорошими моющими и обезжиривающими свойствами «ВВФ»	1:100	40
Автошампунь для ручной мойки автомобиля «ХОРС»	1:200	45
Автошампунь для ручной мойки автомобиля с воском «SharmWAX»	1:300	25
Высококонцентрированное средство для ручной мойки лакокрасочных, пластиковых и стеклянных поверхностей автомобиля «SharmGEL»	1:500	25
Автошампунь для ручной мойки автомобиля с силиконом «StarWax»	1:200	45

Для характеристики автошампуней исследованы основные физико-химические показатели (таблица 2). В качестве эталонных средств использовали растворы средства для посуды «FAIRY» и стирального порошка «Обычный порошок».

Технические средства, предназначенные для мытья кузова автомобиля, должны легко и без затруднений отмывать любую грязь, органической и неорганической природы, хорошо смываться с поверхности кузова и защищать детали и кузов автомашины от коррозии.

Для определения коррозионной агрессивности растворов моющих средств были проведены испытания, имитирующие их воздействие на алюминиевые детали автомобиля. Для испытания использовалась алюминиевая фольга. Согласно ГОСТ 9.407-84 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида», коррозионную агрессивность растворов определяли по изменению массы фольги с визуальной оценкой состояния ее поверхности.

Таблица 2 – Физико-химические показатели растворов моющих средств

Наименование	Наименование показателя				
	Антикоррозийная стойкость, г	рН раствора		Устойчивость пены, %	
		фактически	ГОСТ 22567.5 – 77	фактически	ГОСТ 22567.1 – 77
«Радость шофера»	без изменения	6,5	от 7,5 до 11,5	50	не более 80
«BBF»	без изменения	6,8		100	
«ХОРС»	без изменения	7,2		50	
«SharmWAX»	без изменения	8,9		60	
«SharmGEL»	без изменения	9,7		100	
«StarWax»	без изменения	8,7		100	
«Обычный порошок»	0,02	9,8		80	
«FAIRY»	0,02	9,2		100	

При исследовании на коррозионную агрессивность не обнаружено повреждений на поверхности алюминиевых полосок после всех моющих растворов. При выдерживании алюминиевой фольги в растворах автошампуней не отмечалось и отклонения массы полосок фольги, в отличие от бытовых СМС.

Одним из свойств автошампуней является хорошая пеностойкость. Густая и устойчивая пена предотвращает появление царапин и микроповреждений на поверхности кузова. Моющие растворы автошампуней торговых марок «StarWax», «SharmGEL», «BBF» и моющего средства «FAIRY» показали высокую устойчивость пены. При ручной мойке большой проблемой является недостаток чистой воды, и хорошо пенящееся моющее средство должно смываться и не оставлять разводов на кузове автомобиля.

В состав автошампуней входят антикоррозийные добавки, предотвращающие агрессивное воздействие воды на металл при повреждении лакокрасочных покрытий, а так же позволяющие смыть с кузова автомобиля остатки моющих средств. В составе бытовых СМС подобных ингибиторов не существует, что может стать причиной мыльных разводов, повреждений лакокрасочного покрытия, пластмассовых и резиновых деталей, а также коррозии металла.

Испытание моющей способности растворов проводились на образцах, вырезанных из дверцы автомобиля ВАЗ-2110 2008 года выпуска.

В качестве загрязнений использовались два состава, имитирующих возможные загрязнения ЛКП таблица 3.

Таблица 3 – Состав экспериментальных загрязнений

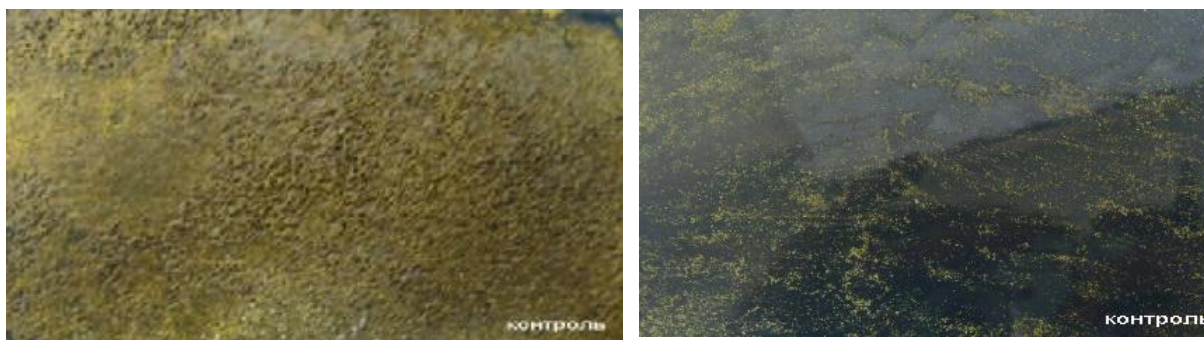
Наименование компонентов	Количество компонентов в составе, г	
	«масляный»	«песочно-цементный»
Моторное масло	50	5
Олеиновая кислота	50	5
Кварцевый песок с цементом (1:2)	150	100

Продолжение таблицы 3

Пигмент желтый	20	10
Нашатырный спирт	3,5	1,0
Вода дистиллированная	–	50

Контроль моющей способности моющих средств проводился по массе остаточного загрязнения на единицу площади образца (г/м^2). Расчет остаточного загрязнения аналогичен методике определения укрывистости, ГОСТ-8784 «Материалы лакокрасочные. Метод определения укрывистости».

Для улучшения визуального восприятия остаточного загрязнения на темном фоне был добавлен желтый пигмент. Полученные загрязнения в равном количестве наносились на пластины, распределялись по всей поверхности образца равномерным слоем, выдерживались в сушильном шкафу при температуре плюс 60 °С в течение часа и при температуре плюс 20 °С в течение 18 часов (рисунок 2).



а) масляное загрязнение

б) песочно-цементное загрязнение

Рисунок 2 – Контрольные загрязнения поверхности

Моющая способность растворов проверялась по методу А ГОСТ 9.403-80 «ЕСКЗС. Покрытия лакокрасочные. Методы теста на стойкость к статическому воздействию жидкостей».

Загрязненные пластины погружали в приготовленные растворы моющих средств и выдерживались в течение 60 минут, с последующим промыванием образцов проточной водопроводной водой и высушиванием при комнатной температуре в течение 18 часов. Результаты теста оценивались визуальным способом, и отмечалась отмытая площадь от загрязнений. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка моющей способности исследуемых растворов

Наименование раствора	Наименование показателя				
	ГОСТ 51696-2000	Моющая способность, масляного типа загрязнения		Моющая способность песочно-цементного типа загрязнения	
		г/м^2	%	г/м^2	%
«Радость шофера»	не менее 80 %	61,0	10	5,2	90
«BBF»		32,0	52	10,4	80
«ХОРС»		34,0	50	10,4	80
«SharmWax»		65,0	5	0	100
«SharmGEL»		65,0	5	0	100
«StarWax»		23,8	65	0	100
«Обычный порошок»		80,0	2	46,8	10
«FAIRY»		68,0	8	47,8	8

В процессе исследования моющей способности растворы автошампуней торговых марок «StarWax», «SharmGEL» и «SharmWax» полностью справились с «песочно-цементным» загрязнением, а шампуни торговых марок «StarWax», «BBF» и «ХОРС», показали отмываемость прочной масляно-песочной пленки на 50–65 %, в отличие от других торговых марок. Рабочие растворы средств «FAIRY» и «Обычный порошок» проявили невысокую моющую способность при очистке «масляного» и «песочно-цементного» типа грязи. Помимо этого, автошампуни после мытья образует эффект тонкой защитной пленки, выполняя водоотталкивающую и антистатическую функцию.

Исследования с моющими растворами показали преимущество специализированных технических средств предназначенных для кузова автомобиля перед бытовыми моющими и чистящими средствами. Обычные бытовые средства при частом использовании разрушают лакокрасочное покрытие, утрачивается блеск, защитный слой разрушается, а моющая эффективность этих средств стоит на порядок ниже специализированных средств по уходу за кузовом автомобиля.

ОСОБЕННОСТИ НЕФЕЛОМЕТРИИ ПРИ СОИЗМЕРИМОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ ИЗЛУЧЕНИЯ

О.В. Старыгина, Ю.А. Галенко, М.О. Сысоева

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, e-mail: icm@bti.secna.ru

Оптимизация некоторых процессов химических технологий (диспергирования веществ, коагуляции взвешенных частиц) требует экспериментальной оценки характеристик дисперсных систем, в частности, размеров дисперсных частиц и их концентрации. При выборе метода измерения предпочтение отдают методам, обеспечивающим формирование управляющего воздействия в режиме реального времени. Этому критерию удовлетворяют оптические методы, в частности, метод нефелометрии [1]. Он обеспечен серийно выпускаемой аппаратурой, что упрощает его реализацию.

Как правило, в нефелометрах используется релеевское рассеяние света, поэтому рабочий диапазон диаметров частиц ограничен условием:

$$d \leq 0,1\lambda,$$

где d – диаметр частиц, λ – длина волны используемого излучения.

С целью расширения области применения нефелометров на диапазон диаметров частиц, соизмеримых с длиной волны используемого излучения, нами исследована взаимосвязь коэффициента рассеяния частиц со значением их диаметра в диапазоне

$$10\lambda > d > 0,1\lambda.$$

Рассмотрены два типа дисперсных систем. Первый – капли жидкости в газе – соответствует процессу диспергирования жидкости. Второй – пузыри газа в жидкости – соответствует процессу кавитации при ультразвуковом воздействии на жидкость.

Для обеспечения возможности регулирования условий эксперимента в требуемых пределах и обеспечения монодисперсности среды, что необходимо для выявления взаимосвязи между коэффициентом рассеяния и диаметром частиц, исследования выполнены в форме численного эксперимента.

Для вычислений применялась модель ослабления излучения мутной средой, основанная на решении уравнения переноса излучения [2], реализованная в среде MathCAD.

Исходные данные:

- диаметр частицы d (0,1-4 мкм),
- длина волны λ (0,1-0,9 мкм)

– комплексный показатель преломления материала частицы $\hat{n} = n - i \cdot \chi$, где χ – главный показатель поглощения материала частицы, n – показатель преломления.

Коэффициент рассеяния теплового излучения одиночной частицей рассчитывается по формуле

$$k_{1\delta\delta\hat{n}\hat{n}} = \frac{2}{r^2} \sum_{n=1}^N \left[(\operatorname{Re}(a_n))^2 + \operatorname{Re}(b_n)^2 + \operatorname{Im}(a_n)^2 + \operatorname{Im}(b_n)^2 \right] (2n+1)$$

где a_n и b_n – коэффициенты Ми, ν – волновое число.

Для этого сначала вычисляется параметр дифракции для каждой длины волны λ по формуле

$$\rho = \frac{\pi \cdot d}{\lambda}$$

Затем для заданного числа парциальных волн ν рассчитываются коэффициенты Ми a_n и b_n .

$$a_n = \frac{\operatorname{Re}C \cdot \operatorname{Re}D + \operatorname{Im}C \cdot \operatorname{Im}D}{(\operatorname{Re}D)^2 + (\operatorname{Im}D)^2} + i \frac{\operatorname{Re}D \cdot \operatorname{Im}C - \operatorname{Re}C \cdot \operatorname{Im}D}{(\operatorname{Re}D)^2 + (\operatorname{Im}D)^2} \quad (1)$$

$$b_n = \frac{\operatorname{Re}F \cdot \operatorname{Re}G + \operatorname{Im}F \cdot \operatorname{Im}G}{(\operatorname{Re}G)^2 + (\operatorname{Im}G)^2} + i \frac{-\operatorname{Re}F \cdot \operatorname{Im}G + \operatorname{Im}F \cdot \operatorname{Re}G}{(\operatorname{Re}G)^2 + (\operatorname{Im}G)^2} \quad (2)$$

где C, D, F, G – промежуточные результаты вычислений, определяемые по формулам:

$$C = \operatorname{Re}B \cdot \operatorname{Re}\{w_n(r)\} - \operatorname{Re}\{w_{n-1}(r)\} + i(\operatorname{Im}B \cdot \operatorname{Re}\{w_n(r)\}) \quad (3)$$

$$D = \operatorname{Re}B \cdot \operatorname{Re}\{w_n(r)\} - \operatorname{Im}B \cdot \operatorname{Im}\{w_n(r)\} - \operatorname{Re}\{w_{n-1}(r)\} + i \cdot [\operatorname{Re}\{w_n(r)\} \cdot \operatorname{Im}B + \operatorname{Re}B \cdot \operatorname{Im}\{w_n(r)\} - \operatorname{Im}\{w_{n-1}(r)\}] \quad (4)$$

$$F = \operatorname{Re}E \cdot \operatorname{Re}\{w_n(r)\} - \operatorname{Re}\{w_{n-1}(r)\} + i(\operatorname{Im}E \cdot \operatorname{Re}\{w_n(r)\}) \quad (5)$$

$$G = \operatorname{Re}E \cdot \operatorname{Re}\{w_n(r)\} - \operatorname{Im}E \cdot \operatorname{Im}\{w_n(r)\} - \operatorname{Re}\{w_{n-1}(r)\} + i \cdot (\operatorname{Re}E \cdot \operatorname{Im}\{w_n(r)\} + \operatorname{Im}E \cdot \operatorname{Re}\{w_n(r)\} - \operatorname{Im}\{w_{n-1}(r)\}) \quad (6)$$

$$B = \frac{\operatorname{Re}\{A_n\} \cdot \operatorname{Re}\hat{n} - \operatorname{Im}\{A_n\} \cdot \operatorname{Im}\hat{n}}{(\operatorname{Re}\hat{n})^2 + (\operatorname{Im}\hat{n})^2} + \frac{n}{r} + i \cdot \frac{\operatorname{Re}\hat{n} \cdot \operatorname{Im}\{A_n\} + \operatorname{Re}\{A_n\} \cdot \operatorname{Im}\hat{n}}{(\operatorname{Re}\hat{n})^2 + (\operatorname{Im}\hat{n})^2} \quad (7)$$

$$E = \operatorname{Re}\hat{n} \cdot \operatorname{Re}\{A_n\} + \operatorname{Im}\hat{n} \cdot \operatorname{Im}\{A_n\} + \frac{n}{r} + i \cdot (\operatorname{Re}\hat{n} \cdot \operatorname{Im}\{A_n\} - \operatorname{Im}\hat{n} \cdot \operatorname{Re}\{A_n\}) \quad (8)$$

где A_n и $w_\nu(\rho)$ – обозначения, временно используемые в расчетах коэффициентов Ми, которые вычисляются по рекуррентным формулам:

$$w_{-1}(r) = \cos r - i \sin r \quad (9)$$

$$w_0(r) = \sin r + i \cos r \quad (10)$$

$$w_n(r) = \frac{2n-1}{r} \cdot w_{n-1}(r) - w_{n-2}(r) \quad (11)$$

$$A_0(\hat{n} \cdot r) = \operatorname{ctg}(\hat{n} \cdot r) \quad (12)$$

$$A_n(\hat{n} \cdot r) = -\frac{n}{\hat{n} \cdot r} + \frac{1}{\frac{n}{\hat{n} \cdot r} - A_{n-1}(\hat{n} \cdot r)} \quad (13)$$

Работоспособность данной модели проверялась сравнением полученных результатов (рисунок 1, а) с результатами, опубликованными в монографии А.Г. Блоха [3] (рисунок 1, б).

Результаты, полученные при решении данной задачи в среде MathCAD, схожи с результатами, полученными для аналогичных условий, приведенными в монографии, что свидетельствует о работоспособности реализованной нами модели.

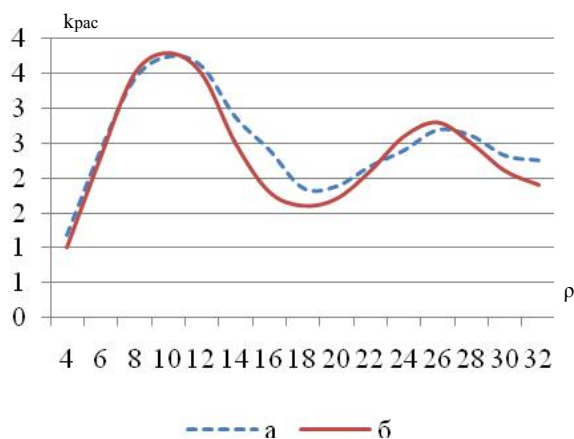


Рисунок 1 – Зависимость спектральных коэффициентов излучения капель воды от параметра дифракции ρ

Значения коэффициента рассеяния (фактора эффективности рассеяния) в зависимости от диаметра частицы d и длины волны λ для среды первого типа (а) и среды второго типа (б) приведены на рисунке 2. Используемые длины волн: $\lambda_1=0,3$ мкм, $\lambda_2=0,6$ мкм, $\lambda_3=0,9$ мкм.

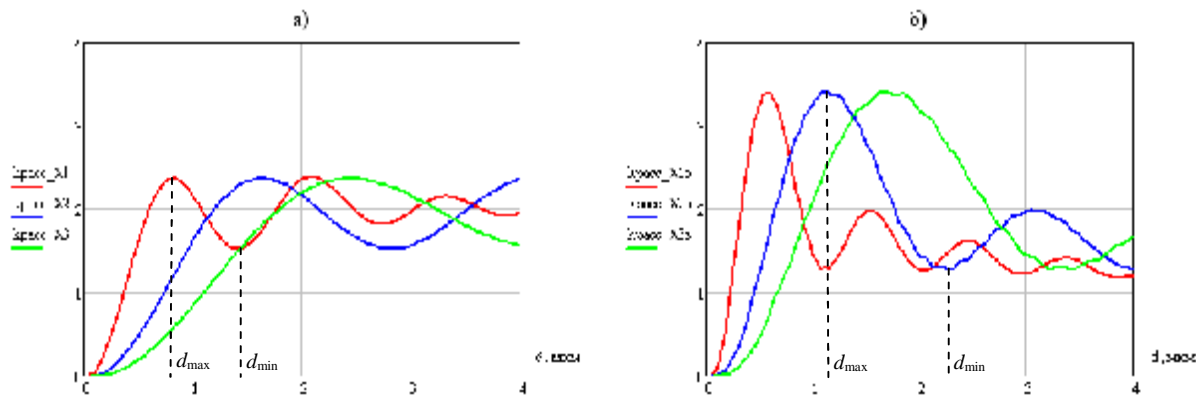


Рисунок 2 – Значения коэффициентов рассеяния для среды первого и второго типов в зависимости от диаметра частицы d и длины волны λ

На рисунке видно, что зависимость коэффициента рассеяния от диаметра частицы имеет экстремумы, положения которых d_{\max} , d_{\min} определяются величиной длины волны и оптическими характеристиками частицы.

Значения экстремумов d_{\max} и d_{\min} приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения d_{\max} и d_{\min} в зависимости от диаметра частицы

λ , мкм	Среда первого типа			Среда второго типа		
	0,3 мкм	0,6 мкм	0,9 мкм	0,3 мкм	0,6 мкм	0,9 мкм
d_{\min}	1,4	2,85	4,2	3,8	4,1	3,3
d_{\max}	0,8	1,6	2,5	0,6	1,1	1,7

В результате выполненного численного эксперимента показано, что зависимость коэффициента рассеяния от диаметра частиц в исследованном диапазоне λ и d является нелинейной, определяется оптическими характеристиками частиц и длиной волны применяемого в измерениях излучения и должна учитываться при градуировке нефелометра в случае соизмеримости частиц с длиной волны используемого излучения.

Наличие экстремумов коэффициента рассеяния у монодисперсных систем и взаимосвязь положения экстремума с длиной волны излучения свидетельствует о возможности создания нефелометров, определяющих характеристики дисперсных частиц по спектру рассеянного излучения.

Литература

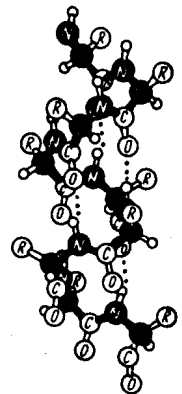
1. Вісник СевДТУ. Вип97: Міханика, енергетика, екологія: зб.наук пр. – Севастополь: Вид-во СевДТУ, 2009.

2. Галенко, Ю.А., Сысоева, М.О. Моделирование спектрального коэффициента излучения дисперсной среды с учетом индикатрисы рассеяния и материала частиц // Сборник трудов IV международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (02-05 октября г. Санкт-Петербург). – 2007. – Т. 11. – С. 160-162.

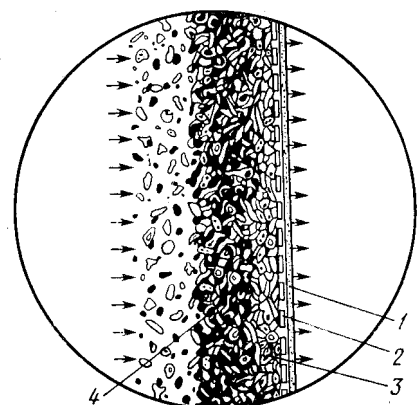
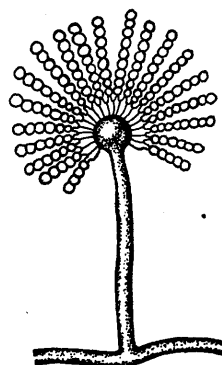
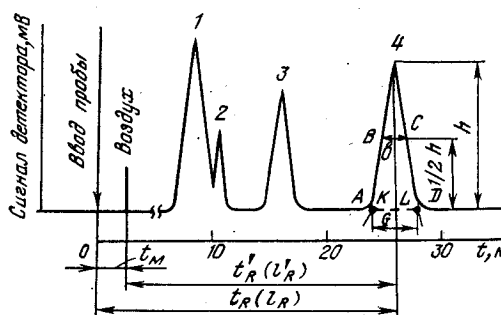
3. Блох, А.Г. Основы теплообмена излучением: монография / под ред. А.Г. Блоха. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 332 с.

СЕКЦИЯ 2

БИОТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ



$$\mu = \mu_{\max} \frac{S}{K_s + S} \cdot \frac{K_p}{K_p + P}$$



НЕДРЕВЕСНЫЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

В.В. Будаева

Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: budaeva@ipcet.ru

С середины XIX века отечественными и зарубежными учеными проводились работы по изысканию наиболее оптимальных форм целлюлозы для этерификации. При всем многообразии источников целлюлозы для производства нитроцеллюлозы (НЦ) в качестве сырья в XXI веке обычно используются хлопковая (ХЦ) и древесная целлюлозы [1, 2]. Приведенный в распространенном источнике [3] пример получения НЦ из целлюлозы соломы злаков двухстадийным способом со ссылкой на канадский патент Брукса не подтверждается, поскольку в описании изобретения отсутствует не только пример нитрования целлюлозы из соломы, но и описание особенных свойств полученной НЦ. В патентах приведено описание 13 примеров нитрования лишь измельченной фильтровальной бумаги при различных условиях с констатацией факта получения НЦ с содержанием азота от 12,01 % до 13,40 %.

С 1990 года в ФКП «ГосНИИХП» (г. Казань), в Казанском ГТУ, ФКП «ККПЗ» (г. Казань) и в Бийском технологическом институте (г. Бийск) проводились исследования по выделению целлюлозы из льна и отходов льняного производства, предназначенной для получения НЦ. Анализ физико-химических показателей (таблица 1) и проведенные экспериментальные работы на начало века [4] позволили заключить, что льняная целлюлоза может обеспечить возможность получения любых марок НЦ и других эфиров целлюлозы, не уступающих по качеству продуктам переработки ХЦ.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики целлюлоз, полученных из различного целлюлозо содержащего сырья

Показатели	Целлюлоза			
	хлопковая ХЦ	древесная		льняная
		РБ	ЦА	
Массовая доля α-целлюлозы	97,5-98,5	92-94	92-93	88-95
Смачиваемость, г	140-150	–	125-135	100-140
Впитываемость, мм	–	50-70	–	–
Массовая доля, %				
...зола	0,1-0,2	0,2-0,3	0,1-0,3	0,1-0,2
...жировых и воскообразных веществ	–	0,2-0,3	0,1-0,3	0,1-0,2
...лигнина	–	–	0,4	0,1
Динамическая вязкость, МПа с	15-70	30-70	25-55	15-25
Молекулярная масса, тыс. ед.	400-500	150-220	150-220	500-700
Степень полимеризации, ед.	2500-3500	1000-1400	1000-1400	3300-4300

Таким образом, в XXI веке история развития получения и применения НЦ узаконила три ботанических источника целлюлозы. Однако, по ряду причин, таких как отсутствие хлопкового сырья в России, закрытия предприятий и ограничения производства необходимых марок древесной целлюлозы, а также отсутствия необходимой инфраструктуры для подготовки льняной целлюлозы для использования в производстве НЦ, активно продолжают поиски альтернативных источников целлюлозы.

Всемирная классификация волокнистого сырья включает в себя кроме элитного хлопкового линта, отдельных марок древесной целлюлозы и лубяных культур (льна, конопли, рами, джута, кенафа, гампи, митсумата и кодзу) еще один источник волокон – стебли однолетних растений: соломы злаковых культур, кукурузы, багассы (сахарного тростника), трав альфа и эспарто, а также древовидного многолетнего растения – бамбука [5, с. 17-18]. Волокна растений этой группы (за исключением бамбука) отличаются небольшой длиной и наличием в них клеток неволокнутого строения. Из них вырабатывают целлюлозу, полуцеллюлозу и механическую массу с выходом от 35 % до 70 % и выше. В производстве бумаги они используются в сочетании с длиноволокнистыми полуфабрикатами. Химический состав пшеничной и рисовой соломы в сравнении с древесной демонстрирует сходство перечисленных видов сырья по массовому содержанию целлюлозы от 49 % до 54 %.

Особенности соломы злаковых культур как источника целлюлозы заключаются в следующем: ее волокна короче целлюлозы хвойных пород, она не пригодна для изготовления мягких бумаг, солома на стадии приготовления целлюлозы требует меньше энергии, чем древесина, но содержание в ней кремнезема затрудняет регенерацию химикатов, затраченных при варке целлюлозы [6, С. 139]. Ржаная, пшеничная, ячменная соломы меньше содержат кремнезема, чем рисовая, поэтому они предпочтительнее для производства бумаги.

Выход грубой неотбеленной целлюлозы из соломы (6 % NaOH) – 80 % от абсолютно сухой соломы. Выход отбеленной (для бумаги) – 35-45 %. Для получения растворимой целлюлозы (90 % α -целлюлозы) выход продукта составляет всего 30 %.

Характеристика средних размеров волокон либриформа и трахеид в волокнистых материалах, применяемых для производства бумаги, приведена в книге [7, с. 27]. Сравнительная характеристика средних размеров волокон в волокнистых материалах лубяных культур, стеблей однолетних растений и древесины обосновывает возможность применения стеблей однолетних растений в качестве источника целлюлозы.

По анатомическому строению и химическому составу стебли соломы злаков и тростника имеют много общего. Они состоят из растительных клеток различного строения, формы и размеров: сравнительно длинных и тонкостенных лубяных волокон, похожих на волокнистые клетки либриформа листовенной целлюлозы, но более тонких: тонкостенных очень коротких, но широких сосудистых клеток, мелких одревесневших прозенхимных клеток; клеток эпидермиса (кожицы) и некоторых других мелких клеток, не имеющих волокнистого строения. Средняя длина лубяных волокон соломы равна 1,3 мм при ширине 13 мк, тогда как средняя длина паренхимных и других клеток, не имеющих волокнистого строения, составляет только 0,4 мм при ширине около 75 мк. Таким образом, первые имеют отношение длины к ширине, равное 100, а вторые только 5 и потому не являются волокнами и могут выполнять лишь роль наполнителя при формовании бумажного листа.

Процентное содержание длинных волокнистых клеток (по массе) в стеблях соломы и тростника составляет не более 50 %. Наличие мелких клеток в этих волокнистых материалах значительно снижает средневзвешенную длину волокна и ухудшает их свойства. Фактическая средняя длина целлюлозного волокна соломы равна 0,7 мм, а тростника – 0,8 мм.

В разных источниках можно встретить различное представление о качестве целлюлозосодержащего сырья (ЦСС).

Таблица 2 – Химический состав различных видов ЦСС

Растительный материал	Массовая доля, %		
	целлюлозы	лигнина	пентозанов
Багасса	46,0	20,0	24,5
Солома хлебных злаков:			
ячмень.....	48,6	16,4	31,9
овес.....	43,8	18,5	22,8
рис.....	45,5-58,0	10,9-15,0	21,5-25,0
рожь.....	36,3-52,0	11,3-16,2	20,4
пшеница.....	48,2-56,7	15,7-16,6	28,4
Стебли кукурузы	38,4	34,3	27,6
Хлопок, лен	92,0-97,0	4,0	2,0
Трава эспарто	49,3	16,5	32,0
Конопля	79,3	5,2	5,5
Очесы конопли	58,8	7,3	6,3
Джут	74,9	11,7	18,1
Льняная солома	53,8	23,3	17,1
Рами	85,0	1,0	2,0
Сизаль	77,0	6,0	13,0
Древесина:			
осина (тополь).....	62,1	26,5	17,6
береза.....	64,2	19,6	27,1
сосна.....	60,5	26,4	11,0
ель.....	60,9	30,2	12,6

Так, например, в справочнике [7, с. 21] приведен сравнительный химический состав ЦСС различных групп (таблица 2), из которого следует солома хлебных злаков с содержанием целлюлозы до 50 % уступает отечественной древесине (60 %) и зарубежным видам ЦСС (74-85 %), в то же время низкое содержание лигнина и высокое содержание пентозанов позволяет предположить относительную легкость переработки в целлюлозу в условиях общепринятых технологий переработки древесины.

Подробное описание всех технологических стадий получения целлюлозы из хвойной и лиственной древесины, а также соломы злаков приведено в широко известной книге [8], включая стадию подготовки специфического вида сырья – соломы злаковых культур. Подготовка соломы предусматривает получение соломенной сечки способом нарезки стеблей-соломин на частицы от 12 мм до 50 мм, обеспечивающим разрезание стебля между двумя узелками. Обоснована необходимость обеспылевания сечки, удаления металлических включений, а также удаления остатков зерна и узелков злака. Указано, что техническую целлюлозу можно получить из любого растительного материала, однако для промышленной переработки можно применять несколько видов, включая некоторые однолетние растения. Описан сульфатный способ варки для получения целлюлозы из однолетних растений, прежде всего, их хлебных злаков, тростника и багассы, приведены результаты исследования зависимости свойств технической целлюлозы от технологических параметров (температуры, продолжительности варки, щелочности варочного раствора, сульфидности шелока) и вида сырья (пшеничной и рисовой соломы). В качестве прочих методов переработки перечислены хлорно-щелочной, азотнокислый и гидротропный способы.

В последнее время в странах, испытывающих дефицит древесины и избыток растительной массы, таких как Китай, Индия, Голландия, Испания, Франция, США (южные штаты) и страны Латинской Америки, получили развитие технологии производства травяной целлюлозы. Однако эти технологии в той или иной степени копируют технологию получения древесной целлюлозы со всеми ее недостатками. Травянистые растения, имеющие высокое содержание целлюлозы, широко используются как для производства тканей, так и получения посредством химической переработки волокнистых полуфабрикатов, предназначенных для изготовления бумажных материалов. В Пакистане, Таиланде и Перу недревесное сырье является основным видом сырья для производства целлюлозы. В Китае почти 87 % целлюлозосодержащей продукции производят из соломы.

Несмотря на лесное богатство нашей страны, перспективными видами коротковолокнистого сырья являются отходы сельскохозяйственных растений (солома злаков), ежегодные объемы которых очень велики. Например, в России в 2001 году масса стеблей наиболее распространенных сельскохозяйственных культур, пригодных для производства целлюлозы, составила примерно 150 млн. т.

Получение целлюлозы из соломы и тростника подробно описано в справочнике технолога [9, с. 570-572]. Производство целлюлозы из недревесных однолетних растений производится щелочными способами варки – натронным и сульфатным. Легкая растворимость лигнина однолетних растений в щелочных варочных растворах позволяет при натронной и щелочной варках применять меньшие количества щелочи и более низкие температуры по сравнению с варкой лиственной древесины. Особенно, это относится к соломе различных видов. Выход целлюлозы при сульфатной варке однолетних растений достаточно высок, получаемая при этом целлюлоза имеет удовлетворительные механические свойства.

Наибольшее распространение из сульфитных способов варки однолетних растений получил нейтрально-сульфитный способ варки полуфабриката (таблица 3), используемого в композиции бумаги-основы для гофрирования и картона.

Таблица 3 – Показатели нейтрально-сульфитной целлюлозы из недревесных видов сырья [10]

Показатель	Солома				Тростник обыкновенный	Стебли хлопчатника
	пшеница	рожь	рис	лен- кудряш		
Общий выход, масс. %	56,90	59,50	50,30	64,40	59,40	65,80
Содержание, масс. %:						
-лигнина	7,95	7,69	4,81	12,80	6,74	-
-пентозанов	23,10	24,90	18,10	18,10	19,90	18,20
-зола	7,21	5,05	-	3,05	6,68	3,79
Разрывная длина, м	8810	8490	7680	8450	7730	4570
Сопротивление:						
-излому, число двойных перегибов	370	630	150	495	550	75
-продавливанию, кПа	430	470	360	290	380	270

В настоящее время в России работают несколько научных коллективов по получению целлюлозы из нетрадиционных сырьевых источников. В Казани сотрудниками ООО «НПО «Нефтепромхим» были разработаны способы получения полуцеллюлозы и целлюлозы из льняного сырья с высокой степенью заостренности. Способы

предусматривали механическую предварительную обработку, варку в щелочном растворе при температуре 100 °С и при атмосферном давлении, последующую обработку отбеливающими веществами. Назначение полученной целевой целлюлозы предполагалось быть очень широким: от изготовления стабилизирующих добавок, технических сортов бумаги и картона до производства целлюлозы для химической переработки и производства ваты.

Позднее в работе [11] авторы заявили о разработке экономически обоснованной модульной схемы размещения в Татарстане целлюлозных заводов мощностью 15 тыс. т в год в радиусе не более 60 км от цехов первичной переработки сырья – травянистых растений (лубяных, мятликовых, крестоцветных и злаковых культур). При этом оценка сырьевой базы осуществлялась по двум критериям: выход целлюлозы с единицы массы сырья и выход биомассы с одного гектара пашни. Так, например, проведенные сравнительные исследования для льна, рапса, люцерны и донника позволили назвать последние три растения перспективными для получения травянистой целлюлозы. В 2011 году тот же состав авторов объявил о получении целлюлозы из мискантуса на установке, предназначенной ранее для переработки льняного сырья [12].

В России активно проводятся работы по исследованию способов выделения целлюлозы из рисовой соломы. Предложен способ комплексной переработки рисовой соломы, позволяющей получить аморфный кремнезем и целлюлозу [13]. Рисовую солому подвергают обескремниванию путем обработки раствором гидроксида натрия концентрации 20-60 г/л при температуре не менее 70 °С и продолжительности не менее 20 мин в присутствии антрахинона. Антрахинон вводят в количестве не менее 0,01 % от массы абсолютно сухого ЦСС. Затем отделяют ЦСС от щелочного раствора и осуществляют щелочную варку в растворе гидроксида натрия при расходе 8-14 % от абс. сухого ЦСС в течение 1 ч. Техническим результатом является повышение выхода целевого продукта за счет сохранения гемицеллюлозного комплекса и частичного удаления лигнина. Следующим объектом переработки патентованным способом стала, естественно, рисовая шелуха, для которой предложено применение добавки молибдата натрия в делигнифицирующий раствор смеси ледяной уксусной кислоты и пероксида водорода. Следует отметить, что описанные элементы новизны были разработаны ранее для переработки древесины в целлюлозу и механистически перенесены на недревесное сырье. Тем не менее, авторы заявили о создании технологии получения целлюлозы из недревесного растительного сырья [14], основанной на окислительно-органо-сольвентном способе делигнификации предварительно обескремненного волокнистого продукта.

Таблица 4 – Основные компоненты растительной ткани

Вид сырья	Массовая доля, %				
	Целлюлоза	Лигнин	Пентозаны	Водорастворимые вещества	Зола
Солома озимой ржи	(54,5)* 40,8**	23,0	21,5	16,4	4,6
Солома ярового рапса	(39,3)* 30,7**	18,5	20,2	14,8	10,9
Стебли сои	(47,4)* 37,6**	25,4	17,3	16,5	9,3

Примечание: * выделена бромным методом по Гюго-Мюллеру;
** целлюлоза в исходном сырье, за вычетом пентозанов.

Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур приведено в статье белорусских химиков [15]. Мотивацией к апробации стеблей рапса и сои в качестве источников целлюлозы

послужила разработанная авторами концепция комплексной хозяйственной реабилитации территорий, загрязненных радионуклидами вследствие техногенных аварий. Реабилитация проводилась путем выращивания на загрязненных территориях злаковых (пшеница, рожь, тритикале) и масличных (рапс, соя, лен, горчица) культур, семена которых служат сырьем для получения радиоактивно чистых спирта и масел.

Деактивацию сельскохозяйственных отходов проводили в условиях двухстадийной азотнокисло-натронной делигнификации, поскольку именно этот метод позволяет на первой стадии проведения процесса удалить из него и локализовать 95 % радионуклидов.

Стебли сои и, в особенности, рапса заметно уступают ржаной соломе по содержанию целлюлозы и значительно превосходят ее по зольности (таблица 4). Солома озимой ржи служила эталонным объектом для экспериментального подбора условий делигнификации, обеспечивающих достаточно высокие выходы и качество целлюлозных полуфабрикатов при рациональном расходе реагентов. Были выбраны условия, позволяющие выделить из соломы озимой ржи целлюлозу с выходом 49 %, с содержанием пентозанов, остаточного лигнина и золы соответственно 15,0; 2,2 и 0,9 %. Выбранные условия получения целлюлозы из ржаной соломы оказались удовлетворительными по отношению к стеблям рапса и неприемлемыми по отношению к стеблям сои.

Авторы связывают различное поведение в процессе делигнификации этих культур с особенностями их капиллярно-пористого строения, исследованного с помощью метода растровой электронной микроскопии (РЭМ).

В результате проведенного эксперимента авторы получили из сои целлюлозный полуфабрикат с выходом 47,5 %. Массовые доли остаточного лигнина, пентозанов и золы составили соответственно 4,5; 18,2; 1,1 %. Описывая анатомический состав целлюлозы из стеблей сои и в особенности рапса, авторы подчеркивают сходство с целлюлозой из соломы хлебных злаков. Целлюлоза из стеблей масличных культур так же как и из хлебных злаков представляет собой коротковолокнистый материал: длина лубяных волокон не превышает 1,5 мм при поперечных размерах, приблизительно в 100 раз меньших.

Самыми молодыми в современном списке нетрадиционных видов ЦСС являются энергетические растения: разновидности мискантуса [16] и тростника гигантского. Перспективными из химических методов переработки мискантуса за рубежом названы щелочная делигнификация, использование органических катализаторов, обработка органическими растворителями и разбавленными водными кислотами (органосоль-процессы).

В ИПХЭТ СО РАН выполнены приоритетные исследования по разработке способов получения целлюлозы из нетрадиционных видов ЦСС: отходов переработки злаков (соломы и плодовых оболочек) [17], а также биомассы мискантуса российского происхождения [18, 19].

Химические способы получения целлюлозы из рассматриваемых в ИПХЭТ СО РАН источников предусматривают использование реактивов, не содержащих серу и хлор, а также основаны на комбинации обработок разбавленными растворами реактивов и применении несложного стандартного оборудования. Схема переработки недревесного ЦСС несколькими химическими способами, реализованными в ИПХЭТ СО РАН, приведена на рисунке 1.

Азотнокислый способ предусматривает последовательную обработку разбавленными растворами азотной кислоты и гидроксида натрия и позволяет получить техническую целлюлозу из плодовых оболочек злаков с высокими показателями качества. В случае переработки мискантуса качество технической целлюлозы уступает, но дополнительное облагораживание целлюлозы гарантирует необходимое качество. Азотнокислый способ был впервые применен нами для получения целлюлозы из плодовых оболочек злаков и биомассы мискантуса [20].

В подтверждение возможности масштабирования азотнокислого способа в 2009-2011 году были наработаны укрупненные образцы (по 3,5-4,5 кг) технических целлюлоз из указанных источников с использованием стандартного оборудования на опытно-промышленной установке в ИПХЭТ [21, 22].

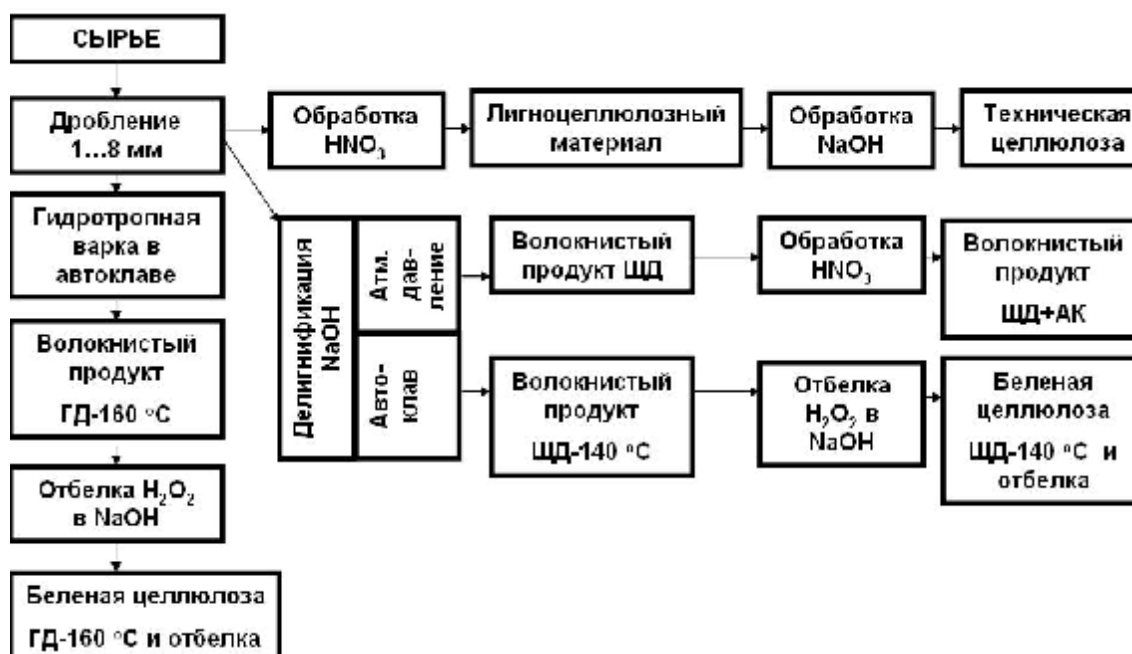


Рисунок 1 – Схема переработки недревесного ЦСС несколькими химическими способами, реализованными в ИПХЭТ СО РАН

Другим способом получения целлюлозы является щелочная делигнификация при атмосферном давлении с последующей обработкой разбавленными растворами азотной кислоты, позволяющая получить с высоким выходом техническую целлюлозу (волоконистого продукта ЩД+АК) с массовой долей остаточного лигнина 4-6 %, характеризующаяся удовлетворительной смачиваемостью. Параллельно была исследована щелочная делигнификация под давлением 2-3 атм (варка) с последующим облагораживанием (отбелкой) целлюлозы в щелочном растворе с добавлением пероксида водорода. Процесс щелочной делигнификации в автоклаве с последующей отбелкой характеризуется высоким выходом беленой целлюлозы (ЩД-140 °С и отбелка), низким содержанием лигнина и золы. Полученные образцы целлюлоз из плодовых оболочек овса и мискантуса были проанализированы (зольность, массовая доля кислотонерастворимого лигнина, массовая доля жировосковой фракции, массовая доля α -целлюлозы, смачиваемость, степень полимеризации) и поставлены в количестве по 1 кг каждого на Казанский казенный государственный пороховой завод для дальнейшего исследования.

Целлюлозу (ГД-160 °С и отбелка) получают нейтральным способом (рисунок 1, вертикальная последовательность стадий) – гидротропной варкой с получением волоконистого продукта, который дополнительно облагораживают в щелочной среде с добавлением пероксида водорода. Гидротропная варка была впервые применена для переработки плодовых оболочек овса и биомассы мискантуса [23, 24].

Параллельно перечисленным выше способам переработки нетрадиционного недревесного сырья в ИПХЭТ СО РАН активно проводятся исследования по разработке безреагентного способа получения целлюлоз с использованием реактора высокого давления различных конструкций [25, 26].

Высокое природное содержание лигнина в исходном сырье (18-20 % а.с.с.), значительная зольность недревесных источников (4-6 % а.с.с.), а также короткие волокна нативной целлюлозы значительно усложняют процесс получения высококачественной

целлюлозы с высоким содержанием α -целлюлозы, предназначенной для химической модификации. Поэтому, нами были проведены исследования щелочной экстракции лигнина из лигноцеллюлозного материала мискантуса с использованием роторно-пульсационного аппарата (РПА) [27]. В результате было установлено, что применение РПА позволяет значительно интенсифицировать процесс удаления лигнина, не снижая степень полимеризации целевой целлюлозы.

Исследования целлюлоз из плодовых оболочек овса и биомассы мискантуса, проведенные методом растровой электронной микроскопией, позволили установить сходство и различие полученных целлюлоз не только от ботанического источника, но и способа получения целлюлозы. Так, например, установлено, что целлюлоза из мискантуса является неоднородной и представляет собой в большинстве два типа волокон: плоские лентообразные с зазубренными концами и круглые гладкие волокна, некоторые из которых имеют внутреннее отверстие, т.е. трубочки. Целлюлоза из плодовых оболочек овса более однородна и представлена одним типом волокон: короткие плоские тонкие чешуйки. Степень полимеризации обеих целлюлоз находится в пределах от 1000 ед. до 580 ед.

В настоящее время получены и охарактеризованы простые эфиры: карбоксиметилцеллюлозы из плодовых оболочек овса и мискантуса твердофазным и суспензионным способом, а также метилцеллюлозы с применением в качестве метилирующего агента йодистого метила [28-30].

В 2010 году впервые были получены и охарактеризованы сложные эфиры: НЦ из отходов переработки злаков и биомассы российского мискантуса, причем исходные целлюлозы были получены азотнокислым способом на опытно-промышленной установке, включающей стандартное химическое оборудование [31, 32].

Выводы

Проведенные в ИПХЭТ СО РАН исследования позволили расширить перечень целлюлоз (из отходов переработки злаков и биомассы мискантуса), пригодных для химической переработки, включая целевые нитраты целлюлозы.

Литература

1. The chemistry of explosives. Second edition. The Royal Society of Chemistry. – 2004. – P. 127-129.
2. Wertz Jean-Luc et al. Cellulose science and technology. – Lausanna: EPFL press. – 2010. – P. 277-278.
3. Байклз, Н., Сегал, Л. Целлюлоза и ее производные. Т. 2. / под ред. Роговина З.А. М.: Мир, 1974. – С. 47-50.
4. Шахмина, Е.В. Адаптация нового целлюлозного сырья к технологиям химической промышленности // Современные проблемы технической химии. Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции. – Казань: КГТУ, 21-23 ноября 2003 г. – С. 231-232.
5. Иванов, С.Н. Технология бумаги. Изд. 2-е, переработ. Л.: Лесная промышленность, 1970. – 696 с.
6. Стейнифорт, А.Р. Солома злаковых культур: пер. с англ. – М.: Колос, 1983. – 191 с.
7. Грант, Ю. Лабораторный справочник по производству целлюлозы и бумаги. М., 1965. – 421 с.
8. Лендбель, П., Моравли, Ш. Химия и технология целлюлозного производства / пер. с нем. Ф.Б. Дубровинской под ред. А.Ф. Тищенко. – М.: Лесн. промышленность, 1978. – 544 с.

9. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч.П.-СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – С. 570-573.
10. Комплексная химическая переработка древесины / И.Н. Ковернинский, В.И. Комаров и др. – Архангельск: АГТУ, 2002. – 347 с.
11. Нугманов, О.К., Лебедев, Н.А. Целлюлоза. Начало нашей эры // *The Chemical Journal*. – Декабрь 2009. – С. 30-33.
12. Григорьева, Н.П., Нугманов, О.К., Нусинович, Д.С. и др. Технология получения целлюлозы из травянистых растений и ее свойства // *Вестник Казан. технол. ун-та*. – 2010. – № 9. С. 165-168.
13. Вураско, А.В., Дрикер, Б.Н., Земнухова, Л.А., Галимова, А.Р. Ресурсосберегающая технология получения целлюлозы при комплексной переработке соломы риса // *Химия растительного сырья*. – 2007. – № 2. – С. 21-25.
14. Вураско, А.В., Минакова, А.Р., Дрикер, Б.Н. и др. Технология получения целлюлозы из недревесного растительного сырья // *Химия растительного сырья*. – 2010. – № 2. – С. 165-168.
15. Торгашев, В.И., Герт, Е.В., Зубец, О.В., Капуцкий, Ф.Н. Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур // *Химия растительного сырья*. – 2010. – № 4. – С. 45-54.
16. *Miscanthus: For Energy and Fibre*. By Michael B. Jones, Mary Walsh. Published by Earthscan, 2001. – 192 p.
17. V. Budaeva, V. Zolotuhin, R. Mitrofanov et al. Obtaining technical cellulose from straw and cereals seed shells // *Journal of Mountain Agriculture in the Balkans– Bulgaria*. – Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan. – 2009. – Vol. 12, № 5. – P. 1027-1039.
18. Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю., Золотухин, В.Н., Сакович, Г.В. Переработка Мискантуса китайского // *Ползуновский вестник*. – 2009. – № 3. – С. 328-335.
19. Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю., Золотухин, В.Н., Сакович, Г.В. Новые сырьевые источники целлюлозы для технической химии / *Современные проблемы технической химии: материалы докладов Всерос. науч.-техн. и метод. конф.*, Казань, 7-9 октября 2009 года. – Казань: Изд-во Казан. гос. технолог. ун-та, 2009. – С. 275-281.
20. Будаева, В.В., Золотухин, В.Н., Митрофанов, Р.Ю., Архипова, О.С. Свойства целлюлозы мискантуса // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 3. – С. 240-245.
21. Золотухин, В.Н., Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю. Получение целлюлозы из недревесного сырья на опытной установке / *Синтез и разработка технологии компонентов высокоэнергетических составов и химических продуктов гражданского применения: тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 50-летию отдела 20 ФГУП «ФНПЦ «Алтай» (17-18 июня 2010 г., г. Бийск)*. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 55-57.
22. Завьялкина Д.А., Митрофанов Р.Ю., Золотухин В.Н., Будаева В.В. Изучение процесса отбеливания технической целлюлозы из мискантуса китайского // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 4-1. – С. 189-192.
23. Денисова, М.Н., Митрофанов, Р.Ю., Будаева, В.В., Архипова, О.С. Целлюлоза и лигнин, полученные гидротропным способом из мискантуса // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 4-1. – С. 198-206.
24. Митрофанов, Р.Ю., Будаева, В.В., Денисова, М.Н., Сакович, Г.В. Гидротропный способ получения целлюлозы из мискантуса // *Химия растительного сырья*. – 2011. – № 1. – С. 25-32.
25. Будаева, В.В., Бычин, Н.В., Сакович, Г.В. Свойства мискантуса после обработки в реакторе высокого давления – 2009 // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 4-1. – С. 144-149.

26. Цуканов, С.Н., Будаева, В.В. Предобработка мискантуса китайского в условиях гидротермобарического взрыва в нейтральной среде // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 209-214.

27. Орлов, С.Е., Будаева, В.В., Кухленко, А.А., Карпов, А.Г., Василишина, М.С., Золотухин, В.Н. Исследование эффективности роторно-пульсационного аппарата в процессе экстракции лигнина из недревесного растительного сырья // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 183-188.

28. Обрезкова, М.В., Будаева, В.В. Сакович, Г.В., Алтунина, Л.К. Карбоксиметилцеллюлоза из нетрадиционного сырья // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 11. – С. 29-32.

29. Томильцева, Н.А., Севодина, А.А., Будаева, В.В. Суспензионное получение простых эфиров целлюлозы // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 224-231.

30. Будаева, В.В., Золотухин, В.Н., Томильцева, Н.А., Севодина, А.А. Метилирование целлюлозы, полученной азотнокислым способом // Ползуновский вестник. – 2010. – № 3. – С. 231-236.

31. Спецтема: отчет о НИР (промежуточ.) / ИПХЭТ СО РАН; рук. Г.В. Сакович. – Бийск, 2011. – 175 с. – Инв. № 122 с.

32. Якушева, А.А., Дементьева, Д.И., Будаева, В.В., Золотухин, В.Н. Определение массовой доли азота в нитратах целлюлозы из мискантуса и плодовых оболочек овса / Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 4-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (27-29 апреля 2011 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-т, 2011. – В печати.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕЛЛЮЛОЗ МИСКАНТУСА

Е.И. Макарова¹, В.В. Будаева²

¹ *Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, e-mail: massl@mail.ru*

² *Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: budaeva@ipcet.ru*

Биотоплива – энергоемкие соединения, получаемые химическими и биотехнологическими методами из возобновляемого сырья различной природы (например, лигно-целлюлоз). Этот широкий круг веществ включает водород, метан, этанол, биодизельное топливо, бутанол, бионефть (продукты пиролиза биомассы) и др. [1, 2].

Постановочный гидролиз отечественного мискантуса состоит из нескольких стадий, включая ферментативный гидролиз технических целлюлоз. Наибольшую привлекательность для гидролиза растительного сырья на сегодняшний момент имеют коммерчески доступные ферментные препараты, выпуск которых налажен в большом объеме.

Ранее авторами были исследованы постановка метода количественного определения моносахаров (глюкозы, ксилозы, фруктозы и их смесей) на спектрофотометре, ферментативный гидролиз необработанного мискантуса с использованием различных мультиэнзимных композиций, а также ферментативный гидролиз технических целлюлоз до и после обработки в роторно-пульсационном аппарате [3, 4].

Целью данной работы является исследование влияния исходной концентрации субстрата при ферментативном гидролизе технических целлюлоз мискантуса на конечную концентрацию глюкозы.

В качестве субстрата в работе использовался образец технической целлюлозы из мискантуса китайского, полученный на опытно-промышленном производстве [5]. У данного образца были определены следующие показатели: содержание α -целлюлозы (90,3 %), степень полимеризации (660 ед.).

Первой частью работы являлось исследование влияния исходной концентрации технической целлюлозы при ферментации на конечную концентрацию глюкозы.

Для этого в колбу Эрленмейера емкостью 500 мл помещали навеску субстрата, 150 мл ацетатного буфера (рН 4,7) и ферментный препарат. Гидролиз проводили при температуре 50 ± 2 °С, в течение 72 ч при постоянном перемешивании [6, 7] Перемешивание реакционной массы осуществляли на платформе ПЭ-6410М с частотой колебания 26 мин^{-1} .

Через каждые 8 ч отбирали пробу суспензии 2 мл для определения концентрации моносахаров в пересчете на глюкозу спектрофотометрически на «UNICO UV-2804» с использованием динитросалицилового реактива [3, 8]. Преимуществами данного метода является простота выполнения анализа и малый расход реагентов [9]. Относительная погрешность данного метода составляет 3,45 %.

В качестве источника целлюлазы использовался ферментный препарат «Брюзайм ВGX» (поставщик компания «Русфермент», Москва). Указанный ферментный комплекс в соответствии с аналитическим паспортом стандартизован по целлюлазной, ксиланазной и β -глюканазной активности.

Ранее в работах на тему гидролиза целлюлозосодержащего сырья описывалась ферментация предобработанного сырья с концентрациями субстрата от 1 до 30 г/л [10]. Нами был проведен гидролиз технической целлюлозы с исходными концентрациями 15; 30; 60; 90; 120 г/л.

Результаты исследования ферментативного гидролиза представлены на рисунке 1 в виде зависимости концентрации глюкозы от продолжительности ферментации.

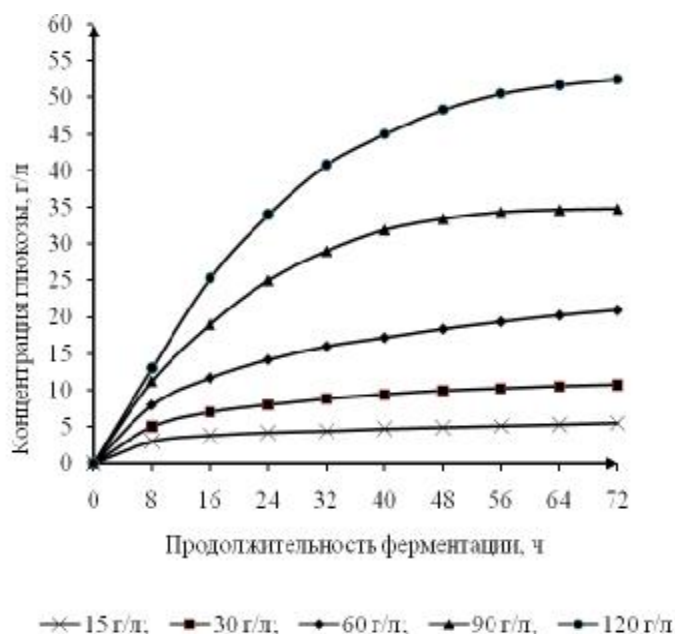


Рисунок 1 – Зависимость концентрации глюкозы от продолжительности ферментации для образцов с различной исходной концентрацией субстрата

На рисунке 2 показана зависимость выхода глюкозы (к начальной массе субстрата) от продолжительности ферментации.

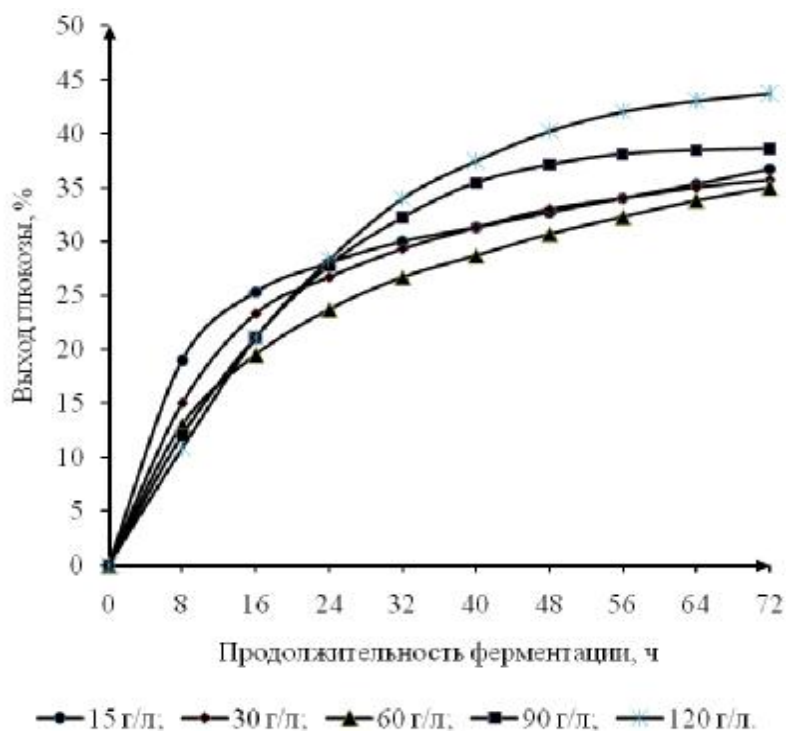


Рисунок 2 – Зависимость выхода глюкозы (к начальной массе субстрата) от продолжительности ферментации для образцов с различной исходной концентрацией субстрата

При сравнении результатов, полученных при ферментации целлюлозы различной исходной концентрации видно, что при концентрации целлюлозы 120 г/л наблюдается более высокая скорость гидролиза и заметное накопление глюкозы в гидролизате (уже через 10 ч – 15 г/л). Полученные результаты позволяют предположить, что ферментация технических целлюлоз концентрацией 120 г/л позволит получить высокий выход глюкозы, пригодный для дальнейшего сбраживания без проведения дополнительных операций для концентрирования сахаров. Так как ранее было показано, что для сбраживания необходима концентрация редуцирующих сахаров в гидролизате не менее 20 г/л, в другом случае необходимо проводить концентрирование, например, упариванием на роторном испарителе [11].

График зависимости конечной концентрации глюкозы от исходной концентрации субстрата (рисунок 3) дополнительно доказывает, что конечная концентрация глюкозы линейно увеличивается с ростом начальной концентрации субстрата.

В результате проделанной работы также было опровергнуто мнение о том, что высокая концентрация редуцирующих веществ в гидролизате может подавляюще действовать на процесс ферментации, в частности на деятельность препарата «Брюзайм ВГХ». В то же время, очевидно, что кривая зависимости выхода глюкозы от продолжительности ферментации (рисунок 2) для всех проведенных экспериментов через 72 ч выходит на прямую, свидетельствуя о прекращении ферментативных процессов в системе. Вероятно, причиной замедления ферментации является гибель препарата при периодическом («скачкообразном») режиме проведения процесса: поддержание необходимой температуры 50 ± 2 °С проводилось только в рабочее время (примерно 12 ч в сутки). Поэтому, выходы глюкозы при ферментации технической целлюлозы мискантуса с помощью препарата «Брюзайм ВГХ» могут превысить достигнутые значения (от 35 % до 45 %) при ведении непрерывной ферментации.

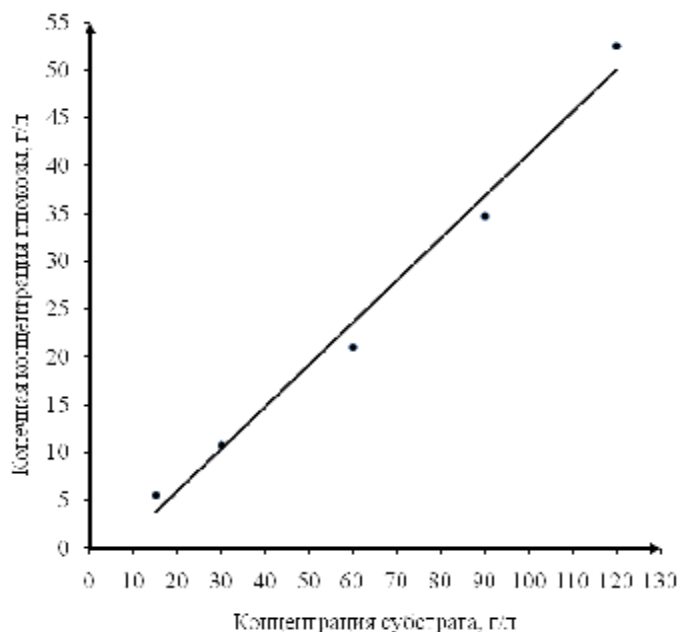


Рисунок 3 – Зависимость конечной концентрации глюкозы в гидролизате от исходной концентрации целлюлозы

Следующим этапом работы было проведение ферментативного гидролиза целлюлозы с целью дальнейшего сбраживания гидролизатов культурой дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (штамм Y-1693). В качестве оптимальной была принята концентрация технической целлюлозы 90 г/л, так как она позволяет получить высокий выход глюкозы уже при малой продолжительности ферментации, и не требует дальнейшей обработки гидролизата для концентрирования глюкозы.

Для ферментации в круглодонную колбу емкостью 4 л помещали навеску субстрата, дистиллированную воду, подкисленную разбавленной ортофосфорной кислотой до pH 4,7 и ферментный препарат. Гидролиз проводили по описанной выше методике с использованием вертикального перемешивающего устройства, нагрев содержимого колбы проводили с помощью колбонагревателя. Через каждые 8 ч отбирали пробу суспензии 2 мл для определения концентрации моносахаров в пересчете на глюкозу. На протяжении всего процесса ферментации поддерживали постоянным pH путем подкисления ортофосфорной кислотой. По окончании процесса суспензию отфильтровывали под вакуумом, отжимали, сушили и взвешивали. В фильтрате анализировали содержание редуцирующих веществ. Убыль по массе составила 42,7 %, выход глюкозы – 36,9 %. У целлюлозы после ферментации, как и у исходной, была померена степень полимеризации и установлено, что в результате ферментативного гидролиза произошло ее уменьшение от 660 ед. до 560 ед.

Полученный гидролизат был отдан на сбраживание.

Выводы

Исследована ферментация технической целлюлозы мискантуса с различной начальной концентрацией субстрата и установлено, что конечная концентрация глюкозы в гидролизате увеличивается линейно с ростом начальной концентрации субстрата. Проведено сбраживание ферментного гидролизата.

Литература

1. Варфаломеев, С.Д. Энергоносители из возобновляемого сырья. Химические аспекты / С. Д. Варфаломеев, И. И. Моисеев, Б. Ф. Мясоедов // Вестник РАН. – 2009. – Т. 79, № 7. – С. 595-607.

2. Варфаломеев, С.Д. Биотопливо – энергоносители из возобновляемого сырья // Катализ в промышленности. – 2010. – № 5 – С. 8-11.
3. Макарова, Е.И., Будаева, В.В. Определение глюкозы на спектрофотометре UNICO UV-2804 / Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (28-30 апреля 2010 г., г. Бийск). – В 2-х ч. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – Ч. 1. – С. 215-218.
4. Макарова, Е.И., Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю. Использование мультиэнзимных композиций для гидролиза нетрадиционного целлюлозосодержащего сырья / Е.И. Макарова, В.В. Будаева, Р.Ю. Митрофанов // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4. – С. 192-198.
5. Золотухин, В.Н., Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю. Получение целлюлозы из недревесного сырья на опытной установке / Синтез и разработка технологии компонентов высокоэнергетических составов и химических продуктов гражданского применения: тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 50-летию отдела 20 ФГУП «ФНПЦ «Алтай» (17-18 июня 2010 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010 – С. 55-57.
6. Толстова, С.В. Гидролиз пивной дробины целлюлазными препаратами / С.В. Толстова, К.А. Калунянц, А.И. Садова // Ферментная и спиртовая промышленность. – 1984. – № 7. – С. 16-17.
7. Brosse N. et al. Pretreatment of Miscanthus x giganteus using the ethanol organosolv process for ethanol production // Ind. Eng. Chem. Res. – 2009. – № 48. – P. 8328-8334.
8. Коренман, И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений / И.М. Коренман. – М.: Химия, 1970. – 334 с.
9. Вешняков, В.А., Хабаров, Ю.Г. Сравнение методов определения редуцирующих веществ: метод Бертрана, эбулиостатический и фотометрические методы / В.А. Вешняков, Ю.Г. Хабаров // Химия растительного сырья. – 2008. – № 4. – С. 47-50.
10. Бурцева, Е.А., Гора, А.А., Будаева, В.В. Ферментативный и химический гидролиз недревесного целлюлозосодержащего сырья / Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы IV Всерос. конф., Барнаул, 21-23 апреля 2009 г.: в 2 кн. / под. ред. Н.Г. Базарновой, В.И. Маркина. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. – Кн. 1. – С. 148–151.
11. Скиба, Е.А., Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю. Сбраживание нецелевых гидролизатов с помощью *Saccharomyces cerevisiae* (штамм Y-1693) // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4. – С. 180-183.

АНАЛИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗ ИЗ МИСКАНТУСА И ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА

О.С. Архипова¹, В.В. Будаева², Р.Ю. Митрофанов²

¹*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

²*Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: budaeva@ipcet.ru*

В связи с возрастающим спросом на целлюлозу и продукты её химической модификации и в России, и за рубежом проводятся активные исследования новых альтернативных видов целлюлозосодержащего сырья. За рубежом проведены исследования по получению целлюлозы из таких видов сырья, как абака, джут, сизаль, солома льна и мискантус [1]. В России в ИПХЭТ СО РАН совместно с ИЦиГ СО РАН с 2008 года ведутся активные исследования по выращиванию и переработке авторской формы

Мискантуса китайского (Веерника китайского *Miscanthus sinensis* - Anders) [2], установлен химический состав мискантуса в зависимости от возраста растения [3]. Кроме того, ведутся научные изыскания в области переработки отходов злаковых культур, в частности плодовых оболочек овса [4, 5]. Получены целлюлозы из Мискантуса китайского и плодовых оболочек овса разными способами [4-6].

Целью данного исследования является анализ целлюлоз из Мискантуса китайского (урожай 2008 года, возраст растения 9 лет), полученных классическим способом (сульфитной варкой) [7] и целлюлоз из плодовых оболочек овса, полученных разными способами в 2011 году. Для оценки качества целлюлоз были проведены исследования по следующим основным показателям качества: массовая доля (м.д.) влаги [8], золы [9], остаточного кислотонерастворимого лигнина [10], α -целлюлозы [11]. Также была определена степень полимеризации образцов целлюлоз.

Метод определения м.д. влаги основан на вычислении потери массы целлюлозы при сушке ее до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (103 ± 2) °С. Сушка проводилась в сушильном шкафу ED 23 фирмы «Binder GmbH».

Метод определения общего содержания золы основан на сжигании и прокаливании навески целлюлозы при определенной температуре до полного удаления углерода. Определение м.д. золы проводилось в муфельной печи L3/11/B180 фирмы «Naberthem».

Метод определения остаточного кислотонерастворимого лигнина в целлюлозе основан на гидролизе навески целлюлозы смесью концентрированной соляной (плотностью $1,19 \text{ г/см}^3$) и 72 %-ной серной кислот с последующим добавлением воды и кипячением, после чего выделившийся осадок лигнина фильтруют и после сушки взвешивают.

Определение м.д. α -целлюлозы в образцах проводилось арбитражным и спектрофотометрическими методами. Арбитражный метод определения основан на обработке целлюлозы 17,5 %-ным раствором гидроксида натрия и гравиметрическом определении нерастворившегося остатка после промывки 9,5 %-ным раствором гидроксида натрия и высушивания. Спектрофотометрический метод определения является косвенным методом. Этот метод основан на гидролизе нецеллюлозной части навески целлюлозы 17,5 %-ным раствором гидроксида натрия и измерении оптической плотности раствора гидролизата с добавлением 1 н раствора бихромата калия относительно раствора гидролизата без его добавления при длине волны 540 нм.

Определение степени полимеризации (СП) целлюлозы проводилось вискозиметрическим методом [12]. Метод основан на определении вязкости раствора целлюлозы в подходящем растворителе. Для определения СП образцов целлюлоз был выбран кадоксен, так как данный растворитель бесцветный, устойчив к окислению кислородом воздуха и имеет довольно длительный срок хранения без изменения свойств.

Полученные результаты анализа целлюлоз по показателям: массовая доля (м.д.) влаги, золы, остаточного кислотонерастворимого лигнина, α -целлюлозы представлены в таблицах 1 и 2.

Содержание α -целлюлозы определялось арбитражным методом и спектрофотометрическим методом с целью сравнения этих методов и установления пригодности спектрофотометрического метода для определения содержания α -целлюлозы в технических целлюлозах. К тому же спектрофотометрический метод определения менее длителен [11]. Из полученных результатов (таблица 1) видно, что показания спектрофотометрического метода расходятся с показаниями арбитражного метода, поэтому определять содержание α -целлюлозы в технических целлюлозах спектрофотометрическим методом нельзя, так как образцы имеют примеси, дающие окраску гидролизату и мешающие таким образом определению.

Таблица 1 – Физико-химические показатели целлюлоз, полученных сульфитной варкой мискантуса

Наименование образца	М.д. влаги, %	М.д. золы, % (а.с.с.)	М.д. лигнина, % (а.с.с.)	М.д. α-целлюлозы, % (а.с.с.) ¹	М.д. α-целлюлозы, % (а.с.с.) ²	Степень полимеризации, ед.
ТЦ (251-11)	6,0	5,69	7,98	85,95	92,25	840
БЦ (252-11)	5,8	3,09	5,94	87,39	79,89	750
ТЦ (253-11)	5,7	4,49	7,85	84,64	87,35	940
БЦ (254-11)	7,7	2,60	4,81	93,40	88,61	810

Примечание: а.с.с. – абсолютно сухое сырьё; 1 – арбитражный метод; 2 – спектрофотометрический метод; ТЦ – техническая целлюлоза; БЦ – белёная целлюлоза.

Из результатов таблицы 1 видно, что содержание α-целлюлозы в технических целлюлозах, полученных сульфитной варкой составляет 84,64-85,95 %, содержание лигнина и золы находится примерно на одном уровне: 7,98-7,85 % и 5,69-4,49 % соответственно. Белёные целлюлозы содержат меньше лигнина (4,81-5,94 %), золы (2,60-3,09 %), содержание α-целлюлозы в белёных целлюлозах колеблется от 87,39 % до 93,40 %. Целлюлозы сульфитные из мискантуса имеют степень полимеризации от 750 ед. до 940 ед.

Промышленные образцы целлюлоз сульфитных, полученных из традиционного древесного сырья имеют следующие показатели: содержание золы 0,08-0,12 %, α-целлюлозы 90,0-92,5 % [13], степень полимеризации 1200-1460 ед. [14].

Таким образом, сульфитные целлюлозы из мискантуса имеют повышенную зольность (2,60-5,69 %), как следствие, высокие показатели содержания лигнина, что может мешать при переработке такой целлюлозы в эфиры целлюлозы. Показатель α-целлюлозы у целлюлоз из мискантуса также ниже показателей традиционных целлюлоз, за исключением образца БЦ 254-11 (93,40 %). Однако, согласно [15] для получения эфиров целлюлоз используется целлюлоза древесная сульфитная вискозная с содержанием α-целлюлозы 87,0-99,1 %.

Показатель СП целлюлоз из мискантуса лежит в пределах от 750 до 940 ед., поэтому данные целлюлозы подходят для химической переработки, так как известно, что оптимальные значения СП традиционных целлюлоз в зависимости от области применения целлюлозы лежат в пределах от 600 ед. до 1500 ед. [11]. Для получения эфиров целлюлозы, например метилцеллюлозы (МЦ), карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) используются целлюлозы сульфитные вискозные из традиционного сырья с СП 1150-1200, сульфитные ацетатные с СП 950 [15]. Что касается нетрадиционных целлюлоз, сведения об их СП имеет ограниченный характер. Тем не менее, авторам работы [1] удалось получить белёные целлюлозы из нетрадиционного сырья для химической переработки с показателем СП в пределах от 525 ед. из сизаля до 1650 ед. из абака, у целлюлозы из мискантуса показатель СП – 700 ед.

Из данных таблицы 2 видно, что ТЦ из плодовых оболочек овса (ПОО) имеют зольность в пределах 0,82-6,03 %, содержание лигнина 1,35-4,64 %, СП образцов от 800 ед. до 1120 ед. БЦ из ПОО имеют следующие показатели: зольность 0,04-4,56 %, лигнин – 0,12-0,95 %, СП 580-770 ед. Определение содержания α-целлюлозы в некоторых образцах проводилось только арбитражным методом [11], значения этого показателя лежат в пределах от 89,32 % до 97,48 %.

Таблица – 2 Физико-химические показатели технических целлюлоз (ТЦ) и белёных целлюлоз (БЦ) из плодовых оболочек овса

Наименование образца	М.д. влаги, %	М.д. золы, % (а.с.с.)	М.д. лигнина, % (а.с.с.)	М.д. α-целлюлозы, % (а.с.с.)	Степень полимеризации, ед.
ТЦ (258-11)	4,9	3,49	4,64	-	600
ТЦ (260-11)	6,0	6,03	1,92	89,32	1120
ТЦ (261-11)	5,6	4,58	1,40	94,28	940
БЦ (262-11)	4,3	4,56	0,78	95,21	660
БЦ (263-11)	3,5	4,20	0,64	96,91	640
ТЦ (264-11)	3,9	4,43	1,35	92,42	940
БЦ (290-11)	4,4	0,41	0,12	-	760
БЦ (291-11)	5,0	0,25	0,25	-	580
БЦ (292-11)	4,7	0,30	0,79	-	1020
ТЦ (293-11)	5,3	4,70	2,26	94,87	880
ТЦ (294-11)	7,3	0,99	2,09	-	800
БЦ (295-11)	5,0	0,04	0,95	90,84	770
ТЦ (296-11)	5,4	0,82	1,99	97,48	850

Известно, что образцы целлюлоз, полученные из хлопка имеют следующие показатели качества: м.д. золы 0,1-0,3 %, м.д. остатка, не растворимого в серной кислоте (лигнина) 0,1-0,5 %, м.д. α-целлюлозы 96,0-99,0 % [11], СП 1880-5080 ед. [14]. Для целлюлоз вискозных из хлопка СП 870 ед. [15].

При сравнении результатов таблицы 2 и данных на хлопковую целлюлозу установлено, что по содержанию золы, лигнина целлюлозы из ПОО уступают хлопковым целлюлозам, однако, по содержанию α-целлюлозы некоторые образцы БЦ из ПОО близки к ним [11]. Показатель СП у ТЦ и БЦ из ПОО также ниже показателей СП хлопковых целлюлоз [14]. Однако известно, что за рубежом получены и проанализированы целлюлозы из нетрадиционного сырья по аналогичным показателям качества: м.д. золы 0,32-0,6 %, α-целлюлозы 87,8-93,8 % и с СП 550-850 ед. Полученные целлюлозы использовались для производства эфиров целлюлозы [1].

Выводы

Проведён анализ ТЦ и БЦ, полученных классическим способом (сульфитная варка) и установлено, что при сравнении полученных показателей сульфитных целлюлоз из мискантуса с показателями сульфитных целлюлоз из традиционного сырья, сульфитные целлюлозы из мискантуса для производства эфиров целлюлозы по показателям: м.д. α-целлюлозы и СП – пригодны.

Анализ нетрадиционных целлюлоз (из мискантуса и плодовых оболочек овса) и сравнение с традиционными целлюлозами позволили выделить новые целлюлозы в отдельную группу, характеризующуюся повышенной зольностью и лигнином (за исключением некоторых образцов), содержанием α-целлюлозы от 84,64 % (для целлюлоз из мискантуса) до 97,48 % (для целлюлоз из ПОО), невысоким показателем СП 500-900 ед. Однако, полученные результаты анализа позволяют утверждать о возможности использования нетрадиционных целлюлоз для дальнейшей химической модификации.

Литература

1. Claudia Barba et. all. Synthesis and characterization of carboxymethylcelluloses (CMC) from non-wood fibers I. Accessibility of cellulose fibers and CMC synthesis // Cellulose. – 2002. – № 9. – P. 319 – 326.
2. Шумный, В.К. и др. Новая форма Мискантуса китайского (Веерника китайского *Miscanthus sinensis* - Anders) как перспективный источник целлюлозосодержащего сырья // Информационный вестник ВОГиС. – 2010. – Т. 14, № 1. – С. 122-126.
3. Архипова, О.С., Будаева, В.В. Исследование свойств мискантуса различного возраста. / Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием (28-30 апреля 2010 г., г. Бийск). – В 2-х ч. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – Ч. 1. – С. 211-214.
4. Денисова, М.Н. Гидротропная целлюлоза из отходов переработки злаков / Возобновляемые лесные и растительные ресурсы: химия, технология, фармакология, медицина: материалы V Всерос. конф., Санкт-Петербург, 21-24 июня 2011 г. – В печати.
5. Золотухин, В.Н., Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю. Получение целлюлозы из недревесного сырья на опытной установке / Синтез и разработка технологии компонентов высокоэнергетических составов и химических продуктов гражданского применения: тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 50-летию отдела 20 ФГУП «ФНПЦ «Алтай» (17-18 июня 2010 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 55-57.
6. Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю., Золотухин, В.Н., Сакович, Г.В. Переработка Мискантуса китайского // Ползуновский вестник. – 2009. – № 3. – С. 328-335.
7. Непенин, Н.Н. Технология целлюлозы. Том 1. Производство сульфитной целлюлозы. – М., 1956. – 748 с.
8. ГОСТ 16932-93 Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества. Издание официальное. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 6 с.
9. ГОСТ 18461-93 Целлюлоза. Метод определения содержания золы. Издание официальное. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 6 с.
10. Оболенская, А.В., Ельницкая, З.П., Леонович, А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991. – 320 с.
11. ГОСТ 595-79 Целлюлоза хлопковая. Технические условия. Издание официальное. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 14 с.
12. ГОСТ 25438-82 Целлюлоза для химической переработки. Метод определения характеристической вязкости. Издание официальное. – М: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 12 с.
13. ГОСТ 5982 – 84. Целлюлоза сульфитная вискозная. Технические условия. Издание официальное. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 5 с.
14. Болотникова, Л.С., Данилов, С.Н., Самсонова, Т.И. Метод определения вязкости и степени полимеризации целлюлозы // Журнал прикладной химии. – 1966. – № 1. – С. 176-180.
15. Петропавловский, Г.А. Гидрофильные частично замещённые эфиры целлюлозы и их модификация путём химического сшивания / Институт высокомолекулярных соединений. – Л.: Наука, 1988. – 298 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ГИДРОТЕРМОБАРИЧЕСКОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ МИСКАНТУСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЩЕЛОЧНЫХ РЕАГЕНТОВ

С.Н. Цуканов

Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: 7tst@mail.ru

Значительное внимание в последнее время уделяется недревесному растительному сырью. Это связано с гораздо более коротким периодом его возобновляемости по сравнению с древесным, а также с нарастающим истощением лесных ресурсов.

Одним из наиболее перспективных методов предобработки является гидротермобарическая обработка, которая может рассматриваться и как самостоятельная, и как промежуточная стадия в технологическом процессе (в зависимости от целевых продуктов).

Количественный и качественный состав образующихся при этом полупродуктов зависит, в том числе и от среды, в которой проводится обработка (добавки реагентов кислотного, щелочного характера). Использование различных вариантов гидротермобарического метода в рамках одного производства может способствовать повышению экономической эффективности последнего. Получение необходимых данных для выстраивания стратегии построения технологической схемы требует изучения влияния вышеуказанных факторов на состав обработанного материала.

Ранее нами было исследовано влияние основных технологических параметров гидротермобарического взрыва в нейтральной среде (температура, давление, продолжительность выдержки, модуль) на содержание целлюлозы и лигнина в обработанном мискантусе (твёрдой фазе), а также сумму сахаров в гидролизате (жидкой фазе) [1].

Исследование некоторых вариантов гидротермобарической обработки мискантуса с применением NaOH и Na₂CO₃ является логическим продолжением ранее начатой работы. Схема экспериментов представлена на рисунке 1. Определяемые компоненты в твёрдой фазе: целлюлоза по Кюршнеру и Ганеку, гемицеллюлозы, лигнин в пересчёте на абсолютно сухое вещество [2].

Результаты, полученные в ходе экспериментов, приведены в таблицах 1-4. Потери целлюлозы рассчитаны, исходя из содержания нативной целлюлозы в мискантусе 45 %.

Полученный при горячей промывке раствором гидроксида натрия материал не является волокнистым: стебли мискантуса не претерпели заметных изменений. Как следует из результатов таблицы 1, концентрация NaOH в диапазоне 0,5-3,0 % оказывает существенное влияние на массу обработанного мискантуса. Максимальная масса 12,4 г была получена при промывке 0,5 % раствором NaOH, в этом же случае имели место минимальные потери целлюлозы 3,8 %. Минимум массы обработанного мискантуса 9,6 г и максимум потерь целлюлозы 13,1 % обнаруживаются при максимальной концентрации NaOH.

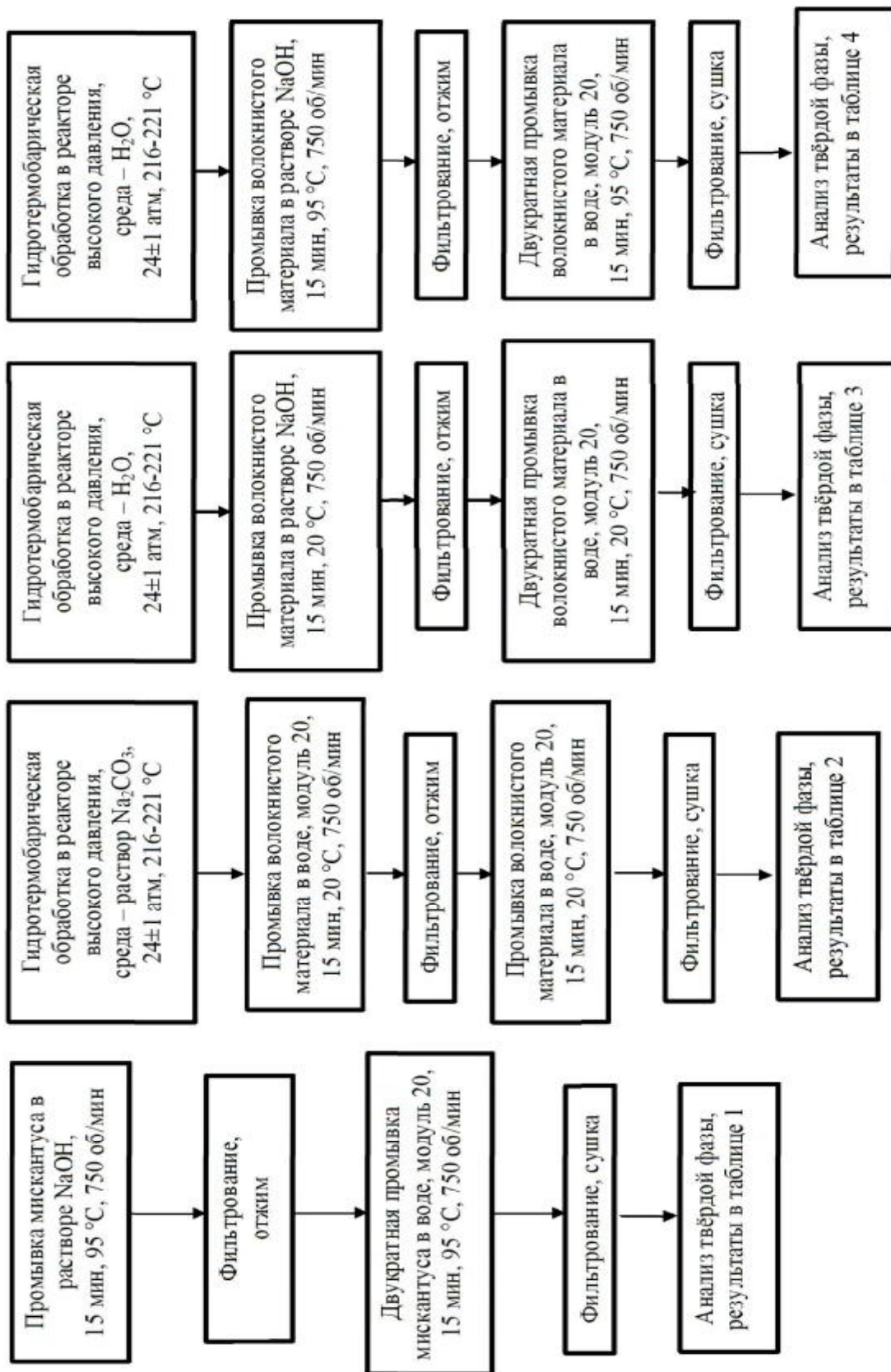


Рисунок 1 — Схема экспериментов по предобработке мискантуса в щелочной среде

Таблица 1 – Результаты обработки мискантуса промывкой горячим раствором NaOH различной концентрации (загрузка 14,2 г в пересчёте на абсолютно сухое сырьё)

Концентрация NaOH, %	Масса отфильтрованного лигнина, г	Потери целлюлозы, %	Характеристики твёрдой фазы			
			Масса, г	Целлюлоза, %	Гемицеллюлозы, %	Лигнин, %
0,5	0,62	3,8	12,40	49,6	19,6	16,7
1,5	1,33	7,6	10,42	56,7	16,8	9,2
3,0	1,80	5,2	9,71	62,4	14,1	7,4
5,0	1,61	13,1	9,60	57,8	16,0	8,0

Уменьшение массовой концентрации лигнина в обработанном материале прямо пропорционально концентрации NaOH, что наиболее заметно в интервале концентраций 0,5-1,5 % (16,7 и 9,2 % соответственно). Повышение концентрации NaOH до 5,0 % не приводит к существенному уменьшению массовой концентрации лигнина. Извлечение лигнина при подкислении раствором NaOH составляет не более 58 % – 1,80 г при концентрации NaOH, равной 3,0 %.

Значимое увеличение массовой концентрации целлюлозы в волокнистом материале наблюдается лишь в интервале концентраций раствора NaOH 0,5-3,0 % – 49,6 и 62,4 % соответственно. Существенного влияния концентрация раствора NaOH на массовую концентрацию гемицеллюлоз в обработанном мискантусе не оказывает: 19,6 % и 16,0 % при концентрации NaOH 0,5 и 5,0 % соответственно.

Таблица 2 – Результаты гидротермобарической обработки мискантуса, предварительно замоченного в растворе Na₂CO₃ различной концентрации (загрузка 14,2 г в пересчёте на абсолютно сухое сырьё)

Концентрация Na ₂ CO ₃ , %	Масса отфильтрованного лигнина, г	Потери целлюлозы, %	Характеристики твёрдой фазы			
			Масса, г	Целлюлоза, %	Гемицеллюлозы, %	Лигнин, %
0	—	0	9,85	65,6	3,8	23,2
0,5	1,65	4,4	9,50	64,3	12,1	14,1
2,5	2,50	10,2	7,90	72,7	15,5	3,3
5,0	2,50	14,6	7,65	71,4	14,8	4,3
10,0	2,29	13,8	7,20	76,6	13,0	2,8

В результате гидротермобарической обработки мискантуса, предварительно замоченного в растворе Na₂CO₃ различной концентрации, получена твёрдая фаза, представляющая собой волокнистый материал. Увеличение концентрации раствора карбоната натрия (таблица 2) приводит к уменьшению массы твёрдой фазы с 9,50 г до 7,20 г при концентрациях раствора Na₂CO₃ 0,5 и 10,0 % соответственно. Потери целлюлозы прямо пропорциональны концентрации раствора Na₂CO₃ в диапазоне 0,5-5,0 % (4,4 и 14,6 % соответственно). Значимое уменьшение массовой концентрации лигнина в волокнистом материале наблюдается лишь в интервале концентраций раствора карбоната натрия 0,5-2,5 % (14,1 и 3,3 % соответственно), что хорошо согласуется с массой отфильтрованного лигнина (1,65 и 2,50 % соответственно). Значимое увеличение массовой концентрации целлюлозы в волокнистом материале наблюдается лишь в интервале концентраций раствора карбоната натрия 0,5-2,5 % (64,3 и 72,7 % соответственно).

Оптимальной является концентрация Na_2CO_3 на уровне 1,5-2,5 %. В этих условиях получается волокнистый материал, состоящий преимущественно из двух компонентов: целлюлозы и гемицеллюлоз, массовая концентрация которых мало зависит от концентрации раствора Na_2CO_3 , находясь в пределах 12-15 %. Лигнин легко выделяется подкислением жидкой фазы (около 80 % от теоретического при концентрации Na_2CO_3 2,5-5,0 %).

Таблица 3 – Результаты гидротермобарической обработки мискантуса, предварительно замоченного в дистиллированной воде, с последующей промывкой холодным раствором NaOH различной концентрации (загрузка 14,2 г в пересчёте на абсолютно сухое сырьё):

Концентрация NaOH , %	Масса отфильтрованного лигнина, г	Потери целлюлозы, %	Характеристики твёрдой фазы			
			Масса, г	Целлюлоза, %	Гемицеллюлозы, %	Лигнин, %
0	—	0	9,85	65,6	3,8	23,2
0,5	1,33	14,4	7,53	72,6	3,7	13,8
1,5	1,34	14,4	7,36	74,3	3,4	12,7
3,0	1,37	18,0	7,15	73,3	2,8	13,0
5,0	1,41	18,3	7,07	73,8	2,7	12,5

В случае гидротермобарической обработки мискантуса, предварительно замоченного в дистиллированной воде, с последующей промывкой холодным раствором NaOH различной концентрации, получена твёрдая фаза, также представляющая собой волокнистый материал, но более окрашен и с более грубыми волокнами.

Концентрация щёлочи (таблица 3) не оказывает существенного влияния на массовую концентрацию компонентов твёрдой фазы и количество лигнина, выделяемого подкислением жидкой фазы. Так, массовая концентрация целлюлозы находится в пределах 72,6-74,3 %, лигнина – 12,5-13,8 %, гемицеллюлоз – 2,7-3,7 %. Наблюдается незначительное уменьшение массы волокнистого материала с 7,53 г до 7,07 г при повышении концентрации NaOH с 0,5 % до 5,0 % соответственно. Также незначительно и увеличение потерь целлюлозы с повышением концентрации раствора NaOH : с 14,4 % до 18,3 %. Извлечение лигнина при подкислении жидкой фазы составляет не более 45 % – 1,41 г при концентрации раствора NaOH , равной 5,0 %. Полученный волокнистый материал преимущественно состоит из двух компонентов: целлюлозы и лигнина.

Увеличение температуры раствора NaOH (таблица 4) привело к незначительному снижению массы волокнистого материала (минимум 6,78 г при концентрации раствора NaOH – 5,0 %) во всем диапазоне концентраций и также к некоторому увеличению массы извлечённого лигнина (максимум 1,83 г при 5,0 % NaOH). Потери целлюлозы остались на прежнем уровне, но в данной серии экспериментов они одинаковы во всём диапазоне концентраций NaOH . Массовая концентрация гемицеллюлоз осталась на том же уровне – 2,5-3,7 %. Наблюдается незначительное снижение массовой концентрации лигнина до уровня 7,9-10,2 %. Массовая концентрация целлюлозы увеличилась незначительно до 73,7-76,7 % соответственно.

Таблица 4 – Результаты гидротермобарической обработки мискантуса, предварительно замоченного в дистиллированной воде, с последующей промывкой горячим раствором NaOH различной концентрации (загрузка 14,2 г в пересчёте на абсолютно сухое сырьё)

Концентрация NaOH, %	Масса отфильтрованного лигнина, г	Потери целлюлозы, %	Характеристики твёрдой фазы			
			Масса, г	Целлюлоза, %	Гемицеллюлозы, %	Лигнин, %
0	—	0	9,85	65,6	3,8	23,2
0,5	1,51	19,6	6,98	73,7	3,7	10,2
1,5	1,57	18,5	6,89	75,6	3,1	7,9
3,0	1,70	19,2	6,84	75,5	2,8	9,0
5,0	1,83	18,6	6,78	76,7	2,5	8,1

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы:

1. При выборе способа и условий предобработки необходимо руководствоваться целевым продуктом.

2. Простая горячая промывка мискантуса раствором NaOH не может заменить гидротермобарическую обработку.

3. Любой вариант гидротермобарической обработки мискантуса приводит к получению волокнистой массы с высоким содержанием целлюлозы:

– в растворе Na_2CO_3 с последующей промывкой водой – это целлюлозный материал, с содержанием гемицеллюлоз на уровне исходного сырья, но с низким содержанием лигнина (менее 3 %);

– в нейтральной водной среде с последующей промывкой раствором NaOH – это целлюлозный материал с содержанием лигнина 8-16 % в зависимости от температуры промывки, с низким содержанием гемицеллюлоз (около 3 %).

Литература

1. Цуканов, С.Н., Будаева, В.В. Предобработка мискантуса китайского в условиях гидротермобарического взрыва в нейтральной среде // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4. – С. 209-214.

2. Ермаков, А.И. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРОТРОПНОЙ ВАРКИ МИСКАНТУСА КИТАЙСКОГО

Е.Д. Матюшкина¹, Р.Ю. Митрофанов²

¹*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

²*Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск*

В настоящее время, для получения целлюлозы используют кислотные, либо щелочные способы. Такие производства имеют большие накладные расходы на утилизацию отходов производства. Нейтральные способы пока не получили широкого применения, однако последние имеют большие перспективы как по качеству получаемой целлюлозы, так и по возможности использовать вторичные продукты производства (лигнин и гемицеллюлозы) в малоизмененном виде в смежных производствах, что должно снизить экологическую нагрузку предприятия и дать дополнительный доход от их реализации.

Из всех известных к настоящему времени нейтральных способов, наиболее рациональным, на наш взгляд, является гидротропная варка. Гидротропная варка – процесс, в котором в качестве варочного раствора используется водный раствор гидротропной соли концентрацией 30 % и выше.

Регенерация варочного раствора заключается в его разбавлении до концентрации гидротропной соли 5...10 %, в результате чего происходит осаждение лигнина. Выпавший лигнин отфильтровывают, а раствор упаривают до первоначальной концентрации соли и повторно используют в процессе. Данный способ регенерации сопряжен со значительными затратами энергии на упаривание разбавленного раствора.

Целью настоящей работы являлось изучение возможности повторного использования варочного раствора на основе бензоата натрия при получении гидротропной целлюлозы из мискантуса китайского.

Экспериментальная часть

Делигнификация

В автоклав качающийся емкостью 4,2 л помещают 307 г (280 г на а.с.с.) измельченного мискантуса, 10 г сухого бензоата натрия и 2,22 л 30 % раствора бензоата натрия с $\text{pH} = 9-10$ (pH варочного раствора доводят добавлением карбоната натрия). Автоклав герметизируют, включают перемешивание, нагревают до $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выдерживают при этой температуре 3 часа. По окончании выдержки автоклав охлаждают до $40...50\text{ }^{\circ}\text{C}$, содержимое сбрасывают в рукавный фильтр и отжимают при помощи пресса. Полученную техническую целлюлозу промывают однократно 2 л 30 % раствора бензоата натрия $40...50\text{ }^{\circ}\text{C}$, дистиллированной водой $40...50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3×1 л. Промытую целлюлозу отжимают при помощи пресса и высушивают при комнатной температуре до постоянной массы. Варочный раствор, доведенный до первоначального объема промывным раствором после корректировки pH , используют для следующей варки.

Обсуждение результатов

При всех достоинствах гидротропного получения целлюлозы [1], способ имеет существенный недостаток – более высокую стоимость гидротропных солей по сравнению с гидроксидом натрия и сернистой кислотой. Поэтому при отработке технологии гидротропной варки особое внимание необходимо обратить на процессы регенерации варочного раствора.

Ранее [2] было показано, что при использовании в качестве сырья нативного мискантуса китайского, а в качестве варочного раствора бензоата натрия при модуле 1:8 происходит закисление варочного раствора, в результате чего на волокно оседает бензойная кислота, что уменьшает степень провара сырья. Наряду с этим из варочного раствора выпадает бензойная кислота, что делает невозможным повторное использование варочного раствора.

Для предотвращения закисления варочного раствора, в схему была введена стадия предгидролиза сырья (рисунок 1).

Безреагентный предгидролиз был введен с целью дезацетилирования содержащихся в мискантусе гемицеллюлоз. Процесс проводился при температуре $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ без выдержки и гидромодуле 1 : 8. По окончании предгидролиза, материал отжимали при помощи пресса и высушивали на воздухе до постоянной массы. По результатам экспериментов было установлено, что во время такого проведения процесса удается удалить водорастворимые вещества, а также частично гидролизовать гемицеллюлозы.

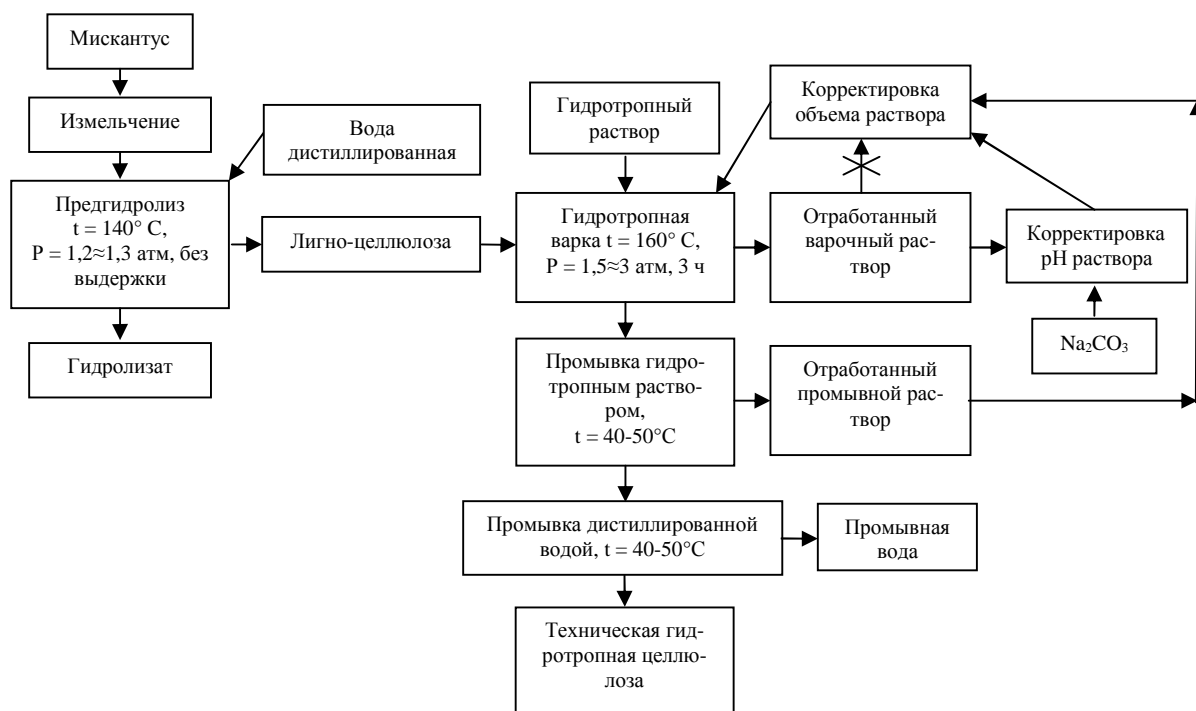


Рисунок 1 – Блок-схема проведения эксперимента

На следующей стадии полученная лигно-целлюлоза подвергалась гидротропной варке в 30 % растворе бензоата натрия при 160 °С в течение 3 часов, причем для каждой последующей варки использовался варочный раствор с предыдущей стадии. Выход и качественные показатели получаемой гидротропной целлюлозы сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Выход и качественные показатели гидротропной целлюлозы

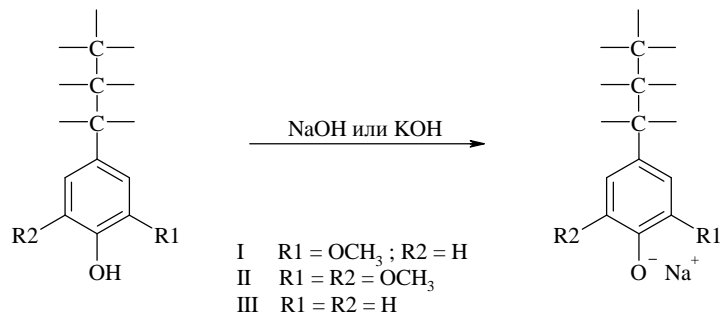
Показатель	Варка			
	0	1	2	3
Масса образца, г	307*	307*	307*	307*
Масса технической целлюлозы, г	176,12	175,54	196,78	197,78
Выход технической целлюлозы, %	59,63	59,81	67,48	67,74
Содержание остаточного лигнина, %	17,90	19,76	28,81	26,08
Зольность, %	3,1	3,5	3,9	3,6

* – материал с влажностью 8,8 % (280 г на а.с.с.)

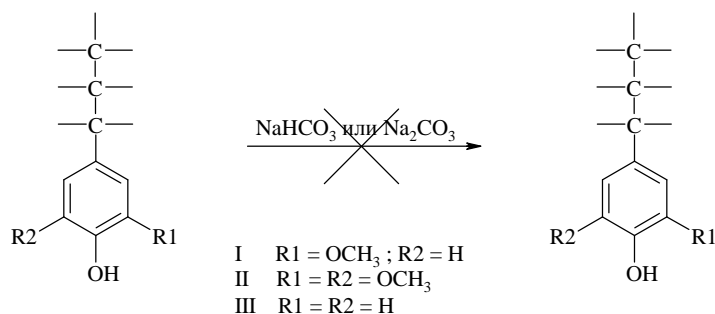
В ходе эксперимента была проведена серия из 4 последовательных варок. Горячий варочный раствор после отжима представлял собой жидкость коричневого цвета и не содержал осадка. После охлаждения раствора и стоянии в течение 12...24 ч из раствора выпадал незначительный осадок в виде игл, что указывало на то, что закисление раствора все таки происходит, несмотря на то, что в процесс введена стадия безреагентного предгидролиза, целью которой было удаление органических кислот из сырья. Содержание остаточного лигнина в технической гидротропной целлюлозе с каждой последующей варкой нарастает от 18 до 29%, что явно указывает на постепенное снижение концентрации гидротропной соли в варочном растворе. Увеличение выхода технической целлюлозы закономерно и обусловлено более высоким содержанием лигнина в продукте.

Для устранения негативного влияния закисления варочного раствора на процесс варки была проведена серия варок с корректировкой pH раствора. Для этих целей использовался безводный карбонат натрия. При выборе щелочного агента исходили из целевого получения при варке и гидротропной целлюлозы и лигнина, с минимально измененной структурой относительно нативного состояния.

В данном случае использование сильных щелочей (NaOH, KOH) приводило бы к образованию фенолятов:



Растворимость последних в гидротропном растворе не установлена и при разбавлении варочного раствора водой они оставались бы в водном растворе. Мягкие щелочные агенты (NaHCO₃, Na₂CO₃) с фенольным гидроксидом, в отсутствие сильных акцепторных групп, не взаимодействуют:



Но без труда реагируют с бензойной и уксусной кислотами.

В конечном итоге выбор был остановлен на карбонате натрия.

Опытным путем было установлено, что гидротропная варка нативного сырья снижает pH варочного раствора приблизительно на 3 единицы, предгидролизованного в вышеописанных условиях на 2. Поскольку основной эксперимент проводился с предгидролизированным мискантусом, для первой варки был взят гидротропный раствор (эксперимент 0) с pH 8,15. Далее перед следующей варкой pH корректировался добавлением безводного карбоната натрия. В результате проведенной серии установлено, что падение pH варочного раствора во время варки имеет однотипный характер (рисунок 2).

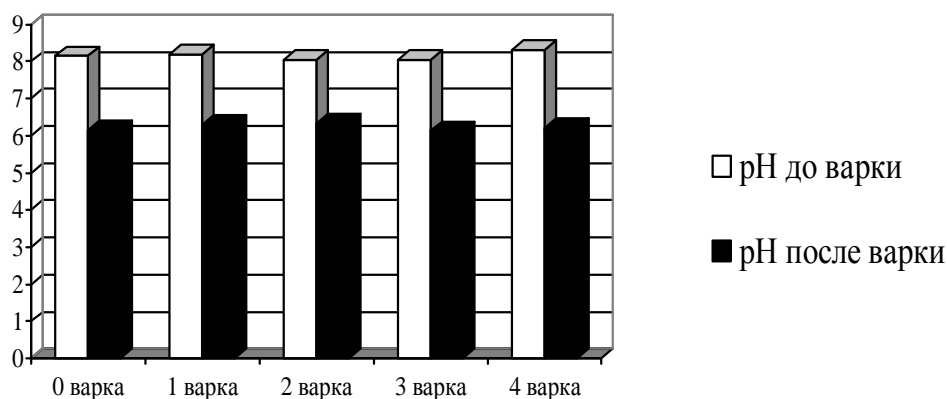


Рисунок 2 – Диаграмма изменения pH варочного раствора для модифицированной варки

Варочный раствор, как и в случае немодифицированной варки, имел насыщенный коричневый цвет. Осаждения кристаллов бензойной кислоты не наблюдалось даже при многочасовом стоянии при температуре 20...25 °С. Выход и качественные показатели гидротропной целлюлозы полученной модифицированной варкой представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Выход и качественные показатели гидротропной целлюлозы (модифицированная варка)

Показатель	Варка				
	0	1	2	3	4
Масса образца, г	307*	307*	307*	307*	307*
Масса технической целлюлозы, г	194,94	192,14	197,98	175,56	169,02
Выход технической целлюлозы, %	63,50	62,60	64,49	57,19	55,05
Содержание остаточного лигнина, %	17,06	15,73	17,84	23,62	24,21
Зольность, %	3,0	2,5	3,4	3,4	4,6
Влажность, %	7,8	7,1	5,8	6,4	6,8

* – материал с влажностью 8,8 % (280 г на а.с.с.)

В ходе эксперимента была проведена серия из 5 последовательных варок. В результате установлено, что первые 3 варки дают практически одинаковый выход целлюлозы со стабильным содержанием остаточного лигнина 16...18 %. Достаточно высокое содержание остаточного лигнина в технической целлюлозе, на наш взгляд, можно объяснить частичной его инактивацией во время предгидролиза и снижением растворимости в гидротропном растворе.

Для устранения инактивации лигнина проведена серия модифицированных варок в одном и том же варочном растворе нативного мискантуса. Для нейтрализации выделяющейся уксусной кислоты также использовался безводный карбонат натрия который добавляли перед варкой. Выход и качественные показатели технической целлюлозы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Выход и качественные показатели гидротропной целлюлозы (модифицированная варка нативного мискантуса)

Показатель	Варка				
	0	1	2	3	4
Масса образца, г	307*	307*	307*	307*	307*
Масса технической целлюлозы, г	154,44	142,44	168,12	181,92	146,94
Выход технической целлюлозы, %	50,30	46,40	54,76	59,25	47,86
Содержание остаточного лигнина, %	10,47	10,08	16,41	15,76	27,57
Зольность, %	5,29	6,80	4,15	4,74	7,06
Влажность, %	3,8	6,9	5,4	5,8	5,8

* – материал с влажностью 8,8 % (280 г на а.с.с.)

В ходе эксперимента была проведена серия из 5 последовательных варок.

Изменение pH раствора во время варки представлено в виде диаграммы на рисунке 3. Для построения использовались значения pH варочных растворов до варки (после корректировки) и после варки. По диаграмме довольно сложно как отследить ΔpH, так и объяснить ее непостоянство.

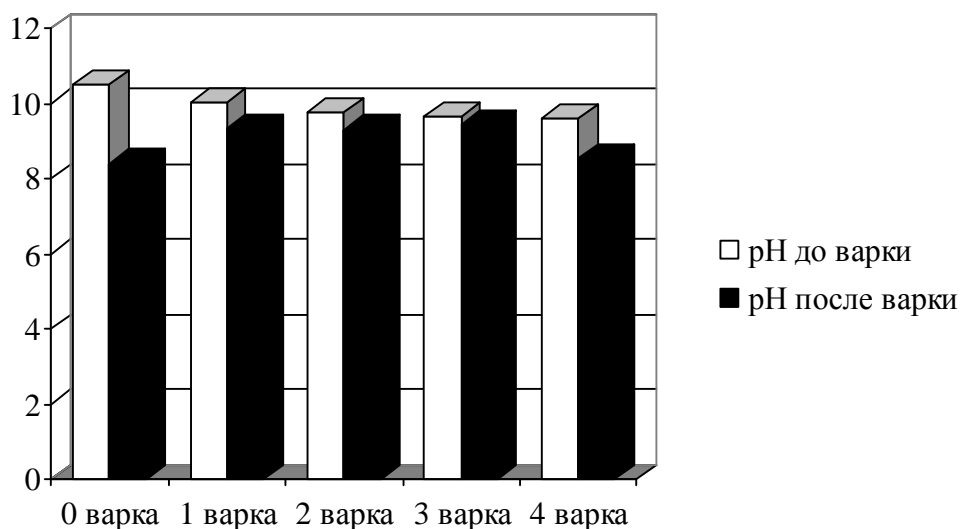


Рисунок 3 – Диаграмма изменения рН варочного раствора для модифицированной варки

Вероятно, гидротропный раствор лигнина, образовавшийся ацетат натрия или оба вместе оказывают буферный эффект, что делает невозможным проводить добавление карбоната натрия по показаниям рН метра. Для уточнения необходимого количества соды и проведения модифицированной варки без потери стабильности раствора необходимо определить количество ацетильных групп в сырье и провести расчет добавки карбоната натрия.

Выводы

1. Установлена принципиальная возможность проведения нескольких варок сырья в одном и том же гидротропном растворе на основе бензоата натрия без потери его стабильности.

2. Выход технической целлюлозы в обоих случаях находится примерно на одинаковом уровне 60...70 %, а содержание остаточного лигнина в случае модифицированной варки ниже.

3. Негативное влияние закисления варочного раствора выделяющейся, в ходе гидролиза гемицеллюлоз, уксусной кислотой было устранено корректировкой рН раствора карбонатом натрия перед варкой.

4. При проведении модифицированной варки необходимость в предгидролизе отпадает.

Литература

1. McKee R.H. Use of hydrotropic solutions in industry // *Industrial and Engineering Chemistry* 1946. V. 38. № 4. P. 382-384.

2. Митрофанов, Р.Ю. Гидротропный метод получения целлюлозы из мискантуса / Р.Ю. Митрофанов, В.В. Будаева, М.Н. Денисова, Г.В. Сакович // *Химия растительного сырья* 2011. № 1. С. 25-32.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЩЕЛОЧИ ПРИ НАТРОННОЙ ВАРКЕ ЛИГНО-ЦЕЛЛЮЛОЗЫ МИСКАНТУСА КИТАЙСКОГО НА ОСТАТОЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛИГНИНА И ЗОЛЫ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЕ

С.Ю. Брыксин¹, Р.Ю. Митрофанов²

¹ *Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

² *Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических
технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск*

К настоящему времени наблюдается тенденция увеличения потребления различных сортов целлюлозы. Одним из способов решения этой проблемы будет привлечение в перерабатывающую отрасль товарной целлюлозы полученной из однолетних растений.

Основные достоинства этого сырья – ежегодная возобновляемость, возможность переработки практически любыми способами варки, невысокая стоимость. Отличительные особенности сырья – высокое содержание гемицеллюлоз; высокая зольность (преимущественно двуокись кремния); неоднородность фракционного состава волокон (наличие клеток неволокнутого характера); малая толщина волокон; в некоторых случаях большее содержание красителей (например, солома и шелуха гречихи) [1].

Сегодня экспериментальные работы акцентированы на поиске новых варочных систем с учетом двух основных задач: с одной стороны, избежать или уменьшить использование химических веществ, которые сами по себе или при взаимодействии с лигноцеллюлозными материалами (ЛЦМ) создают серьезную экологическую угрозу; а с другой стороны, поиск почти селективного разделения основных компонентов ЛЦМ (целлюлозы, лигнина и гемицеллюлозы) в слабаразрушенной форме и их последующее использование для получения самостоятельных товарных продуктов.

Использование растворов NaOH в качестве варочных известно давно [2], но до сих пор не потеряло актуальности, особенно при переработке недревесного растительного сырья. Особый интерес в применении растворов NaOH заключается в том, что такие растворы хорошо растворяют нецеллюлозные примеси при незначительном воздействии на целлюлозу [3].

В работе в качестве сырья использовался мискантус китайский. Промышленный интерес к нему основан на том, что сырье этой культуры можно собирать со второго года. По истечению 3 лет он достигнет своего полного развития, достигнув длины 4 м с урожаями до 40 т/га/год [3].

Экспериментальная часть

Предгидролиз

В автоклав загружают 280 г измельченного растительного сырья и 2,25 л дистиллированной воды (модуль 1:8). Автоклав герметизируют, включают перемешивание, нагревают до 140 °С и нагрев отключают. Разгрузку автоклава проводят при 50-60 °С. Полученную лигно-целлюлозу отжимают, промывают дистиллированной водой 3 × 2 л, после чего высушивают до постоянной массы при температуре 100...105 °С.

Выход лигноцеллюлозы составляет 69,5 %. Зольность – 2,2 %. Остаточный лигнин – 23,97 %.

Делигнификация

В автоклав загружают 280 г лигноцеллюлозы с предыдущей стадии, 2,25 л раствора NaOH (модуль 1:8) и герметизируют. Включают перемешивание, нагревают содержимое до 140-160 °С и выдерживают при этой температуре и постоянном перемешивании 1 ч. По окончании выдержки массу охлаждают до 50-60 °С. Пульпу

отжимают, промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции промывных вод (3×2 л) и высушивают при $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы.

Выход и основные показатели полученной технической целлюлозы приведены в таблице 1.

Обсуждение результатов

Целью исследования являлось изучение качественных и количественных характеристик целлюлозы, полученной из мискантуса китайского. Работа проведена в рамках концепции комплексной переработки растительного сырья для получения максимального количества ценных и востребованных продуктов.

Для оптимизации расхода щелочи при варке эксперимент проведен в два этапа:

- 1) экстракция-предгидролиз нативного мискантуса;
- 2) натронная делигнификация лигноцеллюлозы.

Известно, что при натронной (щелочной) варке растительного сырья щелочь расходуется на реакции с органическими кислотами (содержащимися в сырье или образующимися в ходе переработки), углеводами и лигнином. Следовательно, отработанный варочный раствор будет содержать сумму солей растворившихся в растворе за время процесса. Выделение отдельных компонентов из такого раствора очень трудоемко.

При варке однолетних растений особое значение придаётся растворению неорганических компонентов, особенно кремниевых солей и оксида кремния. Зола сосредоточена главным образом в узлах, метёлках, а также эпидермисе стебля. Кроме того зольность зависит от возраста мискантуса, состава почвы. Предгидролиз перед натронной варкой позволяет существенно изменить свойства лигноцеллюлозы. Так, большая часть золы удалена в ходе предгидролиза. Очевидно, на данном этапе произошло значительное разрушение эпидермиса соломы мискантуса с последующим извлечением большей части золы. Данный показатель является значительно меньшим по сравнению с полученной в ходе трёхчасовой варки без предгидролиза в 4 % растворе NaOH (32 % от массы сырья) при аналогичном модуле технической целлюлозы (зольность 5,1 %).

Предгидролиз проводили нагреванием сырья в дистиллированной воде (1:8) до $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ (подъем температуры до рабочей температуры 40 мин. Охлаждение до разгрузки $50\text{-}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ около 3 ч). В результате экстракции было установлено, что при таком проведении процесса наряду с экстракцией протекает безреагентный предгидролиз растительного сырья, либо процесс имеет автокаталитический характер (содержащиеся или образующиеся в ходе процесса органические кислоты катализируют процесс гидролиза гемицеллюлоз). Потеря массы составляет около 30 % (около 10 % приходится на водорастворимую часть, около 20 % – гидролизовавшиеся гемицеллюлозы). Полученная лигноцеллюлоза имела зольность 2,2 %, остаточный лигнин – 23,97 %.

Далее для получения технической целлюлозы лигноцеллюлозу подвергали делигнификации растворами NaOH с концентрацией: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 %. В результате получен ряд технических целлюлоз, основные качественные и количественные характеристики которых приведены в таблице 1.

Полученные результаты показали, что делигнификация лигноцеллюлозы при концентрации NaOH 5 % в пересчете на лигноцеллюлозу, выход технической целлюлозы составил 81 %, зольность повысилась до 2,6 %, а содержание остаточного лигнина понизилось на 2,2 %. Такой результат свидетельствует о том, что даже не смотря на удаление из сырья водорастворимых органических кислот низкие концентрации NaOH в варочном растворе не приводят к делигнификации в заметной степени.

Дальнейшее повышение концентрации щелочи в варочном растворе с интервалом в 5 % показало вполне логичные результаты, а именно: постепенное снижение выхода технической целлюлозы до 50 % (34 % в пересчете на исходное сырье), снижение зольности вплоть до 1,4 %, снижение остаточного лигнина до 1,43 %.

Таблица 1 – Выход и основные показатели технической целлюлозы

Концентрация щелочи	Выход, %	Зола, %	М.д. к/нер лигнина, % на а.с.с	Альфа- целлюлоза, %
5 % NaOH от массы сырья	80,9	2,6	21,71	-
10 % NaOH от массы сырья	68,8	2,6	13,80	-
15 % NaOH от массы сырья	60,4	1,8	5,46	91,80
20 % NaOH от массы сырья	56,6	1,8	3,44	92,02
25 % NaOH от массы сырья	53,5	1,6	2,61	81,79
30 % NaOH от массы сырья	53,2	1,4	1,75	91,63
35 % NaOH от массы сырья	49,6	1,6	1,43	92,55

Повышение количества щелочи в варочном растворе от 5 до 15 % дает резкое понижение содержания остаточного лигнина, при 20-35 % изменения содержания остаточного лигнина незначительны. Поэтому можно сделать вывод, что дальнейшее повышение концентрации щелочи не целесообразно. В то же время варка с предгидролизом при расходе щелочи 20-35 % (от массы сырья) позволяет получить техническую целлюлозу с более высокими качественными показателями, чем варка в 4 % растворе NaOH при модуле 1:8 без предгидролиза (выход 40,0 %; зола 5,1 %; ост. лигнин 4,1 %). Самые низкие показатели содержания золы и остаточного лигнина и самое высокое содержание альфа-целлюлозы в продукте показала варка при концентрации NaOH 35 %. Оптимальной для получения технической целлюлозы можно считать варку при концентрации NaOH (от массы сырья) от 20 до 30 % при модуле 1:8 и температуре 140-160 °С в течении 1 часа с предгидролизом.

Стоит отметить, что двухстадийный процесс получения технической целлюлозы позволяет получить последнюю с содержанием альфа-целлюлозы свыше 90 %, что является необходимым для последующей химической переработки. Таким образом, поэтапное извлечение компонентов из перерабатываемого материала целесообразно и позволяет получать белимую техническую целлюлозу высокого качества.

Литература

1. Непенин, Н.Н., Непенин, Ю.Н. Технология целлюлозы. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы. –М.: Экология, 1994. Т. 3. –592 с.
2. Лендъел, П., Морван, Ш. Химия и технология целлюлозного производства /перевод с немецкого Ф.Б. Дубовицкий / под ред. А.Ф. Тищенко. – М.: Лесная промышленность, 1978. –544 с.
3. Iglesias G. et all. Soda pulping of Miscanthus sinensis. Effect of operational variables on pulp yield and lignin solubilization // Bioresource Technology 1996 Vol. 58 P. 17-23

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ

Д.А. Завьялкина¹, Р.Ю. Митрофанов²

¹Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск

²Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск

В связи с географическими особенностями Алтайский край является одним из крупнейших сельскохозяйственных регионов, с ежегодным объемом воспроизводства отходов растениеводства порядка 8 млн. тонн.

При организации производства целлюлозы из нетрадиционных сырьевых источников край способен удовлетворить спрос на сырье. Потенциальным потребителем такой целлюлозы может стать ООО Бия-Синтез выпускающее карбоксиметилцеллюлозу.

Основные этапы производства целлюлозы из нетрадиционных сырьевых источников почти не отличаются от таковых для древесины и могут включать следующие стадии: измельчение, предгидролиз, делигнификация, многоступенчатая отбелка, чередующаяся со щелочением, кислотка, сушка, а так же промывка водой до нейтральной реакции, после стадий делигнификации, щелочения и кислотки [1].

Для упрощения изображения общей схемы получения целлюлозы, в ходе работы, стадии: отбелка, щелочение, кислотка и обработка спиртом были объединены в термин облагораживание (рисунок 1).

В силу морфологического строения рассматриваемого сырья отдельные стадии схемы могут быть изменены под конкретный вид сырья. В таблице 1 приведены основные характеристики нетрадиционного целлюлозосодержащего сырья (ЦСС) использованного в работе.



Рисунок 1 – Блок схема получения целлюлозы

Таблица 1 – Основные характеристики ЦСС использованного в работе

ЦСС	Зола, %	М.д. лигнина, % на а.с.с	Пектиновые вещества и пентозаны, %
Шелуха овса	5,4	17,6	35,0
Мискантус китайский	5,0	19,4	37,3

Например, стадия измельчения сырья для шелухи овса не требуется, а стадия делигнификации травянистого сырья, в отличие от древесины протекает быстрее, при меньшей температуре и давлении [2]. Однако получаемая техническая целлюлоза (ТЦ) характеризуется более высоким содержанием минеральных веществ и лигнина, чем древесная целлюлоза, поэтому уточнение технологических параметров ее облагораживания является актуальной задачей. При отработке технологии получения целлюлозы из нетрадиционных источников сырья, особого внимания заслуживает процесс облагораживания получаемой ТЦ.

Целью данной работы является определение оптимальных условий облагораживания, осуществляемое по результатам анализа основных показателей качества целлюлозы получаемой при выбранных режимах.

В качестве объектов исследования выбраны целлюлозы, полученные из шелухи овса и мискантуса китайского, азотнокислой, сульфитной и гидротропной делигнификацией. В таблице 2 приведены основные характеристики ТЦ поступающей на облагораживание.

Таблица 2 – Основные характеристики ТЦ поступающей на облагораживание

Исходное сырье	Способ делигнификации	Выход, %	Зола, %	М.д. лигнина, %	СП	α - целлюлоза, %
ТЦ из шелухи овса	Азотнокислая	27,0	5,0	1,92	1322	-
	Гидротропная	76,9	4,2	15,2	-	63,40
ТЦ из мискантуса китайского	Сульфитная	59,2	4,5	7,85	940	84,64
	Гидротропная	57,4	2,8	17,57	1035	64,73

В качестве отбеливающего агента, использована перекись водорода, т.к. она является наиболее удобной, легко дозируется и не дает дополнительного загрязнения производственных стоков [3]. Отбелка проводилась в одну ступень.

Техническая целлюлоза (ТЦ) полученная выше перечисленными методами делигнификации из нетрадиционных источников сырья, представляет собой волокнистую массу от светло-серого до темно коричневого цвета, с достаточно высоким содержанием лигнина и минеральных веществ. Поэтому повышение белизны целлюлозы, снижение содержания остаточного лигнина и максимальное снижение содержания минеральных веществ является важной задачей процессов облагораживания.

В работе использовалась схема облагораживания ТЦ представленная на рисунке 2.

Щелочение 1 %-ным раствором NaOH проводится для набухания волокна, что способствует более свободному растворению гемицеллюлоз и повышению доступности лигнина для окислителя. Отбелку проводят 36 %-ной перекисью водорода в 0,1 %-ном растворе NaOH (рН среды 11...12), модуль 1:20, в течение 4 часов при температуре 40 °С. По окончании отбелки масса отжимается при помощи пресса и промывается дистиллированной водой до нейтральной реакции промывных вод.

Для стабилизации цвета беленой целлюлозы и снижения содержания минеральных веществ ее обрабатывают 1 %-ным раствором HCl в течение 2 часов при температуре 25 °С (модуль 1:20), после чего волокно обезвоживают прессованием.

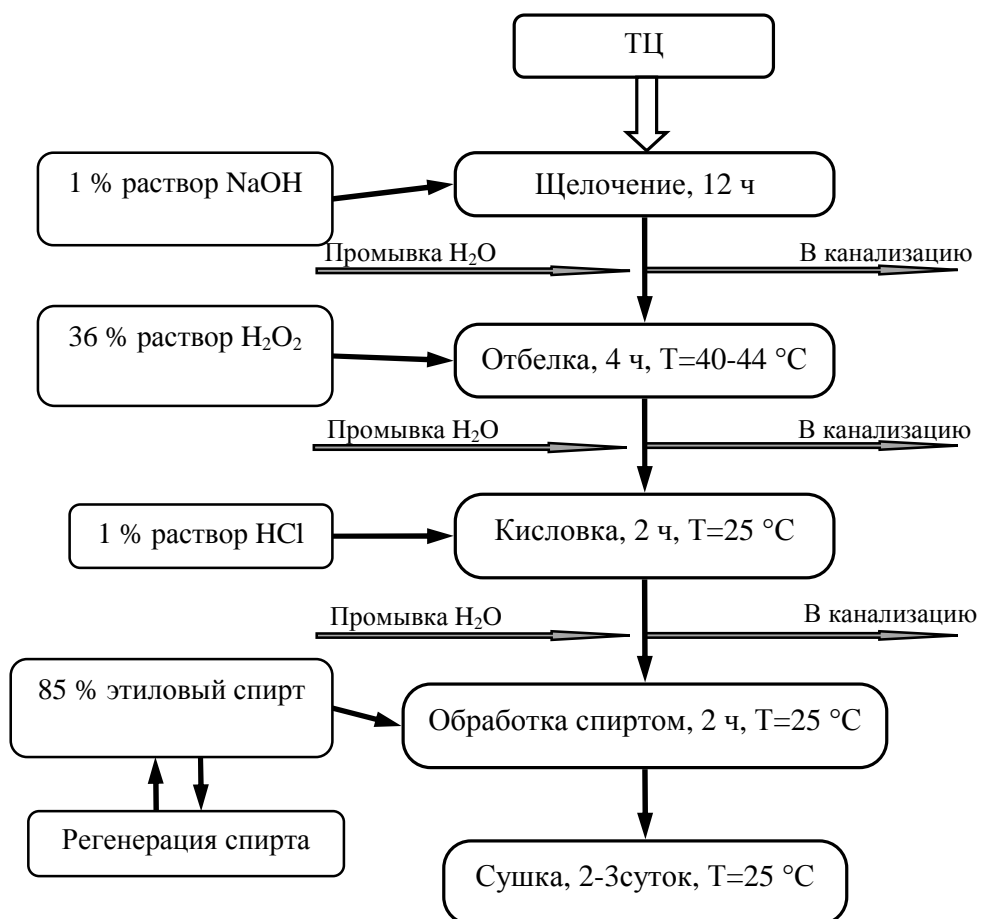


Рисунок 2 – Блок схема облагораживания ТЦ

На заключительной стадии процесса проводят обезвоживание волокна 85 % этиловым спиртом, тщательный отжим и сушку при 22-25 °С до постоянной массы.

Полученная облагороженная целлюлоза представляет собой коротковолокнистую массу белого цвета (рисунок 3). Основные качественные характеристики которой приведены в таблице 3.



Рисунок 3 – Белизна облагороженной целлюлозы в сравнении с ТЦ

Таблица 3 – Основные характеристики облагороженной целлюлозы

Исходное сырье	Способ делигнификации	Выход, %	Зола, %	М.д. лигнина, %	СП	α-целлюлоза, %
ТЦ из шелухи овса	Азотнокислая варка	94,6	4,2	0,64	840	96,91
	Гидротропная варка	52,3	3,3	6,10	–	88,00
ТЦ из мискантуса китайского	Сульфитная варка	82,0	2,6	4,81	810	93,40
	Гидротропная варка	80,0	1,4	8,57	950	73,07

По результатам проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1. Установлено, что одноступенчатая пероксидная отбелка не приводит к заметной деструкции волокна и не значительно снижает степень полимеризации целлюлозы;
2. Введение стадии щелочения перед отбелкой, позволяет снизить зольность и повысить содержания α-целлюлозы в готовом продукте;
3. Введение финишной стадии спиртового обезвоживания предотвращает слипание волокон во время сушки и растворяет остаточную жирно-восковую.

Литература:

1. Непенин, Н.Н., Технология целлюлозы. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы / Н.Н. Непенин, Ю.Н. Непенин 2-е изд., Т. 3, М.: Экология. –1994. –592 с.
2. Лендъел, П., Химия и технология целлюлозного производства / П. Лендъел, Ш. Морваи / пер. с немецкого. – М: Лесная промышленность, 1978. –544 с.
3. Рошин, В.И., Отбелка целлюлозы / В.И. Рошин, Е.Г. Рошина. –М.: Лесная промышленность, 1990. –231 с.

ГИДРОТРОПНЫЙ МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА В ЦЕЛЛЮЛОЗУ

М.Н. Денисова

Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: aniram-1988@mail.ru

На сегодняшний день перед человечеством стоит проблема переработки растительных отходов сельского хозяйства (солома, шелуха). Самый распространенный способ их ликвидации – сжигание, в результате которого в атмосферу выделяются вещества, загрязняющие окружающую среду и влияющие на здоровье людей. Вместе с тем отходы сельского хозяйства – это сырье, в котором содержание целлюлозы может достигать 50 %. Подходя к вопросу переработки сельскохозяйственных отходов в целлюлозу, можно решить одновременно две задачи: их утилизация и получение ценного продукта с минимальными затратами.

Учитывая важное значение, которое придается в настоящее время производству целлюлозы с высоким выходом, следует отметить, что гидротропный способ в этом отношении открывает большие возможности. По некоторым литературным данным [1, 2] использование нейтрального раствора при гидротропной варке исключает деструкцию целлюлозы и приводит к высокому выходу продукта с большим содержанием целлюлозы.

Преимуществом гидротропных растворителей является их негорючесть, нелетучесть, физиологическая безвредность, хорошая электропроводность, легкая регенерация. Все эти характеристики делают процесс гидротропной варки безопасным и экономически выгодным.

Несмотря на то, что в литературе имеются данные, подтверждающие возможность промышленного использования гидротропного метода [3], гидротропный процесс изучен еще недостаточно. Для его всесторонней оценки и выяснения характера явлений, происходящих при гидротропной варке, необходимы дальнейшие исследования.

Ранее нами были проведены работы по гидротропной делигнификации мискантуса [4-8]. Целью данной работы является получение гидротропной целлюлозы из плодовых оболочек овса (ПОО) хорошего качества с высоким выходом.

Гидротропная варка ПОО проводилась при тех же режимах, что и гидротропная варка мискантуса. В качестве гидротропного растворителя взят 30 %-ный раствор бензоата натрия.

Для получения целлюлозы использовались отходы переработки овса 2010 г. с различных хозяйств Бийского района, предоставленные ЗАО «Бийский элеватор».

Основные характеристики сырья: массовая доля целлюлозы (по Кюршнеру) (абсолютно сухое сырье – а.с.с.) – 47,1 %, массовая доля кислотонерастворимого лигнина (а.с.с.) – 18,6 %, массовая доля золы (а.с.с.) – 4,6 %.

Перед началом работы с целью экономии варочных реагентов сырье промыли водой температурой 50-60 °С для удаления белковой мучки, затем отжали и высушили при комнатной температуре до влажности 9-10 %.

На первом этапе работы была проведена гидротропная делигнификация ПОО при температуре 160 °С в течение 3 ч, модуль 1:15.

Получена техническая целлюлоза (ТЦ) с выходом 58,1 %. Основные физико-химические показатели ТЦ приведены в таблице 1. Далее ТЦ подвергли отбелке пероксидом водорода в щелочной среде. Выход и основные характеристики беленой целлюлозы (БЦ) приведены в той же таблице.

Таблица 1 – Выход и основные физико-химические показатели ТЦ и БЦ из ПОО, полученных гидротропной варкой (при 160 °С, 3 ч, модуль 1:15)

Наименование продуктов	Выход*, %	Основные показатели*		
		Лигнин, %	Зола, %	Целлюлоза по Кюршнеру
ТЦ	58,1	13,6	5,6	79,0
БЦ	39,2	5,8	3,0	88,1

* – в пересчете на а.с.с.

Из таблицы следует, что при проведении отбелки ТЦ происходит снижение выхода конечного продукта до 39,2 %, вместе с тем, массовая доля целлюлозы в продукте увеличивается с 79,0 % до 88,1 %. Наблюдается снижение массовой доли лигнина до 5,8 % и золы до 3,0 %.

Следующий этап работы заключался в проведении предварительной стадии водного гидролиза перед делигнификацией ПОО с целью извлечения из сырья водорастворимых экстрактивных веществ и частичного гидролиза гемицеллюлоз.

Предгидролиз проводили при температурах 140 °С и 160 °С без выдержки, модуль 1:8. Выход ЛЦ составил 84,3 и 81,6 % при 140 °С и 160 °С соответственно. Массовая доля лигнина в образцах ЛЦ составила 18,1-18,2 %, массовая доля золы 4,0-4,2 %, массовая доля целлюлозы по Кюршнеру 53,4 %.

Гидротропную варку ЛЦ проводили в течение 1 и 3 ч, при 160 °С, модуль 1:8, после этого провели отбелку ТЦ. В таблице 2 приведены выходы и характеристики полученных ТЦ и БЦ.

Таблица 2 – Выход и физико-химические показатели ТЦ и БЦ, полученных из ЛЦ после предгидролиза гидротропной варкой (при 160 °С, 1 и 3 ч, модуль 1:8)

Температура предгидролиза, °С	Продолжительность гидротропной варки, ч	Выход ТЦ*, %	Лигнин*, %	Зола*, %	Целлюлоза по Кюршнеру*, %	Выход БЦ*, %	Лигнин*, %	Зола*, %	Целлюлоза по Кюршнеру*, %
140	1	76,9	15,2	4,2	63,4	40,4	6,1	3,3	88,0
	3	59,3	14,4	5,0	–	41,6	6,0	3,5	–
160	1	74,0	15,2	4,4	–	44,6	5,7	3,0	–
	3	61,6	15,1	5,1	–	41,9	5,1	2,9	–

* – в пересчете на а.с.с

Выход ТЦ при варке в течение 1 ч заметно выше, чем при варке в течение 3 ч, массовая доля лигнина находится в одном диапазоне 14,4-15,2 %, а массовая доля золы при варке в течение 1 ч ниже, чем при варке в 3 ч. Следует указать, однако, что разность в содержании золы между образцами незначительна и составляет от 0,7 % до 0,8 %. Результаты определения химического состава ЛЦ, ТЦ и БЦ для образца предгидролизованного при 140 °С, при варке в течение 1 ч приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Химический состав ПОО, ЛЦ, ТЦ и БЦ из ПОО

Массовая доля целлюлозы по Кюршнеру повышается от 47,1 % в исходном сырье до 53,4 % в ЛЦ, далее до 63,4 % в ТЦ и достигает 88,0 % в БЦ. Увеличение массовой доли целлюлозы при каждой дополнительной стадии обработки сырья, связано с тем, что расщепление гемицеллюлоз приводит к повышению содержания целлюлозы.

Степень полимеризации полученных БЦ, определенная по вязкости кадоксеновых растворов составляет 690-760 ед.

Таким образом, проведенные исследования показали, что после удаления из ПОО лигнина, водорастворимых и минеральных веществ, возможно получение продукта с выходом 39,2-44,6 %, который может содержать до 88,1 % целлюлозы. Полученная гидротропная целлюлоза по своим физико-химическим свойствам может быть использована для получения производных целлюлозы, либо для ферментативного гидролиза с целью получения глюкозы.

Литература

1. McKee R.H., U.S. Patent 2,308,564 (Jan. 19, 1943).
2. Лендвел, П., Моравли, Ш. Химия и технология целлюлозного производства / пер. с нем. Ф.Б. Дубровинской под ред. А.Ф. Тищенко. – М.: Лесн. промышленность, 1978. – С. 447-450.
3. Громов, В.С., Одинцов, П.Н. Варка целлюлозы из лиственной древесины и соломы с гидротропными растворителями // Бумажная промышленность. – 1957. – Т. 32, № 6. – С. 11-14.
4. Денисова, М.Н., Митрофанов, Р.Ю. Гидротропная делигнификация мискантуса китайского // Химия и технология растительных веществ: материалы VI Всеросс. конф., Санкт-Петербург, 14-18 июня 2010 г. – Санкт-Петербург: ООО «Сборка», 2010. – С. 30-31.
5. Митрофанов, Р.Ю., Денисова, М.Н. Исследование эффективности безреагентного предгидролиза мискантуса китайского // Химия и технология растительных веществ: материалы VI Всеросс. конф., Санкт-Петербург, 14-18 июня 2010 г. – Санкт-Петербург: ООО «Сборка», 2010. – С. 74-75.
6. Денисова, М.Н., Митрофанов, Р.Ю. Исследование влияния режимов гидротропной делигнификации мискантуса китайского на качественные показатели получаемой целлюлозы / Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (28-30 апреля 2010 г., г. Бийск). – В 2-х ч. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – Ч. 1. – С. 202-207.
7. Денисова, М.Н., Митрофанов, Р.Ю., Будаева, В.В., Архипова, О.С. Целлюлоза и лигнин, полученные гидротропным способом из мискантуса // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4. – С. 198-206.
8. Митрофанов, Р.Ю., Будаева, В.В., Денисова, М.Н., Сакович, Г.В. Гидротропный способ получения целлюлозы из мискантуса // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1. – С. 25-32.

МЕТИЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА

А.А. Севодина¹, В.В. Будаева², С.Н. Цуканов²

¹ Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова,

г. Бийск, e-mail: anna-sevodina@rambler.ru

² Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: budaeva@ipcet.ru

Ежегодно в России накапливаются миллионы тонн отходов переработки однолетних растений, которые представляют научный интерес для многих исследователей. В частности солома и плодовые оболочки злаков рассматриваются как перспективные целлюлозосодержащие источники [1-3].

Основным достоинством отходов переработки однолетних злаков является ежегодная воспроизводимость и возможность переработки любыми способами варки. На данный момент подробно описаны несколько способов выделения целлюлозы: органосольвентный [4], обработка в реакторе высокого давления, азотнокислый способ [5]. Некоторые трудности при получении целлюлозы вышеперечисленными способами связаны с неоднородностью фракционного состава волокон, малой толщиной волокон, большим содержанием гемицеллюлоз, красителей и пигментов, также зольностью.

Волокнистые массы для получения целлюлозных производных (процесса этерификации) должны иметь высокое содержание целлюлозы, низкое содержание лигнина, степень полимеризации в оптимальном интервале, обеспечивающем хорошую растворимость получаемых производных и высокую степень однородности по реакционной способности [6].

Первые наши результаты исследования суспензионного метилирования целлюлоз, полученных азотнокислым способом из мискантуса и плодовых оболочек овса, представлены в работах [7-9]. Целью данного сообщения является синтез и анализ метилцеллюлоз из целлюлозы плодовых оболочек овса, полученной в 2011 году.

В работе использовалась целлюлоза из плодовых оболочек овса после обработки в реакторе высокого давления (РВД). Химический состав объекта метилирования: целлюлоза (Ц) по Кюршнеру – 94,6 %, зола – 4,5 %, лигнин – 5,12 %.

Блок-схема суспензионного метилирования представлена на рисунке 1. Основные стадии процесса метилирования: мерсеризация, метилирование и очистка.

Навеску целлюлозы в количестве 5 г мерсеризуют в 40 %-ном растворе гидроксида натрия в течение 1 ч при комнатной температуре. По окончании процесса мерсеризованную целлюлозу тщательно отжимают под вакуумом. После чего мерсеризованную целлюлозу помещают в коническую колбу, приливают 150 мл 2-пропанола (изопропанола) и 50 мл метила йодистого. Процесс метилирования проводят 22 ч при 60 °С.

По окончании одинарного метилирования готовый продукт отжимают на вакуум-фильтре. Отмывают 96 %-ным этиловым спиртом, подкисленным 90 %-ной уксусной кислотой до pH=5, до нейтральной реакции. После этого промывают трижды ацетоном и спиртом.

Для получения метилцеллюлозы (МЦ) после двойного метилирования: продукт после одинарного метилирования фильтруют под вакуумом, мерсеризуют (1 ч при комнатной температуре) и направляют на повторное метилирование при условиях, описанных выше. По окончании процесса МЦ фильтруют под вакуумом и очищают изопропанолом. Сушат готовый продукт на воздухе.

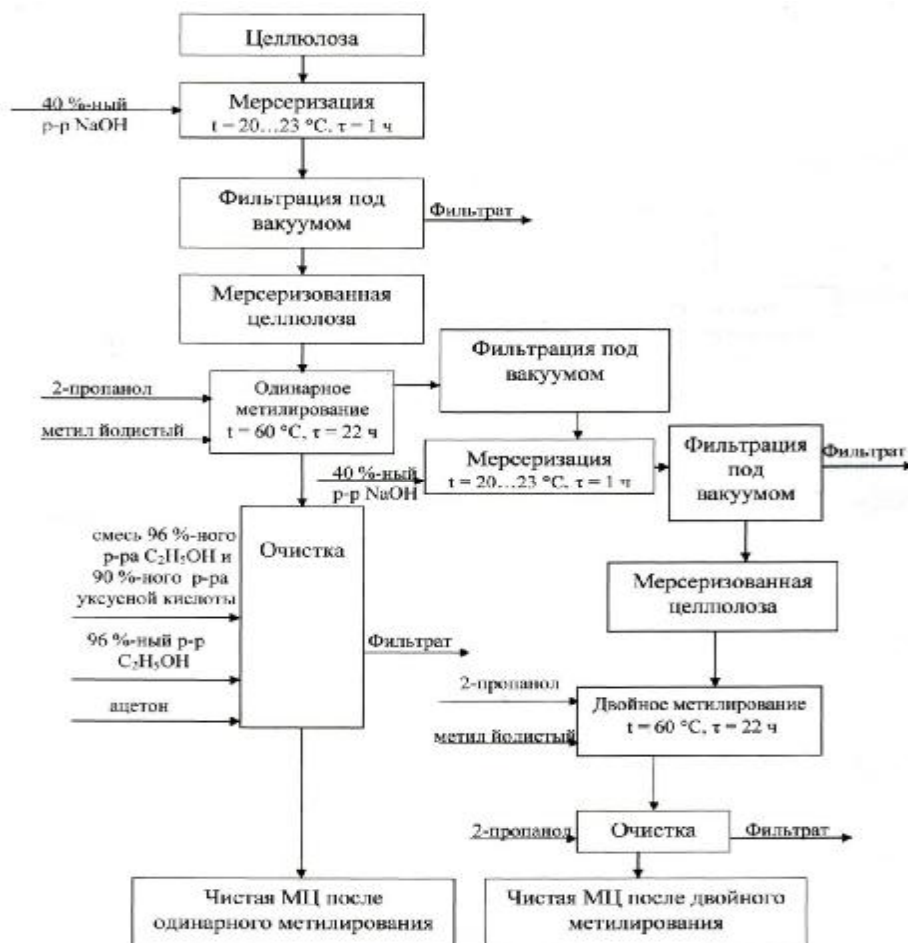


Рисунок 1 – Схема суспензионного получения метилцеллюлозы

Была получена МЦ после двойного метилирования из целлюлозы после РВД. Исходные данные, выход и растворимости полученного образца в 4 %-ном растворе гидроксида натрия, воде и диметилсульфоксиде (ДМСО), динамическая вязкость представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика полученной МЦ

Наименование образца	Выход, %	Влажность, %	Растворимость, (%)			Динамическая вязкость, сП
			4 %-ный раствор NaOH	вода	ДМСО	
МЦ из целлюлозы после РВД	55,7	6,7	81,2	95,5	87,8	9,4

Полученная метилцеллюлоза представляет собой порошок светло-желтого цвета.

Влажность образца определяли на анализаторе влажности МВ 23. Растворимость в воде, в щелочи и ДМСО (0,5 г в 50 мл) определяли по описанной ранее методике [7-9]. ИК-спектры целлюлозы и метилцеллюлозы снимали на ИК – Фурье спектрометре «Инфралюм ФТ – 801» в таблетках КВг. Динамическую вязкость 1 %-ного раствора МЦ при 20 °С определяли на вискозиметре ВПЖ-4 по инструкции, описанной в паспорте.

Предположительно низкий выход МЦ связан с разрывом макромолекул и уменьшением характеристической вязкости. Вводимые в процессе этерификации целлюлозы алкилы обуславливают удлинение средних расстояний между гидроксильными группами, что ведет к разрыву части водородных связей между макромолекулами. Деструкция также может происходить в процессе мерсеризации после одинарного метилирования.

Каждая синтезированная МЦ представляет собой смесь растворимой в воде МЦ, растворимой в щелочи МЦ и непрореагировавшего сырья [6]. Как видно из таблицы МЦ растворима в воде (95,5 %) на 14,3 % больше, чем в 4 % -ном растворе щелочи (81,2 %). Можно с уверенностью заметить, что продукт относится к водорастворимой метилцеллюлозе. Известно, что метилцеллюлоза может полностью раствориться в ДМСО при степени замещения от 0,6 до 2,0 [6]. Полученная МЦ растворилась в ДМСО на 87,8 %. Исходя из выше изложенного, нетрудно заметить, что степень замещения МЦ находится в пределах от 1,0 до 2,0.

Сопоставление динамической вязкости (9,4 сП) и растворимости полученного продукта в воде (95,5 %) из плодовых оболочек овса и промышленных образцов МЦ показывает, что характеристики первого близки к соответствующим характеристикам низковязкой метилцеллюлозы МЦ-8 [10].

Полученные ИК-спектры исходной целлюлозы и метилцеллюлозы представлены на рисунке 2, в таблице 2 указаны их полосы поглощения. Главное внимание на ИК-спектре привлекает область от 4000 до 650 см^{-1} . Во-первых, эта область является наиболее удобной для исследования, во-вторых, она охватывает поглощение, обусловленное основными колебаниями почти всех обычных группировок органических соединений [11].

Спектр целлюлозы характеризуется широкой интенсивной полосой в области частот валентных колебаний групп $-\text{OH}$ – 4000 – 3000 см^{-1} : 3435,8 см^{-1} . Этот тип связи имеет легкий концевой атом водорода, колебание такого рода связей в молекуле испытывают лишь незначительные воздействия со стороны остальной части молекулы.

Полоса поглощения более сильных водородных связей в значительной мере перекрывается полосами поглощения валентных колебаний (ВК) групп CH и CH_2 , расположенной в области 3000 – 2000 см^{-1} и соответствует 2916,7 см^{-1} . Также на ИК-спектре есть полосы поглощения: деформационных колебаний (ДК) групп H-O-H (1636,9 см^{-1}); ДК групп CH_2 (1384,7 см^{-1}); ВК групп C-O (1168,5 см^{-1} ; 1116,1 см^{-1} ; 1063,0 см^{-1}); групп ДК-групп CH_2 или ДК-связей C-H (940,0 см^{-1}).

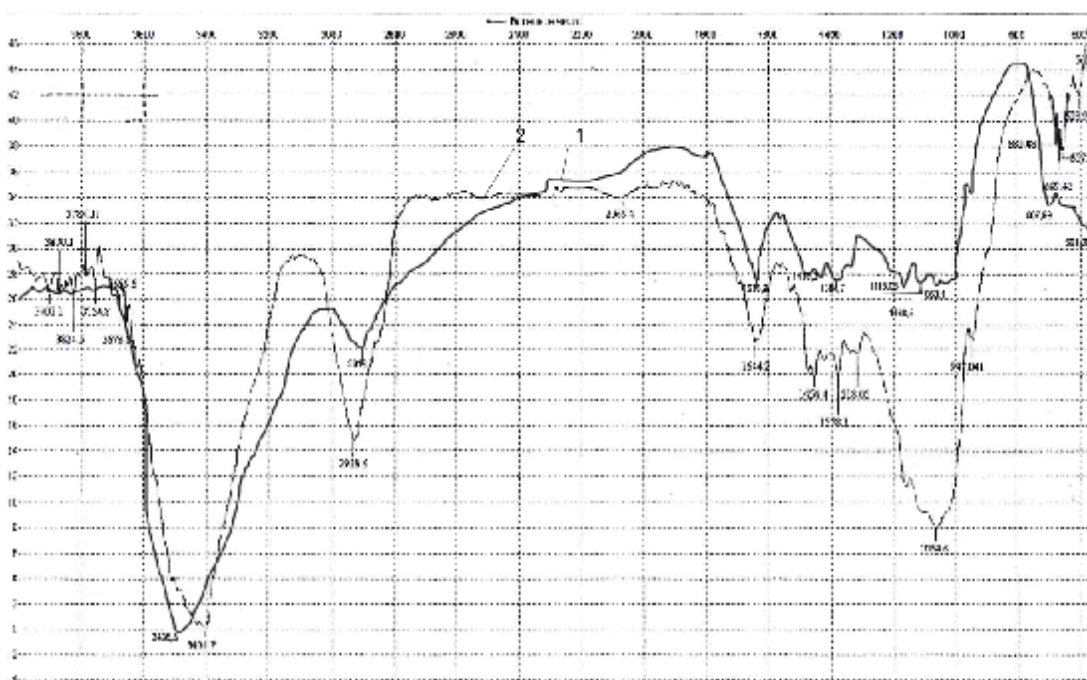


Рисунок 2 – ИК-спектры: целлюлоза (1) и метилцеллюлоза (2)

Таблица 2 – Отнесение полос поглощения целлюлозы и метилцеллюлозы

Область спектра, см ⁻¹	Максимум полосы поглощения, см ⁻¹	Отнесения полос поглощения
Целлюлоза		
4000-3000	3435,8	ВК ОН-групп, участвующих в межмолекулярных и внутримолекулярных Н-связях
3000-2000	2916,7	ВК связей в группах СН и СН ₂
2000-1500	1636,9	ДК связей в Н-О-Н
1500-1200	1384,7	ДК групп СН ₂
1200-1000	1168,5; 1116,1; 1063,0	ВК связей С-О
1000-800	940,0	ДК групп СН ₂ или ДК-связей С-Н
Метилцеллюлоза		
4000-3000	3404,7	ВК ОН-групп, участвующих в межмолекулярных и внутримолекулярных Н-связях
3000-2000	2929,6	ВК связей в группах СН и СН ₂ , а также ВК –О-СН ₃
	2066,4	ВК связей в группах СН и СН ₂
2000-1500	1644,2	ДК связей в Н-О-Н
1500-1200	1454,4; 1387,1	ДК групп СН ₂
	1318,0	ДК групп –О-СН ₃
1200-1000	1064,6	связь С-О-Р
1000-800	941,0	ДК групп СН ₂ или ДК-связей С-Н

Примечание: ВК – валентное колебание; ДК – деформационное колебание

Полосы поглощения при 1605-1600 см⁻¹, 1515-1500 см⁻¹, 1430-1425 см⁻¹, ответственные за колебания ароматических структур лигнина, в спектре присутствует 1436,2 см⁻¹.

МЦ можно идентифицировать методом ИК-спектроскопии [11, 12]. Спектр на рисунке 2 характеризуется широкими интенсивными полосами в области частот валентных колебаний групп -ОН – 4000 – 3000 см⁻¹: 3404,7 см⁻¹.

Некоторая, даже хотя бы приблизительная оценка интенсивности полос чрезвычайно важна для правильного их отнесения. Так, известно, что интенсивность –ОН группы сильно возрастает при образовании водородной связи [12].

Сильная полоса в области 2000-3000 см⁻¹ соответствует 2929,6 см⁻¹. Получившееся в результате нормальное колебание содержит теперь в себе оба типа колебаний: валентные колебания С-Н групп и -О-СН₃-группы [11].

В области «отпечатка пальцев» (ниже 1500 см⁻¹) полосы 1454,4 см⁻¹ и 1387,1 см⁻¹ связаны с ДК групп СН₂.

Помимо колебания метоксигруппы в области выше 1500 см⁻¹ (ее еще называют область «функциональных групп»), существует полоса поглощения в области «отпечатков пальцев» и соответствует 1318 см⁻¹ [12].

Наличие сильной полосы в области «отпечатка пальцев» без поглощения в области, характерной для групп -ОН или -СО, является признаком наличия связи простого эфира и соответствует полосе поглощения 1064,6 см⁻¹. Полярная природа С-О вызывает повышение уровня интенсивности [12].

Имеется полоса поглощения ДК групп СН₂ или ДК-связей С-Н 941,0 см⁻¹.

Полосы поглощения при $1605-1600\text{ см}^{-1}$, $1515-1500\text{ см}^{-1}$, $1430-1425\text{ см}^{-1}$, ответственные за колебания ароматических структур лигнина, в спектре продуктов метилирования отсутствуют.

Таким образом, наличие в ИК-спектре МЦ простой эфирной группы С-О-Р и метоксигруппы $-\text{O}-\text{CH}_3$ доказывает, что анализируемое вещество является метилцеллюлозой.

Вывод

Впервые получена и охарактеризована МЦ из плодовых оболочек овса после обработки в реакторе высокого давления.

Литература

1. V. Budaeva, V. Zolotuhin, R. Mitrofanov et al. Obtaining technical cellulose from straw and cereals seed shells // *Journal of Mountain Agriculture in the Balkans– Bulgaria*. – Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan. – 2009. – Vol. 12, № 5. – P. 1027-1039.

2. Вураско, А.В., Минакова, А.Р., Дрикер, Б.Н., Сиваков, В.П., Косачева, А.М. Технология получения целлюлозы из недревесного растительного сырья // *Химия растительного сырья*. – 2010. – № 2. – С. 165-168.

3. Торгашев, В.И., Герт, Е.В., Зубец, О.В., Капуцкий, Ф.Н. Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур // *Химия растительного сырья*. – 2010. – № 4. – С. 45-54.

4. Галимова, (Минакова) А.Р. Получение целлюлозы окислительно органосольвентным способом при переработке недревесного растительного сырья. Автореферат дисс. к. т. н. – Архангельск, 2008. – 19 с.

5. Золотухин, В.Н., Будаева, В.В., Митрофанов, Р.Ю. Получение целлюлозы из недревесного сырья на опытной установке / Синтез и разработка технологии компонентов высокоэнергетических составов и химических продуктов гражданского применения: тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 50-летию отдела 20 ФГУП «ФНПЦ «Алтай» (17-18 июня 2010 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 55-57.

6. Daiyong Ye. Preparation of Methylcellulose from Annual Plants. A Dissertation Presented to the Graduate School of Rovira i Virgili University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. – 2005. – 168 p.

7. Томильцева, Н.А., Севодина, А.А., Будаева, В.В. Жидкофазное получение метилцеллюлозы / Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (28-30 апреля 2010 г., г. Бийск). – В 2-х ч. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – Ч. 1. – С. 202-207.

8. Будаева, В.В., Золотухин, В.Н., Томильцева, Н.А., Севодина, А.А. Метилирование целлюлозы, полученной азотнокислым способом // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 3 – С. 231-236.

9. Томильцева, Н.А., Севодина, А.А., Будаева, В.В. Суспензионное получение простых эфиров целлюлозы // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 4-1. – С. 224-231.

10. Кузнецова, С.А., Васильева, Н.Ю., Данилов, В.Г., Барышников, С.В. и др. Получение водорастворимых компонентов термообратимых гелей из опилок осины // *Химия растительного сырья*. – 2005. – № 1. – С. 71-74.

11. Байклас, Н., Сегал, Л. Целлюлоза и ее производные. Перевод с англ. З.А. Роговина. – Т. 2. – М.: Мир, 1974. – 512 с.

12. Жбанков, Р.Г. Инфракрасные спектры и структура целлюлозы. – Минск: Наука и техника, 1972. – 254 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* Y-1693 ДЛЯ ОЦЕНКИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТИ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО НЕДРЕВЕСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Е.А. Скиба

Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: [eas08988@mail.ru](mailto: eas08988@mail.ru)

Работа выполнена в рамках проекта ИПХЭТ СО РАН «Биоэтанол».

Гидролизаты, получаемые в результате гидролиза растительного сырья, представляют собой полидисперсную многокомпонентную систему с непостоянным химическим составом, и, следовательно, с нестабильными биотехнологическими характеристиками. На стадии исследований проблема нестабильности затронута особенно остро. Во-первых, для гидролиза используются разные виды сырья: плодовые оболочки (шелуха) овса, мискантус российский разного возраста и целлюлоза из него. Во-вторых, сильно отличаются способы получения гидролизатов – это безреагентный, кислотный и щелочной предгидролиз, ферментативный и химический гидролиз.

Известно, что гидролизаты являются средами мало пригодными для жизнедеятельности дрожжей, поскольку в них недостаточное содержание азотных и фосфорных соединений, отсутствуют витамины и стимуляторы роста, но в значительных количествах содержатся различные вредные примеси, снижающие биологическую доброкачественность сред, нарушающие нормальные физиологические функции дрожжей. К таким примесям относятся фурфурол, оксиметилфурфурол, формальдегид, лигногуминовые вещества.

Определять химический состав гидролизатов для оценки их пригодности для биосинтеза этанола – дорогостоящая и сложная процедура, тем более, что в каждом опыте состав изменяется. Поэтому доброкачественность сред определяют биологическим методом, например, по выходу биомассы или продукта метаболизма, либо по физиологической активности дрожжей. Под биологической доброкачественностью понимают показатель, отражающий степень влияния вредных примесей среды на процесс биосинтеза этанола. Доброкачественной считают среду, на которой функция размножения дрожжевых клеток не подавляется, а субстрат расходуется на биосинтез целевого продукта [1].

В работе использован штамм *Saccharomyces cerevisiae* Y-1693, полученный из всероссийской коллекции промышленных штаммов микроорганизмов. Он был выделен из ферментера Котласского ЦБК Архангельской области и использовался для производства этанола на гидролизатах древесины. Особенностью штамма является его устойчивость к вредным примесям гидролизатов.

Для определения прироста биомассы и изучения физиологической активности штамма *Saccharomyces cerevisiae* Y-1693 было проведено культивирование этих дрожжей на двух модельных средах: на среде неохмелённого солодового сусла (8,5 % СВ), являющейся эталонной для всех штаммов *Saccharomyces cerevisiae*, и на синтетической среде, содержащей все необходимые питательные соли и витамины, но без добавления сахаров. Состав синтетической среды приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Состав синтетической среды без глюкозы

Компонент среды	Дозировка, г/ 1000 мл среды
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5,0
KH_2PO_4	0,8
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5
NH_4Cl	0,5
K_2HPO_4	0,15
Дрожжевой автолизат	2

Изучались морфофизиологические характеристики дрожжей в процессе культивирования. Общее количество клеток устанавливалось путём прямого подсчёта на камере Горяева, количество мёртвых клеток – окрашиванием метиленовым синим по Лёффлеру, количество упитанных – окрашиванием 0,5 %-ным раствором йода [2-4].

Культивирование проводилось в анаэробных условиях в течение 10 суток при температуре 28 °С. В стерильные питательные среды внесено 5 % засевных дрожжей со следующими характеристиками: общее количество – 143,5 млн. КОЕ / мл; в том числе 30,0 % почкующихся, 55 % упитанных, 1 % мёртвых.

Изменения функционального состояния дрожжей *S. cerevisiae* Y-1693 в процессе брожения отражены на рисунке 1. Общее количество дрожжей, накапливаемое в процессе брожения, сильно зависит от состава среды. На эталонной среде солодового суслу максимальная численность биомассы достигается через 4 суток брожения и составляет 380 млн. КОЕ / мл, автолиз начинается через 7 суток брожения и протекает довольно медленно. На синтетической среде максимальная численность биомассы устанавливается уже через сутки культивирования и составляет около 15 млн. КОЕ / мл. Низкая численность биомассы объясняется отсутствием питательных веществ (сахаров) в среде, но, несмотря на это, численность на уровне 13-15 млн. КОЕ / мл сохраняется 8 суток, после чего наблюдается автолиз.

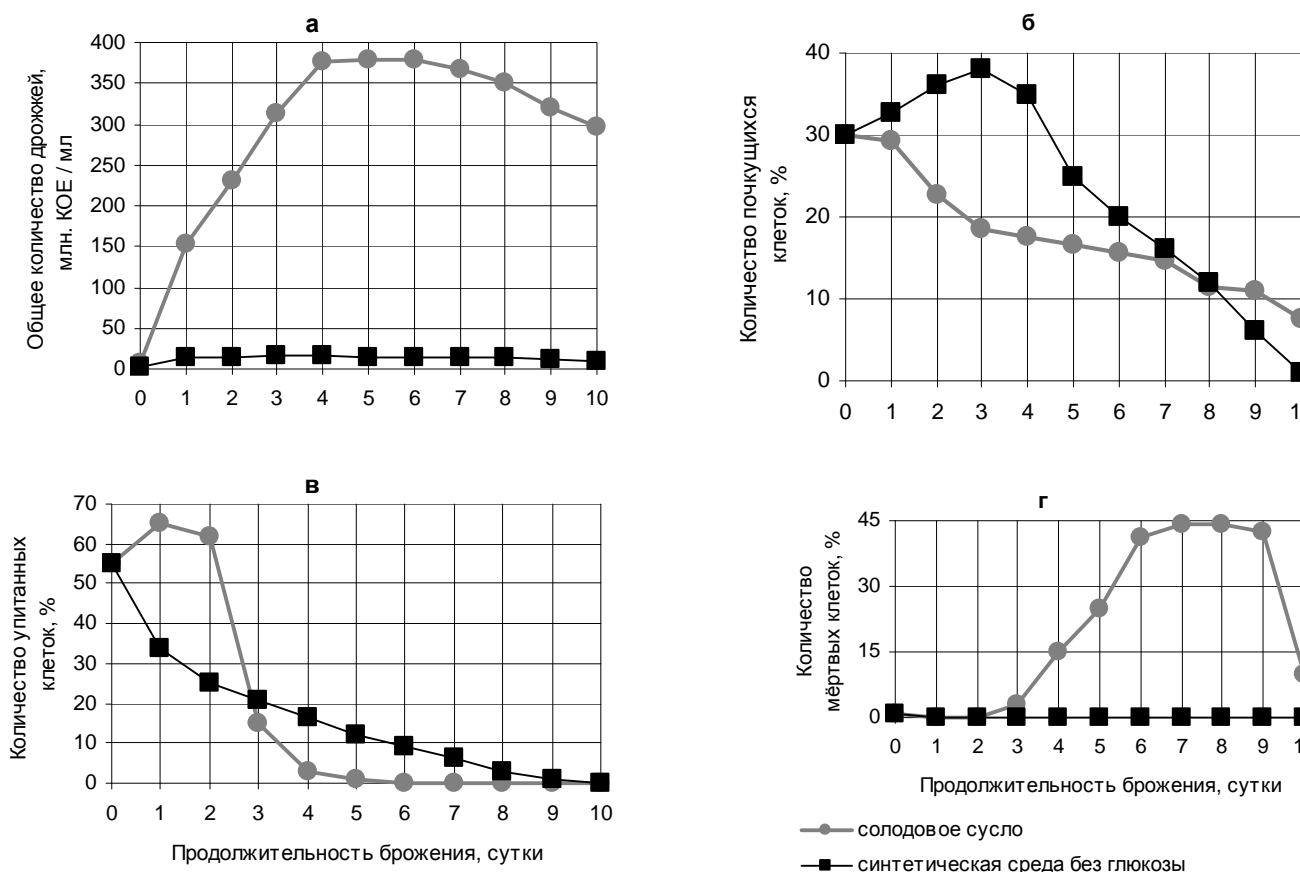


Рисунок 1 – Динамика функционального состояния дрожжей *S. cerevisiae* Y-1693 в процессе брожения на солодовом сусле и на синтетической среде без глюкозы (а – общее количество дрожжей; б – количество почкующихся; в – количество упитанных; г – количество мёртвых клеток)

Функциональное состояние *S. cerevisiae* Y-1693 на солодовом сусле полностью соответствует литературным данным: количество почкующихся клеток максимально в первые сутки культивирования и составляет 30 %, затем постепенно снижается; количество упитанных максимально первые двое суток брожения и составляет более

60 %, затем резко снижается через 5 суток рано нулю. В начале культивирования в культуре нет мёртвых клеток, они появляются через 3 суток брожения; через 6 суток их число максимально – 43-45 %, снижение количества мёртвых клеток через 10 суток брожения до 10 % объясняется автолизом культуры и использованием питательных веществ мёртвых клеток живыми.

На синтетической среде без глюкозы *S. cerevisiae* Y-1693 демонстрируют исключительную жизнестойкость. Количество почкующихся клеток на синтетической среде выше, чем на эталонной (через 3 суток брожения – 38 %), количество упитанных – убывает по кривой гиперболического характера, мёртвых клеток в среде нет. Видимо, медленно протекают автолитические процессы, при этом ресурсы умирающих клеток немедленно потребляются живыми. Можно сделать предположение, что продукты метаболизма дрожжей на полноценной питательной среде оказывают более сильное ингибирующее действие на клетки, чем отсутствие питательных веществ.

Это предположение согласуется с морфологическим состоянием клеток. На рисунке 2 приведена морфология клеток *S. cerevisiae* Y-1693 после 2 суток культивирования на эталонной питательной среде. Клетки – овальные или круглые, размером 8,5 x 7,5; 7,5 x 7,5 мкм, крупные – до 8,5 x 10 мкм; видны почкующиеся клетки; вакуоли в клетках мелкие, или отсутствуют, протоплазма равномерная.

Через 10 суток брожения морфология клеток изменяется (рисунок 3, а). При культивировании на солодовом сусле средний размер клеток уменьшается до 7,5 x 7,5; 5 x 7,5 мкм, в большинстве клеток видны крупные вакуоли, также в поле зрения видны «обломки» клеточных стенок автолизированных дрожжей.

При культивировании на синтетической среде без глюкозы *S. cerevisiae* Y-1693 через сутки брожения клетки стали овальными, через 3 суток вытянутых клеток было около 50 %. На рисунке 3 б представлена морфология клеток через 10 суток брожения. Клетки вытянутые, зернистые, с крупными вакуолями. Размеры клеток 10 x 5 мкм, иногда до 12,5 x 5 мкм. Также в поле зрения видны «обломки» клеточных стенок автолизированных клеток.

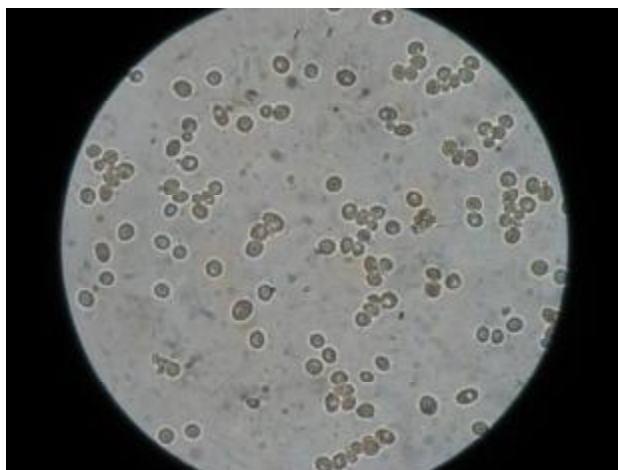
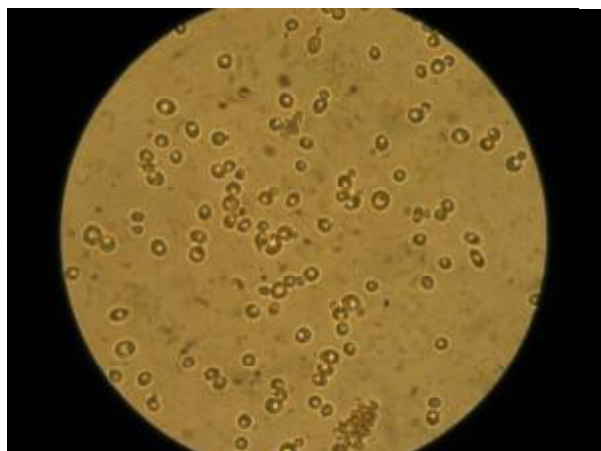
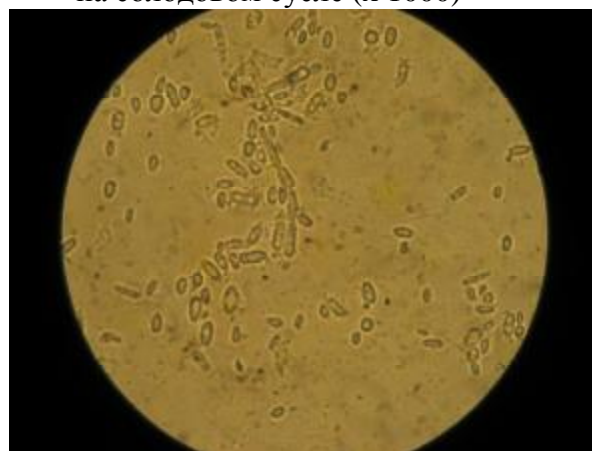


Рисунок 2 – Морфология клеток *S. cerevisiae* Y-1693 через 2 суток брожения на солодовом сусле (x 1000)



а



б

Рисунок 3 – Морфология клеток *S. cerevisiae* Y-1693 через 10 суток брожения (а – на солодовом сусле, б – на синтетической среде без глюкозы; x 1000)

Морфофизиологические характеристики штамма можно использовать для оценки доброкачественности гидролизных сред. При отсутствии в гидролизатах вредных веществ функциональное состояние дрожжей должно быть сопоставимо с их состоянием на синтетической среде без глюкозы. Если в среде достаточное количество сбраживаемых сахаров, то функциональное состояние дрожжей будет улучшаться и начнёт синтезироваться этанол; если в среде присутствуют вредные вещества, то функциональное состояние клеток будет ухудшаться и, соответственно, выход этанола снижаться.

Работа штамма для оценки доброкачественности сред применена на следующих гидролизных средах:

- ГШО, кислотный гидролиз – гидролизат шелухи овса, проведённый в следующих условиях: 0,2 %-ный раствор HCl, гидромодуль 1:15, 5-6 ч, температура 90-95 °С;
- ГШО, кислотный гидролиз, с добавлением 20 г/л глюкозы (химически чистая глюкоза внесена дополнительно);
- ГШО, РВД – гидролизат шелухи овса получен гидротермобарическим взрывом шелухи овса в реакторе высокого давления (РВД) при 24-25 атм, гидромодуле 1:10, без выдержки;
- ГШО, РВД, с добавлением 20 г/л глюкозы.

Так как концентрация редуцирующих веществ в гидролизатах была недостаточна, то в два образца дополнительно была внесена глюкоза – для оценки выхода этанола. В качестве контроля использована синтетическая среда без глюкозы. На рисунке 4 приведена общая численность *S. cerevisiae* Y-1693 в процессе культивирования на приведённых гидролизных средах.

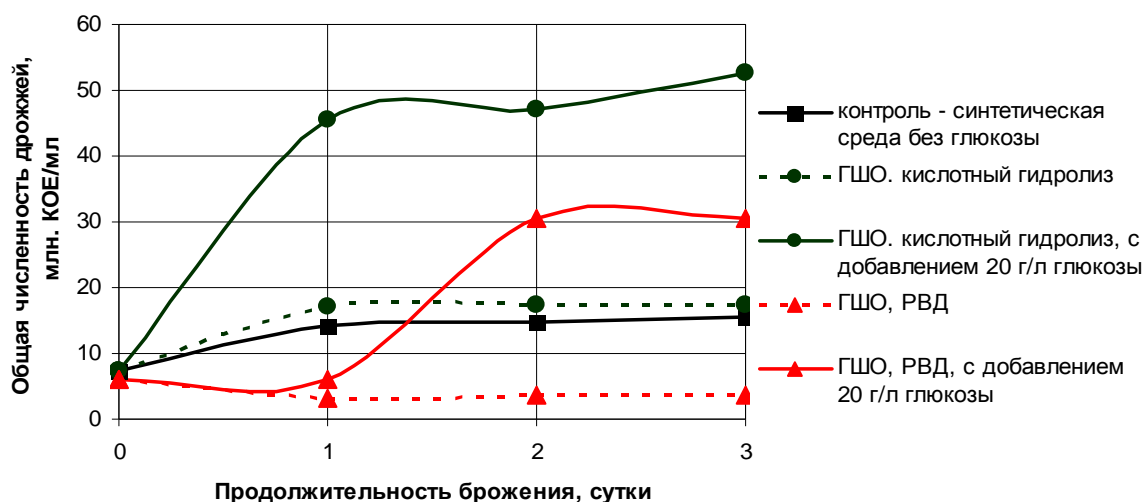
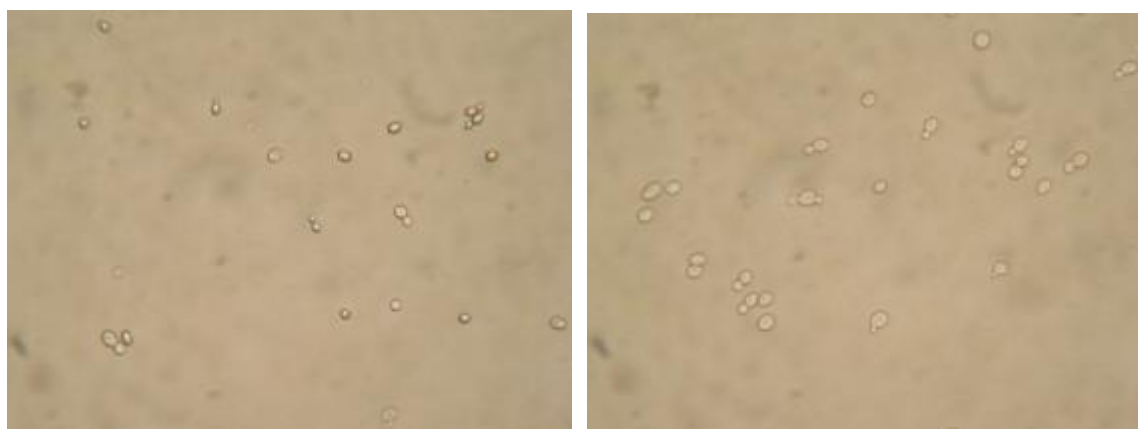


Рисунок 4 – Динамика прироста биомассы *S. cerevisiae* Y-1693 на гидролизных средах

Общая численность дрожжей на среде ГШО, полученной кислотным гидролизом совпадает с общим количеством дрожжей на синтетической среде без глюкозы, на среде ГШО РВД – меньше контроля, что свидетельствует о наличии вредных примесей. При внесении глюкозы прирост биомассы повышается, функциональное состояние дрожжей улучшается. На рисунке 5 показана микроскопическая картина *S. cerevisiae* Y-1693 через 2 суток брожения на среде ГШО, полученного кислотным гидролизом, с добавлением и без добавления глюкозы. После добавления глюкозы число почкующихся клеток значительно увеличивается, клетки становятся крупнее.



а

б

Рисунок 5 – Микропрепарат *S. cerevisiae* Y-1693 через 2 суток брожения (а – на среде ГШО, кислотный гидролиз; б – на среде ГШО, кислотный гидролиз; с добавлением 20 г/л глюкозы; х 400)

На рисунке 6 приведено изменение количества почкующихся клеток в процессе культивирования *S. cerevisiae* Y-1693 на различных гидролизных средах.

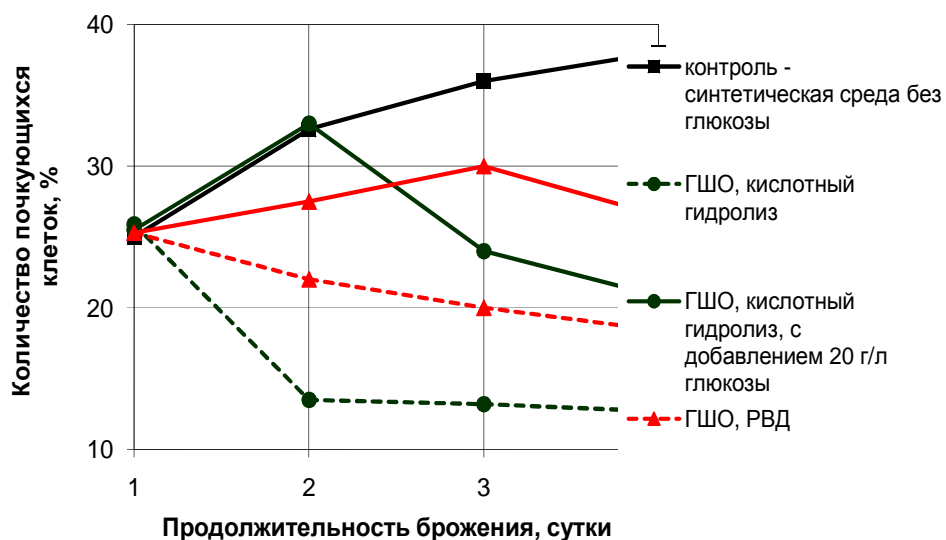


Рисунок 6 – Динамика изменения количества почкующихся клеток *S. cerevisiae* Y-1693 на гидролизных средах

Во всех случаях (даже при внесении дополнительно химически чистой глюкозы) количество почкующихся клеток в гидролизных средах меньше, чем в контрольной среде без глюкозы. Это свидетельствует о наличии ингибиторов роста дрожжей в гидролизных средах. Однако известно [5, 6], что биосинтез клеточной массы угнетается меньшими концентрациями ингибиторов, чем биосинтез этанола. Поэтому окончательно оценить доброкачественность сред можно, рассчитав экономический коэффициент (таблица 2). Во всех вариантах большая часть редуцирующих веществ в гидролизатах осталась несброженной. С одной стороны, это указывает на наличие ингибиторов, препятствующих утилизации субстрата, с другой стороны, принимая во внимание высокую конечную концентрацию редуцирующих веществ, её можно интерпретировать как концентрацию пентоз в гидролизате. Таким образом, *S. cerevisiae* Y-1693 можно применять для диагностики наличия пентоз или гексоз в редуцирующих веществах, входящих в состав гидролизных сред.

Таблица 2 – Расчёт экономического коэффициента конверсии глюкозы в этанол

Показатель	Гидролизат			
	ГШО, кислотный гидролиз	ГШО, кислотный гидролиз; с добавлением 20 г/л глюкозы	ГШО, РВД	ГШО, РВД; с добавлением 20 г/л глюкозы
Начальная концентрация редуцирующих веществ в гидролизате, г/л	22,90	22,90 + 20,0	17,20	17,20 + 20,0
Конечная концентрация редуцирующих веществ в гидролизате, г/л	21,90	13,10	16,40	16,10
ΔS , г/л	1,00	29,80	0,80	21,10
Объёмная доля этанола в бражке, %	0,00	1,10	0,00	0,70
Экономический коэффициент, $Y_{P/S}$	0,000	0,369	0,000	0,332

Теоретически, согласно стехиометрическому уравнению, из 100 кг глюкозы может образоваться 64 л этанола, то есть экономический коэффициент составляет:

$$Y_{P/S}(\text{теор}) = 64,79 \text{ мл} / 100,0 \text{ г} = 0,648$$

На практике, не более 95 % глюкозы конвертируется в этанол, 5 % расходуется на синтез биомассы и метаболизм поддержания. В случае сбраживания гидролизных сред, экономический коэффициент для всех вариантов низкий. Гидролизат шелухи овса, полученный методом гидротермобарического взрыва, не конвертируется в этанол. Это можно объяснить тем, что во время обработки в реакторе высокого давления часть лигнина переходит из сырья в раствор [7], и, предположительно, образуются лигногуминовые соединения. Даже при добавлении 20 г/л глюкозы, степень конверсии субстрата в этанол низкая, экономический коэффициент всего 0,332.

Гидролизат шелухи овса, полученный кислотным гидролизом, сбраживается лучше, экономический коэффициент повышается до 0,369. Видимо, более мягкие режимы получения гидролизата не приводят к образованию значительного количества лигногуминовых веществ. Однако и при добавлении 20 г/л глюкозы, выход этанола низкий, что свидетельствует о наличии вредных примесей, возможно, летучих органических кислот или фурфурола.

По результатам работы можно сделать выводы:

- 1) штамм *Saccharomyces cerevisiae* Y-1693 может быть использован для дифференциации пентозо- и гексозосодержащих сред;
- 2) штамм *Saccharomyces cerevisiae* Y-1693 может быть использован для выявления наличия вредных примесей в гидролизатах.

Литература

1. Шарков, В.И., Технология гидролизных производств / В.И. Шарков, С.А. Сапотницкий, О.А. Дмитриева, М.: Лесная промышленность, 1973. – 408 с.
2. Римарёва, Л.В. Микробиологический контроль спиртового и ферментного производств / Л.В. Римарёва, Н.Н. Воронцова. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 200 с.
3. Практикум по микробиологии: учебное пособие / под ред. Н.С. Егорова; – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 307 с.
4. Градова, Н.Б. Лабораторный практикум по общей микробиологии / Н.Б. Градова [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 131 с.

5. Маринченко, В.А. Технология спирта из мелассы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В.А. Маринченко, Б.Д. Метюшев, В.Н. Швец. – Киев: Издательское объединение «Вища школа», 1975. – 284 с.

6. Плевако, Е.А. Технология дрожжей / Е.А. Плевако. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 300 с., ил.

7. Цуканов, С.Н., Будаева, В.В. Предобработка мискантуса китайского в условиях гидротермобарического взрыва в нейтральной среде // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 209-214.

ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* Y-1693 ПРИ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СОЛЕЙ АЗОТА И ФОСФОРА

Е.А. Скиба¹, Н.Н. Дьякова²

¹*Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск, e-mail: [eas08988@mail.ru](mailto: eas08988@mail.ru)*

²*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

Представленная работа проводилась совместно с ИПХЭТ СО РАН в рамках проекта «Биоэтанол». Штамм *Saccharomyces cerevisiae* Y-1693 получен из всероссийской коллекции промышленных штаммов микроорганизмов. Он был выделен из ферментера Котласского ЦБК Архангельской области и использовался для производства этанола на гидролизатах древесины. В данном случае штамм предназначен для сбраживания гидролизатов мискантуса китайского и шелухи овса. Известно, что гидролизаты являются бедной питательной средой содержащей недостаточное количество азота и фосфора. Эти вещества должны вноситься в гидролизаты дополнительно в оптимальном количестве [1, 2].

Целью являлось изучить особенности метаболизма *Saccharomyces cerevisiae* Y-1693 при высоких концентрациях солей азота и фосфора, для последующей оптимизации их соотношения.

В работе использовались следующие методики анализов: общее количество клеток устанавливалось путём прямого подсчёта на камере Горяева, количество мёртвых клеток – окрашиванием метиленовым синим по Лёффлеру, количество упитанных – окрашиванием 0,5 %-ным раствором йода [3, 4]. Крепость бражек определялась ареометрически [5].

Одной из задач данной работы было определение максимально возможной крепости бражки, полученной из синтетической глюкозо-аммонийной среды. Солевой состав питательной среды приведён в таблице 1.

В опытах варьировались как концентрация глюкозы, так и питательных солей. После проведения двенадцати предварительных опытов эмпирическим путем был найден состав среды, позволяющий получить бражку крепостью 6,1 об. %.

На рисунке 1 представлена зависимость крепости бражки от дозирования монозамещенного фосфата калия. Концентрация сульфата аммония в этой серии опытов 20 г/л, концентрация глюкозы – 160 г/л. Максимальная крепость бражки достигается при дозировании монозамещенного фосфата калия 6,4 г/л; 9,6 г/л – является избыточной концентрацией, приводящей к снижению объемной доли этанола в бражке.

Таблица 1 – Базовый состав синтетической глюкозо-аммонийной среды

Компонент среды	Дозировка, 1000 г/ мл среды
Глюкоза	20,0
(NH ₄) ₂ SO ₄	5,0
KH ₂ PO ₄	0,8
MgSO ₄ *7H ₂ O	0,5
NH ₄ Cl	0,5
K ₂ HPO ₄	0,15
Дрожжевой автолизат	10

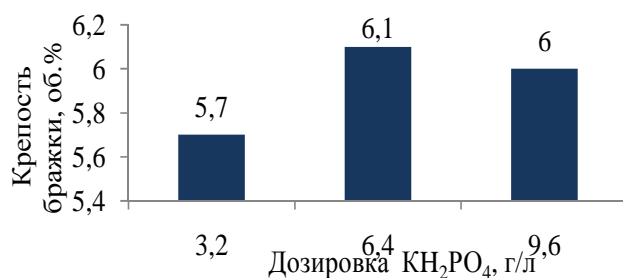


Рисунок 1 – Зависимость крепости бражки от дозирования KH₂PO₄

Известно, что не только фосфор, но и азот является макроэлементом в питании микроорганизмов. Поэтому были проведены эксперименты с избытком азота и фосфора, или обоих элементов сразу, при концентрации глюкозы 160 г/л (таблица 2). Дрожжи демонстрируют стабильность продуктов метаболизма в широком диапазоне варьирования концентрации солей. В первых трех опытах крепость бражки составляет 6,1 и 6,0 об. %. Только при высоких концентрациях азота и фосфора объемная доля этанола в бражке снижается до 4,9 об. %. При этом выход спирта низкий от 58 % до 47 %, то есть глюкоза расходуется нецелесообразно.

Таблица 2 – Крепость бражки и выход этанола в зависимости от дозировки солей при концентрации глюкозы 160 г/л

№ опыта	Дозировка (NH ₄) ₂ SO ₄ , г/л	Дозировка KH ₂ PO ₄ , г/л	Крепость бражки, об. %	Выход этанола от теоретич., %
1	20	6,4	6,1±0,1	58,82
2	40	6,4	6,1±0,1	58,82
3	20	9,6	6,0±0,1	57,86
4	40	9,6	4,9±0,1	47,25

Низкий выход спирта может быть связан с избыточной концентрацией глюкозы и повышенным для данного штамма осмотическим давлением; репрессией процесса биосинтеза этанола его концентрацией 6,1 об. % (связанной с физиологическими особенностями штамма); либо с несбалансированностью солевого состава. Для получения 6,1 об. % этанола теоретически достаточно 94,2 г/л глюкозы. В следующей серии опытов была выбрана концентрация глюкозы 100 г/л. Концентрация солей азота и фосфора варьировалась аналогично (таблица 3).

Таблица 3 – Крепость бражки и выход этанола в зависимости от дозировки солей при концентрации глюкозы 100 г/л

№ опыта	Дозировка (NH ₄) ₂ SO ₄ , г/л	Дозировка KH ₂ PO ₄ , г/л	Крепость бражки, об. %	Выход этанола от теоретич., %
5	20	6,4	5,5±0,1	84,88
6	40	6,4	5,5±0,1	84,88
7	20	9,6	5,4±0,1	83,33
8	40	9,6	5,3±0,1	81,79

Обнаружена та же закономерность: при концентрации сульфата аммония 20 г/л и монозамещённого фосфата калия 6,4 г/л, а также при низкой концентрации одной из этих солей, крепость бражки находится примерно на одном уровне, при увеличении концентраций солей азота и фосфора, несколько уменьшается. Выход этанола в расчёте от теоретического повышается и составляет более 80 % во всех случаях.

В клетке субстрат может расходоваться в трех направлениях: для синтеза биомассы, для синтеза целевого продукта и на метаболизм поддержания [6, 7]. При концентрации глюкозы 160 г/л и при её концентрации 100 г/л часть сахара расходуется нецелевым образом.

На рисунке 2 представлена зависимость общего количества дрожжей от продолжительности брожения, отражающая расход субстрата на синтез биомассы.

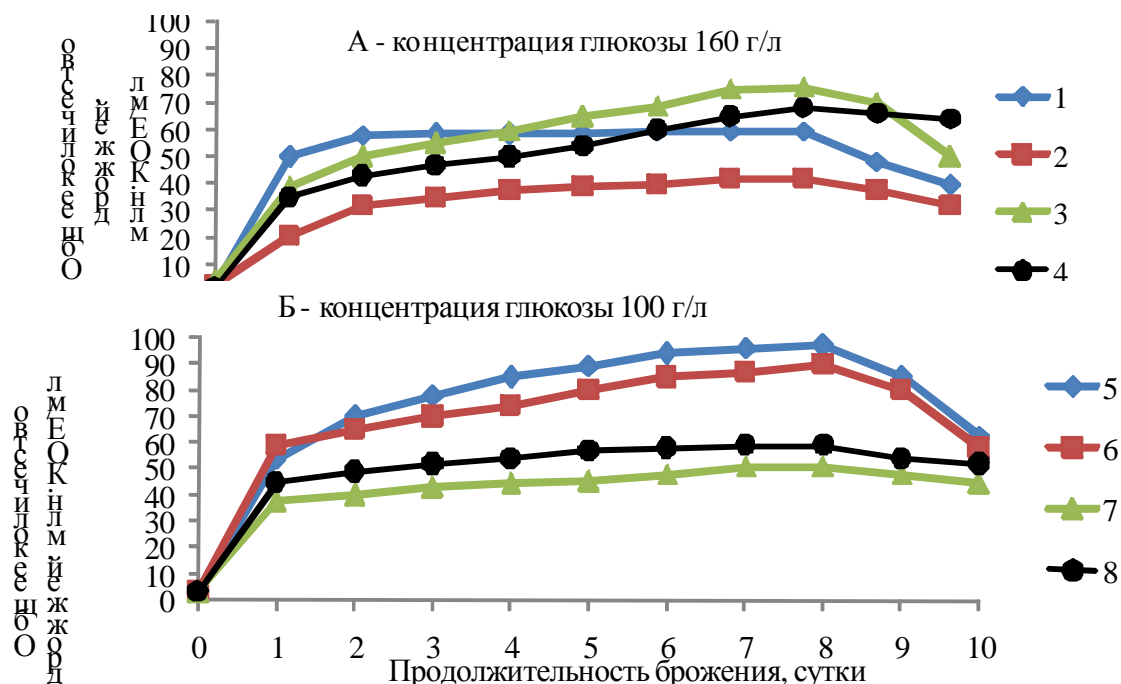


Рисунок 2 – Изменение общей численности дрожжей в процессе брожения

Во всех вариантах общая численность биомассы находится на уровне около 50-60 млн КОЕ/мл. Во всех случаях дрожжи демонстрируют устойчивость к солевому составу среды. Автолиз начинается только на 7-8 сутки брожения. Выход биомассы не увеличивается с повышением концентрации глюкозы в среде, что объясняется анаэробными условиями культивирования. Таким образом, можно говорить о постоянстве расхода субстрата на метаболизм образования биомассы.

На рисунке 3 представлена зависимость количества почкующихся и упитанных клеток от состава питательной среды.

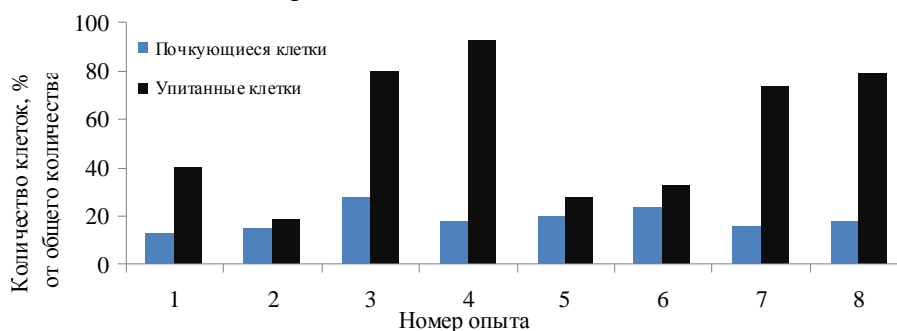


Рисунок 3 – Функциональное состояние клеток дрожжей через трое суток брожения

Из диаграммы видно, что количество почкующихся клеток находится на уровне 15-20 % для всех случаев, а количество упитанных – значительно увеличивается при высоких концентрациях солей фосфора (опыты №№ 3, 4, 7, 8) и достигает 92 % для опыта № 4, то есть в условиях избытка фосфора глюкоза расходуется на образование гликогена. Во всех случаях значительная часть субстрата тратится на метаболизм поддержания, тем больше, чем выше его исходная концентрация.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

- 1) установлено, что штамм *Saccharomyces cerevisiae* Y-1693 способен накапливать до 6,1 об. % этанола;
- 2) показано, что при избыточной концентрации фосфора глюкоза расходуется на образование гликогена;
- 3) выявлено, что расход глюкозы на метаболизм поддержания тем больше, чем выше избыток концентрации солей азота и фосфора и чем выше концентрация глюкозы в среде;
- 4) обнаружено, что в условиях проведения эксперимента при концентрации глюкозы 160 г/л в этанол конвертируется от 58 % до 47 % глюкозы; при концентрации 100 г/л от 82 до 85 %.

Литература

1. Шарков, В.И., Технология гидролизных производств / В.И. Шарков, С.А. Сапотницкий, О.А. Дмитриева, М.: Лесная промышленность, 1973. – 408 с.
2. Бродильные производства / под. ред. Л.А. Андеркофлера. – т. 1. М.: Пищепромиздат, 1959. – 453 с.
3. Римарёва, Л.В. Микробиологический контроль спиртового и ферментного производств / Л.В. Римарёва, Н.Н. Воронцова. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 200 с.
4. Градова, Н.Б. Лабораторный практикум по общей микробиологии / Н.Б. Градова [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 131 с.
5. ГОСТ Р 51135-98-2003. Изделия ликероводочные. Правила приемки и методы анализа. Технические требования. – Введ. 1998-03-02.-М.: ИУС, 2003. – 116 с.
6. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.
7. Бейли, Дж. Основы биотехнологической инженерии: в 2-х ч. / Дж. Бейли, Д. Оллис. – М.: Мир, 1989. – 562 с.

ВЛИЯНИЕ ФЛАВОНОИДОВ НА АКТИВНОСТЬ ГВАЯКОЛЬ-ПЕРОКСИДАЗЫ ПРИ ЗАЩИТЕ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ ОТ ГРИБНЫХ ПАТОГЕНОВ И РОСТЕ В НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ

Д.И. Якимов¹, К.Т. Танова²

¹Высшая школа «Земледельческий колледж», г. Пловдив, Болгария,

e-mail: dimit.yakimov@gmail.com

²Институт земледелия, г. Шумен, Болгария

Использование биологически активных веществ и препаратов на их основе в современном сельскохозяйственном производстве является альтернативой высоких доз минеральных удобрений и пестицидов [1]. В этом отношении успешно могут применяться извлечения (экстракты) легковозобновляемых диких растений с высоким содержанием флавоноидов, так как флавоноиды усиливают рост, развитие, устойчивость к патогенам [2] и абиотическому стрессу [3] сельскохозяйственных культур.

Флавоноиды проявляют многофункциональное биологическое действие в растениях [3]. Флавонолы и катехины обладают наиболее яркой биологической активностью

в сравнении с полным классом флавоноидов, в частности, они являются сильными ингибиторами патогенной микрофлоры [4].

При поражении растений болезнями усиливается активность оксидазных энзимов как средство защиты растений [5]. Так, например, при ложной мучнистой росе [6] и бурой гнили корнеплода сахарной свеклы [7] больше всего из исследованных энзимов повышается активность гваякол-пероксидазы. Пероксидаза является одной из важнейших каталитических систем биохимических факторов защиты растений от патогенных организмов, активно участвующей в саморегуляции метаболизма при заражении; аналогичную роль выполняет и гваякол-пероксидаза [8].

Причиной гнили корней свеклы является целый комплекс почвенных микроорганизмов. Гниль корнеплодов сахарной и кормовой свеклы, независимо от ее этиологии, имеет большое экономическое значение, так как отсутствие гнили обеспечивает необходимое качество продукции. Существенный вред приносит гриб *Rhizoctonia solani* Kühn, который является причиной таких явлений, как корнеед, гниль корней и бурая гниль корнеплода во время вегетации свеклы. Исследования показывают, что применение в таких случаях пестицидов демонстрирует очень слабую эффективность [7].

Целью настоящего исследования является установление защитной роли флавоноидов при болезнях кормовой свеклы через активность гваякол-пероксидазы.

Экспериментальная часть

Экспериментальную работу проводили на корнеплодах кормовой свеклы (*Beta vulgaris* L. var. *crassa*) сорта «Плиска». В качестве флавоноидсодержащего сырья использовали репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.) [9], собранный в фазе «начала цветения» в районе г. Шумена (Болгария) и высушенный до воздушно-сухого состояния. Биологически активные вещества извлекали из репешка обыкновенного по модифицированной авторами методике Кефели и Турецкой для извлечения фенольных соединений с целью получения экстракта с преобладающим содержанием флавоноидов [10]. Экстракт называли фракционным флавоноидным извлечением (ФФИ).

Анализ флавоноидов в экстракте проводили по методике количественного определения суммы флавоноидов в пересчете на рутин (*purum for HPLC* – Fluka, Германия), основанной на спектрофотометрировании комплексов флавоноидов с хлоридом алюминия $AlCl_3$ (х.ч.а. – Алианс, Болгария) [11]. Спектры снимали на регистрирующем спектрофотометре UV-VIS в диапазоне длин волн от 300 до 700 нм.

Активность гваякол-пероксидазы определяли в корнеплодах кормовой свеклы, зараженной возбудителем болезни *Rhizoctonia solani* Kühn. или *Cercospora beticola* Sacc.

Инокулирование с *Rh. solani* выполняли в фенофазе «закрывание листьев». Инокулум вносили вручную с расходом 150-200 г/м³ и ставили в ряды (4-5 см) около корнеплода, на старые листья. Развитие болезни определяли по 5-бальной шкале (0 – 4) [7]. Из почвы были вытащены интактные кормовые свеклы с гниением корнеплодов в I балл. Равные количества корнеплодов поместили на 1/3 размера в ФФИ из репешка обыкновенного и дистиллированную воду. Через 48 ч их вытащили из жидкостей. Для контроля использовали здоровые корнеплоды, помещенные в дистиллированную воду на 2 ч.

Инокулирование с *C. beticola* Sacc. было сделано 3-4 июня. Распрыскивание инокулума делали вручную в количестве 10 кг/га. Начало болезни отмечали по методике В. Върбанова [12] по шкале с баллами от 0 до 5.

Активность гваякол-пероксидазы определяли в четырехдневных проростках кормовой свеклы, заложенных на согнутой фильтровальной бумаге в форме гармоник.

Выбор четвертого дня обоснован результатами исследований влияния флавоноидов на оксидазные энзимы при проращивании сахарной свеклы [13]. Опыт повторили трижды.

Активность пероксидазы определяли по методике Александрова и др. [14]. Свежее сырье массой 1,5 г растерли в фарфоровой ступке с 50 мл экстрагента 5 %-ного раствора хлорида кальция CaCl_2 («*purum*» – Fluka, Германия), настаивали в течение 30 мин. и центрифугировали. Раствор гваякола (монометилового эфира пирокатехина) в воде (0,15 мл, 1 мг/мл) и аликвотную часть супернатанты добавили к 2 мл 0,1 М Na-ацетатного буфера (рН 5). Реакцию инициировали добавлением 0,1 мл 0,5 %-ного раствора H_2O_2 . Коэффициент экстинкции при $\lambda = 463 \text{ нм} - \varepsilon_{463} = 25500 \text{ М/см}$. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре Specol 10.

Статистическая обработка результатов проведена через критерий Стюдента для определения достоверности разницы $t : p \leq 5 \% (*)$; $p \leq 1 \% (**)$; $p \leq 0,1 \% (***)$. Результаты представлены средними значениями из трёх повторений \pm стандартное отклонение.

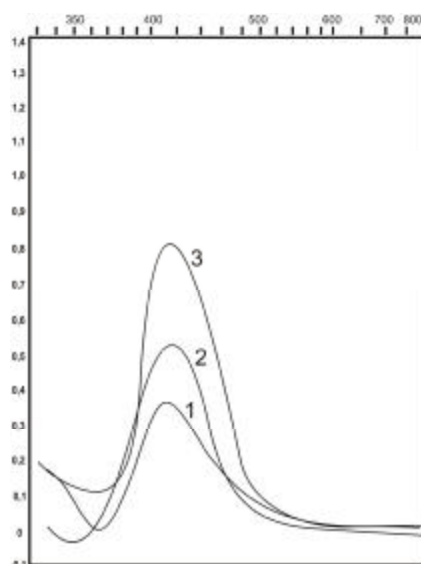
Обсуждение результатов

Определение содержания суммы флавоноидов в экстракте (фракционном флавоноидном извлечении) показало, что ФФИ из репешка обыкновенного (20 мг/мл) содержит 0,0165 мг/мл флавоноидов (рисунок 1).

В таблице 1 приведены результаты определения активности гваякол-пероксидазы из листьев кормовой свеклы, зараженных грибом *Cercospora beticola* Sacc. в сравнении со здоровыми листьями.

Таблица 1 – Активность гваякол-пероксидазы из листьев кормовой свеклы, заражённых грибом *Cercospora beticola* Sacc

Варианты	Активность энзима, мкмоль/мин/г	%
Контроль – здоровые листья	$0,0560 \pm 0,0134$	100
Зараженные церкоспорозой листья (IV балла)	$0,1070 \pm 0,0094$ **	191
Примечание – мкмоль/мин/г – микромоли превращенного гваякола в мин., для 1 г сырой массы		



- 1 – ФФИ из репешка обыкновенного;
- 2 – ФФИ из лабазника обыкновенного;
- 3 – рутин (0,0380 мг/мл); $n = 3$

Рисунок 1 – УФ–спектр комплексов фракционного флавоноидного извлечения и рутина с хлоридом алюминия AlCl_3 :

Исследования показали увеличение показателя на 91 % по отношению к контролю активности гваякол-пероксидазы, извлеченной из листьев кормовой свеклы, зараженных грибом *C. Beticola*. Следовательно, гваякол-пероксидаза принимает активное участие в защитных реакциях кормовой свеклы при заражении патогенами, а именно *C. beticola*.

В таблице 2 представлены результаты исследования влияния ФФИ из репешка обыкновенного на активность гваякол-пероксидазы из корнеплодов кормовой свеклы, зараженных *Rhizoctonia solani* Kühn.

Таблица 2 – Влияние фракционного флавоноидного извлечения (ФФИ) из репешка обыкновенного на активность гваякол-пероксидазы из корнеплодов кормовой свеклы, зараженных *Rhizoctonia solani* Kühn

Варианты:	Активность энзима, мкмоль/мин/г	%
Контроль I – Здоровые корнеплоды	1,8030 ± 0,0035 ^{**}	57
Контроль II – Зараженные корнеплоды, не обработанные с ФФИ	3,1300 ± 0,0028	100
Зараженные корнеплоды, обработанные с ФФИ из репешка обыкновенного (20 мг/мл)	4,1850 ± 0,0034 [*]	134
Примечание – мкмоль/мин/г – микромоли превращенного гваякола в мин., для 1 г сырой массы		

Как следует из представленных результатов, активность гваякол-пероксидазы из корнеплодов кормовой свеклы, искусственно зараженных *Rh. solani* Kühn, возрастает. Этот факт подтверждает результаты предыдущих аналогичных исследований, выполненных на сахарной свекле [7].

При обработке зараженных корнеплодов флавоноидным извлечением репешка обыкновенного активность гваякол-пероксидазы дополнительно увеличивается на 34 %. Наши предварительные исследования показали, что ФФИ из репешка обыкновенного подавляет развитие культуры *Rh. solani* [4]. Обнаруженное явление дополнительно свидетельствует об участии флавоноидов через гваякол-пероксидазу в защитных механизмах растений при болезнях.

В таблице 3 представлены результаты влияния ФФИ из репешка обыкновенного на активность гваякол-пероксидазы у проростков кормовой свеклы на четвертый день проращивания семян.

Таблица 3 – Влияние фракционного флавоноидного извлечения (ФФИ) из репешка обыкновенного на активность гваякол-пероксидазы у проростков кормовой свеклы на четвертый день проращивания семян

Варианты:	Активность энзима, мкмоль/мин/г	%
Контроль – дистил. Н ₂ О	0,1570 ± 0,0184	100
ФФИ из репешка обыкновенного (20 мг/мл)	0,2600 ± 0,0370 [*]	166
Стандарт – 57,3 мкмоль/л рутин	0,2700 ± 0,0516 [*]	171
Примечание – мкмоль/мин/г – микромоли превращенного гваякола в мин., для 1 г сырой массы		

Как следует из полученных результатов, ФФИ из репешка обыкновенного и использованный стандарт флавоноидов – раствор рутина с концентрацией 57,3 мкмоль/л увеличивают активность гваякол-пероксидазы соответственно на 66 % и 71 % четырехдневных проростков кормовой свеклы по отношению к контролю.

Наши исследования показали, что фракционное флавоноидное извлечение из репешка обыкновенного увеличивает темп роста проростков кормовой свеклы [15]. По всей вероятности, увеличение роста проростков кормовой свеклы связано с участием гваякол-пероксидазы в образовании клеточной стенки [16], при усвоении хранительных запасов [17] или в защитных реакциях при болезнях [8].

Выводы

Активность гваякол-пероксидазы из листьев кормовой свеклы, зараженных *S. beticola* Sacc., характеризуется более высоким значением, чем активность энзима из здоровых листьев. Аналогичное соотношение устанавливается и для корнеплода кормовой свеклы (*B. vulgaris* L. var. *crassa*), искусственно зараженной *Rh. solani* Kühn. Следовательно, энзим участвует в защитных реакциях кормовой свеклы при болезнях.

Фракционное флавоноидное извлечение из репешка обыкновенного дополнительно увеличивает активность энзима при искусственном заражении *Rh. solani* Kühn, что является доказательством участия флавоноидов в защитных реакциях растений при болезнях.

Обработка семян как фракционным флавоноидным извлечением из репешка обыкновенного, так и раствором рутина с концентрацией 57,3 мкмоль/л увеличивает активность гваякол-пероксидазы в четырехдневных проростках кормовой свеклы, что создает предпосылку для стимулирования ростовых процессов.

Литературы

1. Танова, К.Т., Кирилов, К.Г. Влияние на препаратите Биолайф и Биохумакс върху семенната микрофлора на цвекло и култури от цвекловия сеитбооборот // Семейно производство, селекция и семеконтрол за качествен посевен материал. София, 2004. С. 122-127.
2. Будаева, В.В., Якимов, Д.Й. Биологически активные комплексы из отходов растениеводства и диких растений // Ползуновский вестник. 2007. № 3. С. 15-24.
3. Якимов, Д.Й., Живкова, Т.Д. Върху някои аспекти за влиянието на флавоноиди, извлечени от пелин, на началния темп на растеж на пшеница // Сб. от Конференция на докторанти / Даскалова Д. Шумен: Издат. на ШУ, 2006. С. 189–196.
4. Yakimov, D.Y., Tanova, K.T., Petrova, R., Budaeva, V.V. Influence of extracts from dropwort (*Filipendula vulgaris* Moench) and harvest-lice (*Agrimonia eupatoria* L.) on the seed microflora of fodder beet // J. Mountain Agric. on the Balkans. 2008. V. 11. Pp. 1066-1074.
5. Odjakova, M., Hadjiivanova Chr. The complexity of pathogen defense in plants // Bulg. J. Plant Phys. 2001. V. 27. Pp. 101-109.
6. Върбанов, В.М. Развитие и вредност на гъбата *Peronospora farinose* Frank, причинител на болестта пероноспора (мана) при захарно цвекло // Сб. Природни науки / под ред. на Атанасова Ив. Шумен: Издат. на ШУ, 2004. С. 433-436.
7. Танова, К.Т. Проучвания върху *Rhizoctonia solani* Kühn, причинител на гниене на кореноплода на захарното цвекло през вегетацията: Автореф. на дис. за присъждане на «доктор»: Земеделски институт – Шумен, към НЦАН. 2003. 40 с.
8. Андреева, В.А., Рожкова, А.М., Тишков, В.И. Фермент пероксидаза. М.: Наука, 1988. 128 с.
9. [Correia H.](#), [González-Paramás A.](#), [Amaral M.T.](#), [Santos-Buelg, C.](#), [Batist, M.T.](#) Polyphenolic profile characterization of *Agrimonia eupatoria* L. by HPLC with different detection devices. // Biomed. Chromat. 2006. V. 20. Pp. 88-94.

10. Якимов, Д.Й. Влияние на соединения от флавоноидния ред върху някои физиологични прояви и защитни механизми при културни растения: Автореф. на дис. за присъждане на «доктор»: ШУ «Еп. К. Преславски». 2009. 44 с.
11. Лобанова, А.А., Будаева, В.В., Сакович, Г.В. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья // Химия растительного сырья. 2004. № 1. С. 47–52.
12. Върбанов, В.М., Танова, К.Т., Върбанова, С. Динамика на развитие на причинителя на болестта церкоспороза при захарно цвекло (*Cercospora beticola* Sacc.) през периода 1996-2000 година Сб. Природни науки – Юбил. конф. / под ред. на Атанасова Ив. Шумен: Издат. на ШУ. 2003. С. 209-215.
13. Якимов, Д.Й., Живкова, Т.Д., Тачева, Й.И. // Природни науки-2005. Материалы межд. конф. Шумен: Варна, 2006. С. 31-38.
14. Александрова, Е.Ю., Орлова, М.А., Нейман, П.Л. Изучение пероксидазной активности в экстрактах из корневища и корней хрена и её стабильности к различным воздействиям // Вестн. Моск. универс. Сер. 2 – Химия. 2006. Т. 47. С. 350-352.
15. Якимов, Д.Й., Тачева, Й.И., Будаева, В.В. Содержание флавоноидов в надземной части *Agrimonia eupatoria* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Anthemis arvensis* L. и двух видов *Artemisia* на территории Болгарии и их действие как регуляторов роста растений // Ползуновский вестник. 2010. № 4-1. С. 217-221.
16. Wi, S., Sighn, A., Lee, K., Kim Y. The Pattern of Distribution of Pectin, Peroxidase and Lignin in the Middle Lamella of Secondary Xylem Fibres in Alfalfa (*Medicago sativa*) // Annals of Botany. 2005. № 95. Pp. 863–868.
17. Верхотуров, В.В. Физиолого-биохимические процессы в зерновках ячменя и пшеницы при их хранении, проращении и переработке. Автореф. дисс. на соискание д.б.н.: Росс. Госуд. аграрный унив. – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2008. 38 с.

БИОТЕХНОЛОГИЯ УСКОРЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Е.П. Емельянова

Алтайский государственный университет, г. Барнаул,

e-mail: ecology@bio.asu.ru

Масштабы и темпы развития биотехнологии постоянно возрастают во всем мире. Современная биотехнология – это наука и отрасль производства, одним из главных направлений которой является культура клеток и тканей *in vitro*. Широкое использование в науке, производстве, садоводстве и сельском хозяйстве нашли такие методы биотехнологии, как создание коллекций растений *in vitro*, оздоровление посадочного материала от инфекций а так же различные подходы ускоренного микроразмножения.

В настоящее время в регионе возрастает интерес к промышленному садоводству, способному поставлять на рынок конкурентоспособную продукцию. Однако ощущается потребность в совершенствовании и расширении сортимента ягодных культур, а производство собственных плодов и ягод в Сибири на одного человека составляет лишь небольшую долю от медицинской нормы (15 – 20%). До сих пор некоторые ягодные культуры относятся к числу малоизвестных и малораспространенных как для садоводов-любителей, так и для промышленного садоводства. Главной причиной этому является невозможность их размножения традиционными методами вегетативного размножения.

Биотехнологии ускоренного размножения является альтернативным методом, активно используемым для размножения таких растений, для которых традиционные методы вегетативного размножения затруднены вследствие низкого коэффициента размножения или недостаточной продуктивности традиционного метода размножения зеленым черенкованием. Ускоренное размножение позволяет включить в систему воспроизводства формы и сорта трудновоспроизводимых и трудноукореняемых в обычных условиях ягодных культур [1].

Технология ускоренного размножения обладает неоспоримыми преимуществами по сравнению с традиционным вегетативным размножением, что обосновывает актуальность этого метода.

Ускоренное размножение для многих ягодных культур является единственным экономически выгодным способом получения растительного материала в необходимом количестве. Реальный коэффициент размножения при ускоренном размножении гораздо выше, чем при любом из традиционных приемов размножения. Можно получить до 100 000 – 1000 000 клонов в год, тогда как при обычном размножении 5 – 100 растений за тот же срок. Данный метод может применяться при остром дефиците исходного посадочного материала, так как размеры экспланта, необходимого для культивирования, очень малы.

Ускоренное размножение позволяет в поддерживать коллекцию *in vitro* растений, сократив тем самым площади под коллекциями маточников и, обеспечивает возможность работы в течение всего года, планирования выпуска материала к определенному сроку. Кроме того, отработанная система культивирования *in vitro* позволяет совершенствовать сорта уже методами биотехнологии.

Растения, полученные методами биотехнологии, не только отвечают требованиям сортовой чистоты, но оздоровлены от вирусных и грибных болезней заболеваний. Использование такого высококачественного посадочного материала повышает урожайность до 50 – 70 % и улучшает качество продукции. Полученные растения могут служить в качестве исходного материала для закладки суперэлитных маточников многих плодовых и ягодных садовых культур.

Использование биотехнологических методов при размножении позволяет осуществлять быстрое доведение этой культуры до потребителя, распространять сорта данной культуры в другие климатические регионы на основе растительного материала *in vitro*, что облегчает осуществление фитосанитарного контроля.

Предлагаемая нами технология ускоренного размножения включает в себя несколько этапов: введение в культуру, собственно микроразмножение, укоренение растений *in vitro*, и адаптация полученных растений к условиям *ex vitro*. Культивирование *in vitro* осуществляется путем выращивания пазушных почек или верхушечных меристем на искусственных питательных средах с использованием определенных регуляторов роста на каждой стадии микроразмножения. Культивирование проводят в строго определенных физических условиях. Адаптация полученных регенерантов к не стерильным условиям выращивания *ex vitro* проводится на гидропонных установках типа «Минивит».

В настоящее время число видов и гибридных форм ягодных культур неуклонно расширяется, поэтому необходимо разрабатывать и оптимизировать методы ускоренного размножения *in vitro* для таких новых и ценных форм растений. В практике отечественного и зарубежного садоводства накоплен большой опыт культивирования и ускоренного размножения *in vitro* таких ценных ягодных культур, как малина красная (*Rubus idaeus L.*), земляника ананасная (*Fragaria x ananasa Duch*) и другие [2,4]. Также, разработаны технологии эффективного ускоренного размножения для ряда нетрадиционных ягодных культур, таких как бесшипные формы ежевики, ежевично-малиновые гибриды, жимолость синяя, актинидия коломикта, актинидия пурпурная, лимонник китайский [3].

В настоящее время на биологическом факультете Алтайского государственного университета активно применяются и разрабатываются технологии ускоренного размножения для ремонтантных сортов земляники, трудноукореняющихся сортов смородины, крыжовника.



Рисунок 1 – Регенеранты земляники до (слева) и после (справа) адаптации на гидропонной установке (20-е сутки)



Рисунок 2 – Растения земляники после этапа адаптации

Таким образом, ускоренное размножение позволяет успешно решать самые разнообразные задачи агротехнологии ягодных культур. Использование данного метода

несомненно приведет к распространению новых перспективных сортов и форм ягодных растений, получению высококачественного посадочного материала и даст надежную опору для развития садоводства и сельского хозяйства Алтайского края.

Литература

1. Вечернина, Н.А. Методы биотехнологии в селекции, размножении и сохранении генофонда растений. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2004. – 205с.
2. Высоцкий, В.А. Биотехнологические приемы в современном садоводстве // Садоводство. и виноградарство, 2006. – № 2. – С. 2–3.
3. Шорников, Д.Г., Янковская, М.Б., Муратова, С.А. Ускоренное размножение нетрадиционных садовых культур на искусственных питательных средах // Садоводство. и виноградарство, 2007. – № 5. – С. 12–14.
4. Vater G. *In vitro* propagation of *Rubus geoides* // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2005. – Vol. 33. – P. 277–281.

БИОТЕХНОЛОГИЯ СЫВОРОТОЧНОГО НАПИТКА

А.Н. Иркитова

*Алтайский государственный университет г. Барнаул,
e-mail: Elen171987@mail.ru*

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к пищевым продуктам пробиотического назначения. Так называют продукты, содержащие живые микроорганизмы из числа полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека; регулярный прием таких продуктов рассматривается как эффективное средство профилактики и лечения (в комплексной терапии) дисбактериозов кишечника [1, с. 60].

Подавляющее большинство пробиотиков на рынке молочных продуктов – это кисломолочные напитки, ассортимент которых с каждым годом растёт. В состав некоторых из них входит молочная сыворотка.

Молочная сыворотка – это естественный побочный продукт, в больших количествах образующийся при производстве сычужных сыров и творога. Многие годы ее утилизация представляла серьезную проблему для молочной промышленности, и она считалась субпродуктом незначительной коммерческой ценности. Большую часть ее отправляли на свинофермы или выливали в канализацию. Однако в настоящее время и ученые-диетологи, и специалисты считают, что молочную сыворотку следует использовать исключительно на пищевые цели [2, с. 60].

Молочная сыворотка представляет собой ценное пищевое сырье. В ней содержится 50 % сухих веществ молока, включающих до 250 различных соединений (в частности азотистые, микро- и макросоединения, молочный жир, минеральные соли, лактоза, витамины, ферменты, органические кислоты). Наряду с питательной ценностью молочной сыворотки, продукты из нее имеют диетическое и лечебное значение [3, с. 35].

Ежегодно в нашей стране получают свыше 3,5 млн. тонн молочной сыворотки. Ее переработка в пищевые продукты – это вариант решения проблемы дефицита белкового сырья. Не следует сбрасывать со счетов и экологический аспект: 1 тонна молочной сыворотки, сливаемой в канализацию, загрязняет водоемы в такой же степени, как 100 тонн хозяйственно-бытовых отходов [4, с. 28].

Цель данной работы: разработать биотехнологию получения пробиотического кисломолочного напитка на основе молочной сыворотки и изучить его свойства. Были поставлены следующие задачи:

1. составить рецептуру экспериментального напитка;
2. получить натурные образцы напитка для испытаний;

3. изучить жизнеспособность пробиотической микрофлоры (ацидофильной палочки и пропионовокислых бактерий) при хранении напитка;
4. проанализировать изменения титруемой кислотности во время хранения напитка;
5. провести дегустационную оценку напитка;
6. оценить эффективность лечебно-профилактического действия напитка на организм человека.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе лаборатории микробиологии СибНИИ сыроделия.

В качестве основы разрабатываемого экспериментального пробиотического напитка использовали сладкую (несоленую) подсырную сыворотку. Титруемая кислотность сыворотки разных партий колебалась в пределах 12-16°Т.

Пробиотическая закваска для ферментации сыворотки включала следующие две культуры микроорганизмов из отраслевой коллекции Сибирского НИИ сыроделия: *Lactobacillus acidophilus* (штамм «Нарине») и *Propionibacterium freudenreichii* (штамм ХЗ). Ацидофильная палочка – важнейший компонент полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека, активный антагонист патогенных и условно-патогенных микробов, а пропионовокислые бактерии известны, прежде всего, как продуценты противоянмического витамина В₁₂, содержание которого в пищевых продуктах крайне недостаточно (в растительных пищевых продуктах он вообще отсутствует). Кроме того, пропионовокислые бактерии являются мощным стимулятором естественной иммунной системы человека [1, с. 61].

Для улучшения органолептических показателей напитка в него добавляли сахар, крахмал и ванилин. Биотехнология приготовления экспериментального пробиотического напитка проведена согласно схеме, представленной на рисунке.



Рисунок 1 – Схема приготовления экспериментального напитка

Готовый напиток подвергали анализу на уровень титруемой кислотности и численность пробиотической микрофлоры. Органолептические показатели напитка (вкус,

запах, консистенция, внешний вид) оценивала дегустационная комиссия СибНИИ сыроделия. Медико-биологические испытания напитка проводились специалистами санатория «Обь». Напиток применяли в комплексном лечении пациентов с желудочно-кишечными заболеваниями (20 человек). Пациенты ежедневно в течение 21 дней получали по 100 мл напитка. Контролем служила аналогичная группа пациентов, получавших в качестве пробиотического продукта ежедневно такую же дозу биолакта (ацидофильный напиток на цельном молоке). Об эффективности применения напитков судили по клиническим синдромам (болевой, диспепсический, характер стула) и результатам лабораторных исследований (общий анализ крови, бактериологический анализ кала на дисбактериоз).

Статистическая обработка полученного материала проведена с использованием программ Microsoft Office Excel – 2007.

Результаты исследований. Многочисленные дегустации разработанного нами экспериментального напитка на основе молочной (подсырной) сыворотки показали, что он обладает хорошими потребительскими свойствами: приятный в меру сладкий кисломолочный вкус с привкусом топленого молока и слабым ароматом ванили, равномерная в меру вязкая консистенция, резко отличающая этот напиток от исходной подсырной сыворотки, относительная устойчивость органолептических свойств напитка при его хранении, в том числе отсутствие быстрого нарастания кислотности, характерного для ацидофильных молочных продуктов.

Определены нормативные показатели сывороточного напитка. Эти показатели включают внешний вид, вкус и запах напитка, его консистенцию, титруемую кислотность в начале и конце предполагаемого срока годности, численность каждого из двух видов пробиотических заквасочных бактерий (*L.acidophilus* и *P.freudenreichii*) на всем протяжении установленного срока годности напитка, температуру его хранения и срок годности при условии хранения при этой температуре.

Характеристика и рецептура разработанного нами экспериментального напитка на основе молочной (подсырной) сыворотки, приготовленного по выше описанной технологии, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Рецептура пробиотического сывороточного напитка

Ингредиенты, %					
сыворотка	крахмал	сахар	ванилин	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
84,0	1,7	4,2	0,0004	1,7	8,4

Таблица 2 – Характеристика пробиотического напитка на основе молочной (подсырной) сыворотки

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Сгусток равномерного светло-кремового цвета
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный с запахом топленого молока
Консистенция	Однородная слегка вязкая
Титруемая кислотность, °Т: - свежеприготовленного - в конце срока годности	55-60 60-70

Продолжение таблицы 2

Численность пробиотических бактерий на протяжении всего срока годности, КОЕ/мл, не менее:	
- <i>Lactobacillus acidophilus</i>	10 ⁷
- <i>Propionibacterium freudenreichii</i>	10 ⁷
Температура хранения, °С, пределы	4-6
Срок годности при указанном температурном режиме хранения, сутки	15

Во время клинических испытаний жалоб или замечаний от пациентов по поводу органолептических показателей экспериментального напитка не было. По окончании курса приема при объективном осмотре пациентов опытной и контрольной групп у всех отмечалось уменьшение болевого и диспепсического синдромов, нормализация стула. В опытной группе бактериологический анализ кала на дисбактериоз выявил у 2 пациентов до начала лечения повышенные уровни условно-патогенной микрофлоры, пониженное содержание бифидобактерий и лактобактерий. После лечения показатели микрофлоры кишечника нормализовались. Врачи констатировали, что разработанный нами экспериментальный пробиотический напиток на основе молочной сыворотки, примененный в комплексе с физиобальнеолечением, оказывает благотворное действие на организм человека, не уступающее по эффективности действию биолакта – признанного пробиотического продукта, приготавливаемого на основе цельного молока.

Заключение. Установлено, что молочная (подсырная) сыворотка является благоприятной средой для роста пробиотических микроорганизмов. Разработана технология приготовления пробиотического напитка на основе молочной (подсырной) сыворотки. Напиток обладает хорошими органолептическими показателями и содержит терапевтически-значимые уровни полезных микроорганизмов (ацидофильной палочки и пропионовокислых бактерий); это открывает перспективу его успешного внедрения в производство. Результаты клинических испытаний показали, что по эффекту благотворного действия в комплексном лечении пациентов гастроэнтерологического профиля сывороточный напиток не уступает таким признанным пробиотическим кисломолочным продуктам, как «Биолакт» и «Бифилакт», сырьем для которых является цельное молоко.

Литература

1. Алехин, В.А., Амерханова, А.М., Поспелова, В.В. Пробиотические микроорганизмы – современное состояние вопроса и перспективы использования // Молочная промышленность. – 2003. – № 1.
2. Шевелев, К. Сыворотка ценный субпродукт // Молочная промышленность. – 2005. – № 1.
3. Евдокимов, Е.А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки. // Молочная промышленность. – 2006. – № 2.
4. Свириденко, Ю.Я., Кравченко, Э.ф., Яковлева, О.А. Экологические и экономические аспекты переработки молочной сыворотки // Переработка молока. – 2006. – № 7.

ИЗУЧЕНИЕ ПОМУТНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛЕПИХОВОГО СОКА

Е.С. Баташов², Ю.А. Кошелев¹, В.П. Севодин²

¹ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск,

²Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова,
г. Бийск, e-mail: evgenczl@mail.ru

Ягоды облепихи являются ценнейшим поливитаминным сырьём. В России из облепихи, в основном, получают масло для фармацевтических, косметических и пищевых целей, однако сок, содержание которого может достигать 70 % от веса ягод, не нашел такого широкого применения [1]. В промышленных масштабах его используют в ограниченном количестве для приготовления купажированных соков и напитков, в то время как глубокая переработка сока является мало изученным и довольно перспективным направлением.

Возможным решением данного вопроса может стать использование осветленного облепихового сока в ликероводочном производстве, применение облепихового виноматериала при создании композиций плодово-ягодных и купажированных вин, производство уксуса за счет микробиологического окисления облепихового виноматериала. Последний может быть использован как самостоятельный продукт, так и в качестве сырья на пищевых предприятиях, в том числе и для производства консервов.

Важным этапом при разработке и постановке на производство этих продуктов является изучение их стабильности в процессе хранения. Сохранение прозрачности продукта в течение всего срока хранения – один из ключевых показателей. Образование взвеси является нежелательным фактором, который негативно сказывается на внешнем виде конечного продукта.

Целью работы стало изучение природы и анализ взвеси, образовавшейся в процессе хранения продуктов из облепихового сока.

Объектами исследования были выбраны осветленный облепиховый сок, облепиховое вино и облепиховый уксус, полученные на базе ЦЗЛ ЗАО «Алтайвитамины» и кафедры «Биотехнологии» БТИ.

Исследуемые продукты хранились в герметичной стеклянной таре при температуре 5-8 °С в течение 18 месяцев. В процессе хранения продуктов было обнаружено образование помутнения во всех образцах, которое в дальнейшем приводило к образованию значительного количества осадка. Например, из 250 мл осветленного пастеризованного облепихового сока после 1,5 лет хранения было выделено 168 мг осадка на абсолютно сухое вещество.

Как известно, образование нежелательной мутной взвеси может быть обусловлено присутствием микроорганизмов (дрожжей, плесневых грибов, бактерий) или связано с химическим взаимодействием компонентов продукта. Основные группы веществ, отвечающие за образование помутнений – белки, фенольные соединения, ионы металлов. Осадки, вызывающие помутнение, часто имеют комплексную природу и образуются двумя и более группами веществ [2, 3, 4].

Схема исследования приведена на рисунке 1.

Материалы и методы

Выделение осадка осуществлялось центрифугированием образцов при 8000 об/мин в течение 10 минут. Выделенный осадок промывался 50 % раствором этилового спирта и повторно центрифугировался при тех же режимах. Полученные образцы высушивались в вакуумном шкафу при температуре 50±2 °С.

Термический анализ. На первом этапе проводился предварительный анализ сжиганием образцов осадка на шпателе в пламене горелки с оценкой горючести, образованием золы и наличием запаха. В дальнейшем, проводился дифференциальный термический анализ (DTA) и термогравиметрический анализ (TGA) на термоанализаторе “Shimadzu-DSC60”.

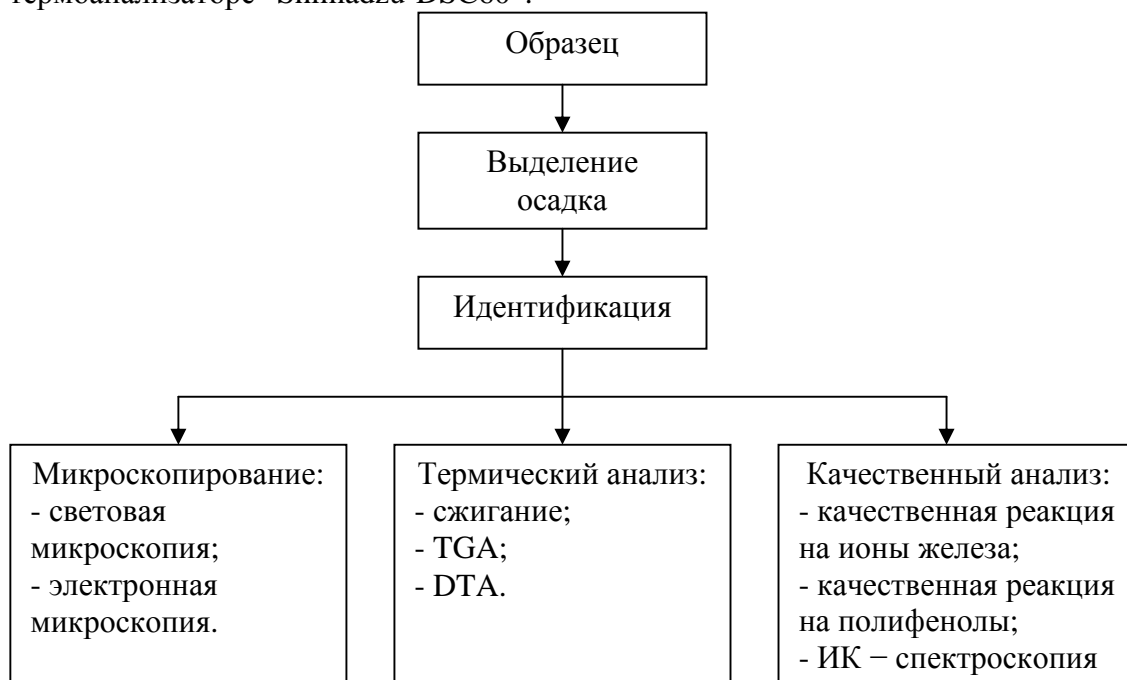


Рисунок 1 – Схема исследования

Микроскопирование образцов осуществлялось на световом микроскопе «ЛОМО микромед» и на электроном сканирующем микроскопе JSM-840 фирмы “JEOL”.

Для проведения качественной реакции на железо, осадок суспендировался в 2-3 мл дистиллированной воды, смешивался с 5 мл 10 % раствора соляной кислоты и затем с 5 мл 1 % раствора гексацианоферрата калия. Синяя окраска или синие хлопья указывали на наличие железа [2].

Для качественной реакции на дубильные вещества (полифенолы), осадок суспендировался в 2-3 мл дистиллированной воды, затем к нему добавляли 4-5 капель раствора железоаммониевых квасцов, в случае гидролизуемых дубильных веществ должно появиться черно-синее окрашивание или осадок, а конденсированных – черно-зеленое окрашивание или осадок [5].

Инфракрасная (ИК) спектроскопия осуществлялась на ИК-спектрофотометре “Shimadzu-FTIR 8300”.

В качестве стандартного образца выступил полифенол зеленого чая – эпигаллокатехин-3-галлат (Teavigo™), производства компании DSM Nutritional Products, с содержанием активного вещества не менее 90 %.

Обсуждение результатов

Результаты световой микроскопии свидетельствуют, что все образцы осадков имеют аморфную природу и не имеют микробиологического происхождения. Данные факты подтвердились и электронной микроскопией (рисунок 2). Из приведенных данных видно, что частицы имеют размер не более 100 мкм.

Сжигание образцов показало, что осадки имеют органическую природу, так как горели при высокой температуре с образованием золы, при горении не выделяли специфического запаха (жженой шерсти), характерного для белкового и дрожжевого осадка.

Результаты термических анализов представлены на рисунке 3. Исходя из данных представленных на рисунке 3а, все образцы осадков, выделенных из продуктов переработки сока характеризуются наличием эндотермических пиков на DTA диаграммах в диапазоне от 230-260 °С, при этом в указанном диапазоне температур происходит максимальная потеря массы образцов (TGA диаграммы).

Ионы железа могут взаимодействовать с фенольными веществами сока и соко-содержащей продукции, в результате чего продукт может принимать темную окраску вплоть до чёрной [2]. Для исключения влияния ионов железа на процесс помутнения исследуемых образцов были проведены качественные реакции на наличие железа в осадках. Качественные реакции показали отрицательный результат во всех исследуемых образцах.

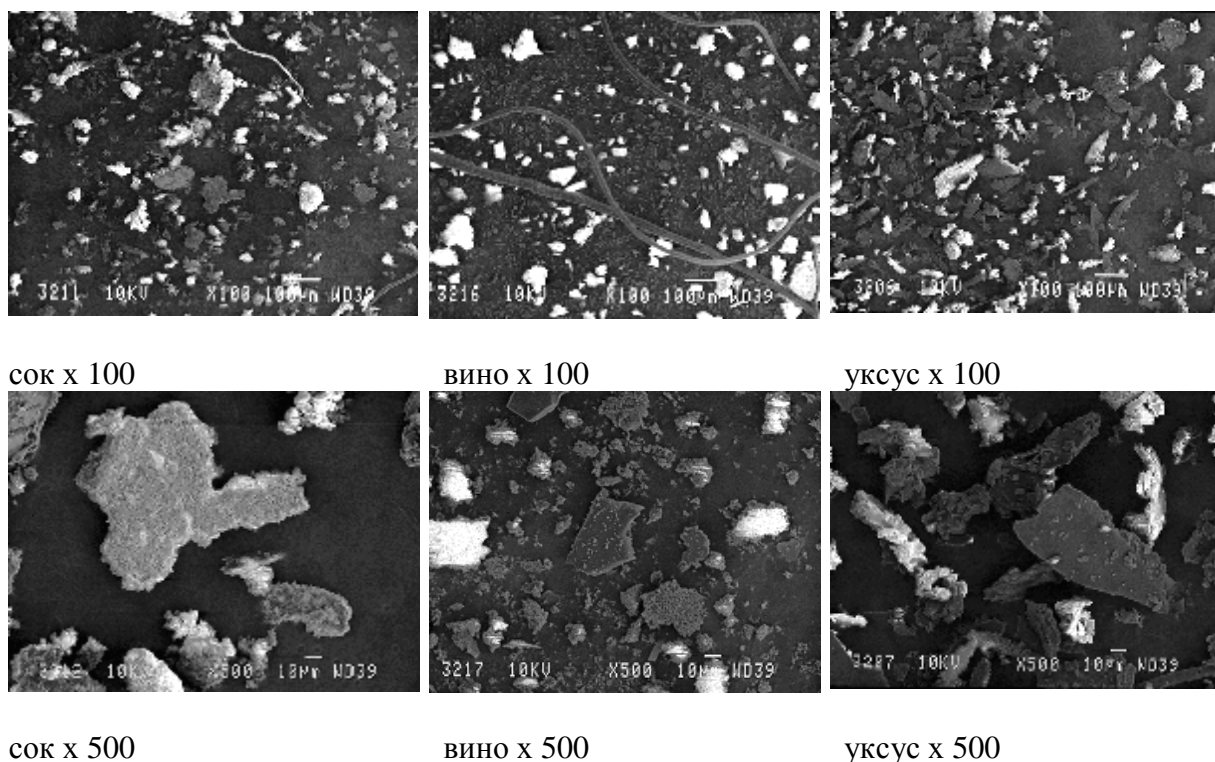


Рисунок 2 – Результаты электронной сканирующей микроскопии образцов осадков, выделенных из продуктов переработки облепихового сока

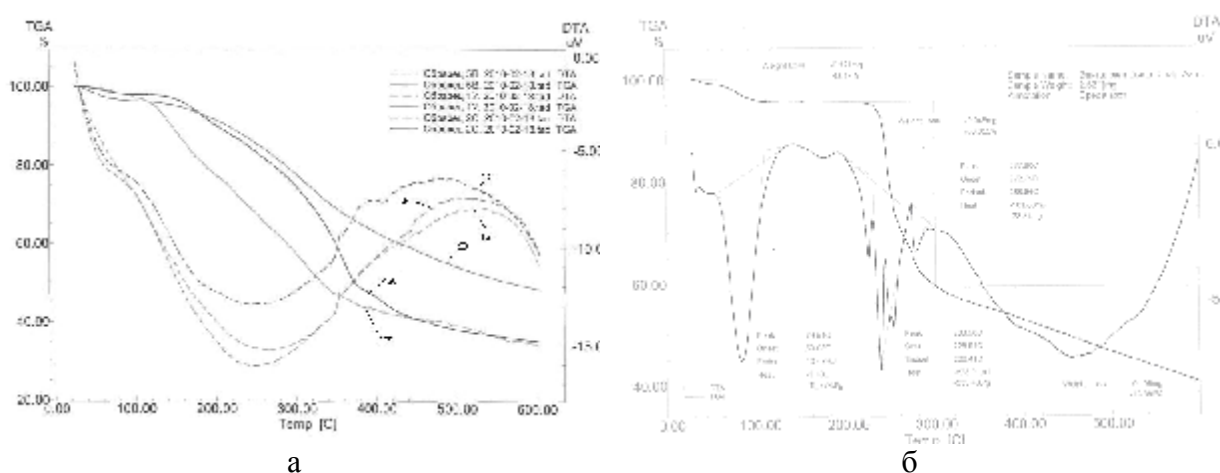


Рисунок 3 – Результаты дифференциального термического и термогравиметрического анализа образцов: а) осадков, выделенных из продуктов переработки облепихового сока (2с – сок осветленный; 1у – уксус; 5в – вино); б) эпигаллокатехина–3–галлата

Качественная реакция на дубильные вещества дала положительные результаты во всех образцах (происходило потемнение раствора и окраска его в синий цвет).
Результаты инфракрасной спектроскопии образцов представлены на рисунке 4

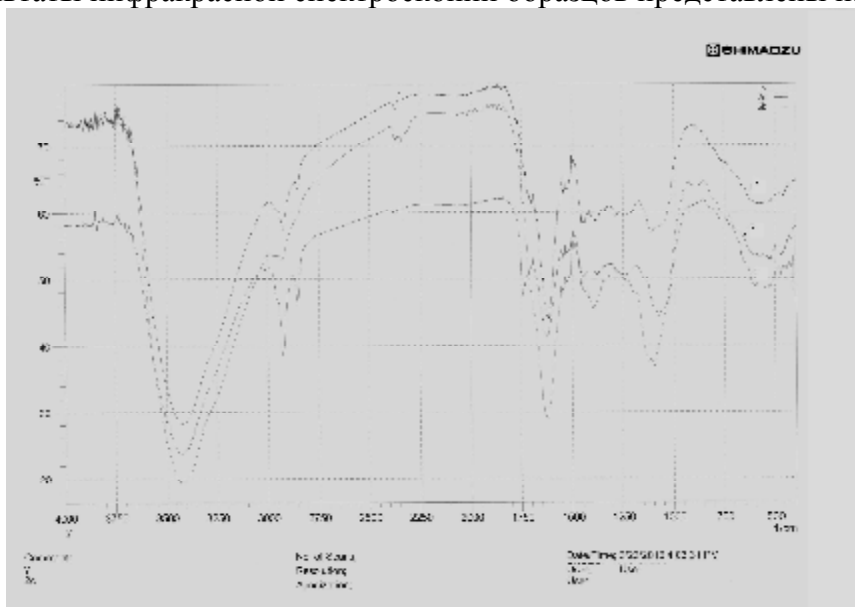


Рисунок 4 – ИК-спектры образцов осадков выделенных из продуктов переработки облепихового сока (2с – сок; у – уксус; 5b – вино)

Как видно из рисунка 4 все образцы имеют общую природу. Спектр образца 2с (осадок из осветленного облепихового сока) отличается от остальных наличием полосы поглощения 1750 см^{-1} , что характерно для карбоксильной группы (-COOH), наличие которой связано с тем, что в процессе выделения осадка и обработки этиловым спиртом образца из сока произошло выделение пектина.

На основании вышесказанного была предложена гипотеза о полифенольной природе осадков в продуктах переработки облепихового сока.

Для подтверждения данной гипотезы были проведены дополнительные исследования, объектом, которых служил эпигаллокатехин-3-галлат. Результаты представлены на рисунках 3б и 5.

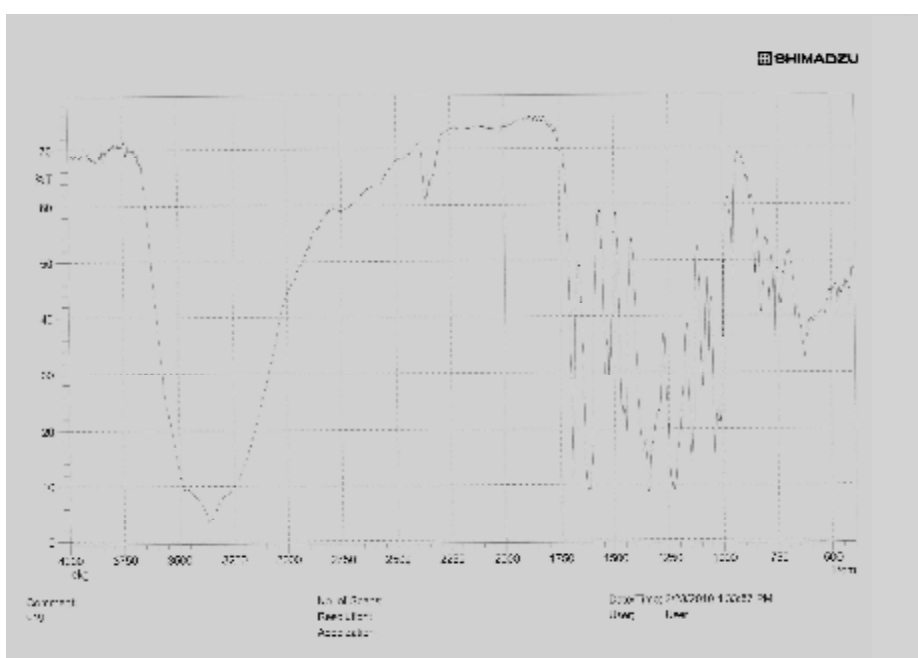


Рисунок 5 – ИК-спектры эпигаллокатехина-3-галлата

Как видно из представленных данных, ИК спектр эпигаллокатехина–3–галлата (рисунок 5) схож со спектрами образцов осадков из продуктов переработки сока облепихи. На ДТА диаграмме эпигаллокатехина–3–галлата (рисунок 3б), также присутствует эндотермический пик в диапазоне 230-260 °С. Плоды облепихи богаты полифенолами, содержание которых может колебаться от 100 до 1000 мг в 100 г свежей ягоды [1]. Также известно, что высокое содержание полифенольных веществ является причиной образования осадка в белых виноградных винах [3]. Выше приведенные факты являются подтверждением нашей гипотезы.

Выводы:

- результаты микроскопии и термического анализа подтвердили, что все образцы осадков не имеют микробиологической природы;
- данные инфракрасной спектроскопии, ДТА анализа и электронной микроскопии подтвердили, что осадки обладают схожей органической природой, аморфны и имеют размер частиц не более 100 мкм.
- качественные реакции показали отсутствие в образцах белков и ионов железа.
- осадки в продуктах переработки облепихового сока имеют полифенольную природу.

Литература

1. Кошелев, Ю.А. Облепиха / Ю.А. Кошелев, Л.Д. Агеева. – Бийск, 2003. – 423 с.
2. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / пер. с нем. под ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестеня, А.В. Орошенко. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с., ил.
3. N. Sioumis, S. Kallithraka, D. P. Makris, et al. Kinetics of browning onset in white wines: influence of principal redox-active polyphenols and impact on the reducing capacity. J. Food Chemistry, 2006. – Vol. 94. – P. 98– 104.
4. Скорикова, Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 232 с.
5. Химический анализ лекарственных растений / Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Н., Отряшенкова В.Э. и др. под ред. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. – М.: Высш. школа, 1983. – 176 с., ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ АНТОЦИАНОВ ИЗ ПЛОДОВ КЛЮКВЫ

Е.С. Юшникова, Е.П. Каменская

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

Качество пищевых продуктов в значительной мере связано с их оценкой по вкусу, запаху и цвету. Для сохранения, улучшения или придания продуктам питания определенного цвета и внешнего вида используют пищевые красители. Издавна для окрашивания пищевых продуктов применяли натуральные растительные пигменты, но в дальнейшем с развитием органической химии естественные пищевые красители в значительной мере уступили место синтетическим. Это связано с их более высокой красящей способностью и сравнительно низкой стоимостью. Однако уже появились доказательства вредного, канцерогенного влияния некоторых искусственных красителей на организм человека. Список допускаемых к применению в пищевой промышленности

синтетических красителей с каждым годом сокращается и в настоящее время намечается тенденция замены синтетических красителей естественными [1].

Природные красящие вещества плодов, ягод, овощей обладают широким спектром окраски от оранжевой до синей. Кроме того, натуральные пищевые красители содержат в своем составе целый ряд биологически активных компонентов: витамины, гликозиды, органические кислоты, ароматические вещества, антиоксиданты, микроэлементы. Введение таких компонентов в продукты питания обеспечивает не только необходимую окраску, но и способствует обогащению продуктов важными нутриентами и сохранению их качества. Все вышесказанное свидетельствует в пользу применения натуральных красителей в технологии продуктов питания [2].

Тем не менее, выработка натуральных пищевых красителей в настоящее время ограничена в масштабах и в ассортименте. В то же время различные отрасли пищевой промышленности испытывают большую потребность в колорантах вследствие запрещения использования ряда пищевых синтетических красителей. Так в 1979 г. на сессии ВОЗ по пищевым добавкам был признан вредным красный синтетический краситель амарант, в связи с чем в пищевой промышленности стал ощущаться недостаток красного красителя [3].

Основным источником получения натуральных красных красителей антоциановой природы являются отходы соковых и консервных производств, перерабатывающие плодово-ягодное сырье. Для получения пищевых красителей высокого качества из данного сырья перспективным является усовершенствование или разработка новых способов экстрагирования красящих пигментов с применением различных ферментных препаратов [4].

Цель данной работы состояла в оптимизации условий экстракции антоцианов из сухих и замороженных выжимок клюквы с использованием стадии ферментализации некрахмальных полисахаридов клеточных стенок растительного сырья отечественными ферментными препаратами и их мультиэнзимными композициями.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение биохимического состава сухих и замороженных выжимок клюквы;
- подбор оптимальных концентраций и продолжительности предварительной выдержки ферментных препаратов «Пектинекс БЕ 3–L», «ЦеллоЛюкс-А» и их мультиэнзимных композиций (МЭК);
- изучение влияния различных концентраций пектолитических и цитолитических ферментных препаратов на продолжительность экстракции антоцианов и их содержание в экстрактах.

При анализе сырья было установлено, что в выжимках клюквы содержится значительное количество пектиновых веществ и целлюлозы. Так, пектиновых веществ в сухих выжимках содержалось 0,1 г/100г, а в замороженных – 0,03 г/100 г; целлюлозы: в сухих выжимках 5,0 % и 2,0 % в замороженных. В связи, с чем возникла необходимость предварительной обработки сырья пектолитическим и цитолитическим ферментными препаратами. Также было установлено, что содержание антоцианов в сухих выжимках превосходило их содержание в замороженных выжимках почти в 2 раза.

В процессе исследований изучались следующие параметры: концентрация ферментного препарата, время его выдержки перед экстракцией, продолжительность экстракции и соотношение ферментных препаратов «ЦеллоЛюкс-А» и «Пектинекс БЕ 3–L» в составе МЭК.

В ходе эксперимента использовались различные концентрации ферментного препарата «Пектинекс БЕ 3–L»: 0,001; 0,005 и 0,01 мл/г, и «ЦеллоЛюкс-А»: 0,01 %; 0,05 % и 0,1 %. Одновременно проводились опыты по определению оптимального времени первоначальной выдержки ферментного препарата перед экстракцией. Для этого использовали следующее время выдержки: 10; 20; 30; 40 и 60 минут. Экстракция проводилась при температуре 50 °С и гидромодуле – 1:10. Содержание антоцианов

в экстрактах контролировали каждые 20 минут. В качестве контроля использовались водные экстракты, подкисленные лимонной кислотой до pH 2,7, полученные без внесения ферментного препарата.

При использовании ферментного препарата «Пектинекс БЕ 3–L» максимальный выход антоцианов наблюдался при концентрации 0,005 мл/г. На рисунках 1 и 2 показана динамика изменения содержания антоцианов при добавлении ферментного препарата «Пектинекс БЕ 3–L» с концентрацией 0,005 мл/г в экстрактах из замороженных и сухих выжимок клюквы соответственно.

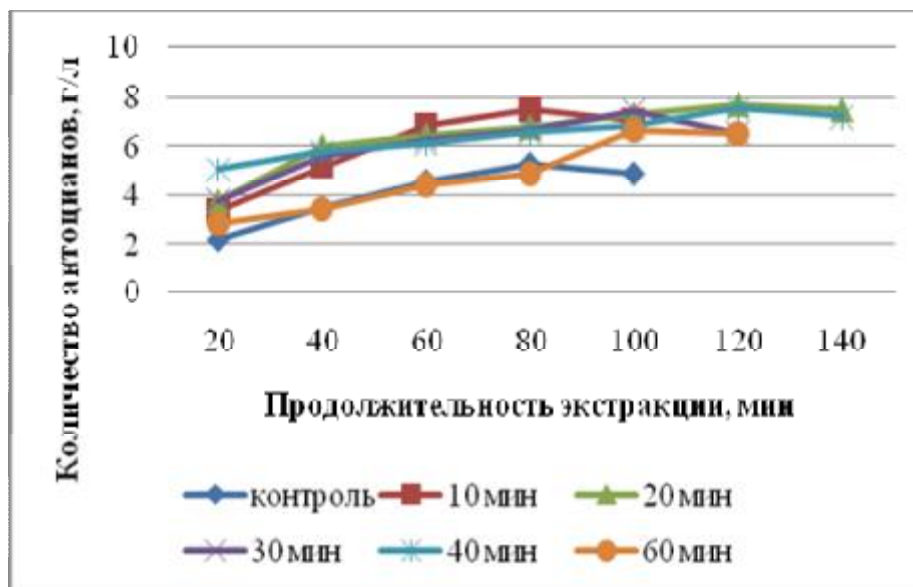


Рисунок 1 – Динамика изменения содержания антоцианов в экстрактах из замороженных выжимок клюквы с концентрацией ферментного препарата «Пектинекс БЕ 3–L» 0,005 мл/г

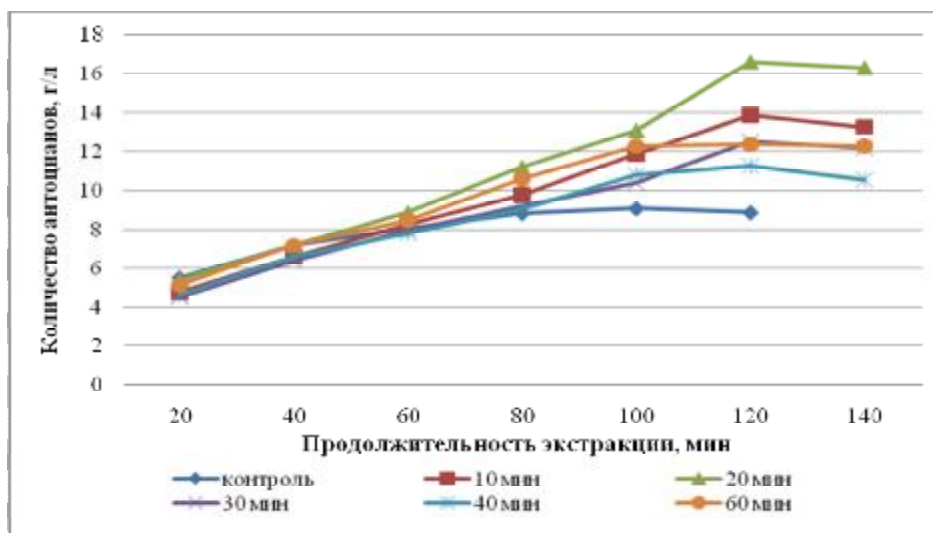


Рисунок 2 – Динамика изменения содержания антоцианов в экстрактах из сухих выжимок клюквы с концентрацией ферментного препарата «Пектинекс БЕ 3–L» 0,005 мл/г

Анализ данных рисунков 1 и 2 показал, что при использовании ферментного препарата «Пектинекс БЕ 3–L» с концентрацией 0,005 мл/г наибольшее количество антоцианов экстрагируется из сухих выжимок клюквы через 2 часа и составляет – 16,6 г/л,

при этом время предварительной выдержки ферментного препарата перед экстракцией составило 20 мин.

При использовании ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-А» максимальный выход антоцианов наблюдается при концентрации 0,01 %. На рисунке 3 и 4 показана динамика изменения содержания антоцианов при добавлении ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-А» с концентрацией 0,01 % в экстрактах из замороженных и сухих выжимок клюквы соответственно.

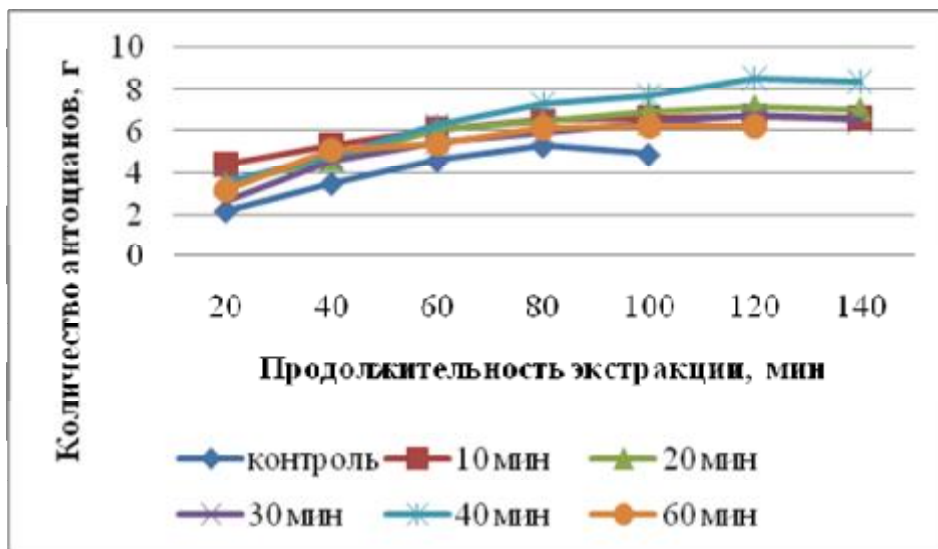


Рисунок 3 – Динамика изменения содержания антоцианов в экстрактах из замороженных выжимок клюквы с концентрацией ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-А» 0,01 %

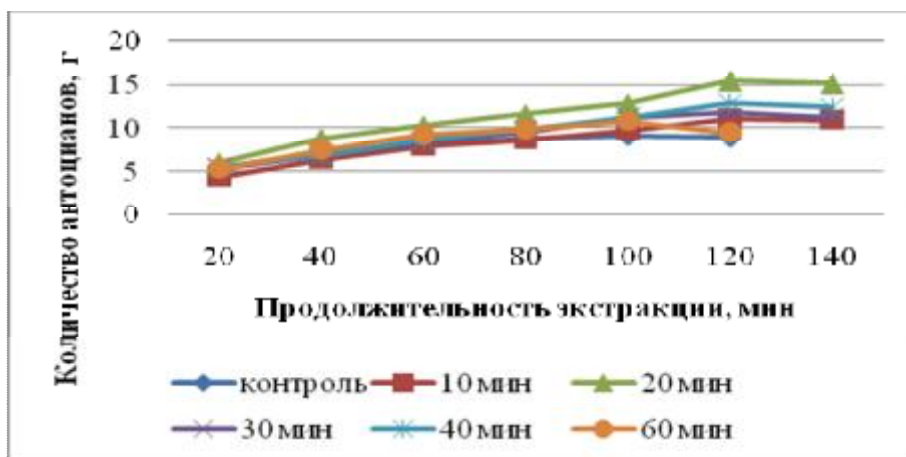


Рисунок 4 – Динамика изменения содержания антоцианов в экстрактах из сухих выжимок клюквы с концентрацией ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-А» 0,01 %

Как видно из рисунков 3 и 4, в случае использования ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-А» концентрацией 0,01 % максимальное количество антоцианов также наблюдалось в экстрактах из сухих выжимок клюквы и составило – 15,5 г/л. Следует также отметить, что оптимальное время выдержки ферментного препарата и продолжительность экстракции в данном случае были аналогичны действию препарата «Пектинекс БЕ 3–L».

Использованные ферментные препараты были комплексными, однако не обладали одновременно цитолитическими и пектолитическими ферментами. Поэтому в дальнейшей работе была изучена возможность обработки выжимок МЭК из

ферментных препаратов «ЦеллоЛюкс-А» и «Пектинекс БЕ 3-L» в соотношениях 1:1, 1:2, 2:1. Одновременно проводились опыты по определению оптимального времени первоначальной выдержки ферментного препарата перед экстракцией. Для проведения экстракции использовались оптимальные условия, выявленные на предыдущем этапе работы. Для сухих и замороженных выжимок концентрации «ЦеллоЛюкс-А» и «Пектинекс БЕ 3-L» равны соответственно 0,01 % и 0,05 мл/г к массе сырья. Максимальный выход антоцианов был получен в соотношении 2:1. На рисунках 5 и 6 показана динамика изменения содержания антоцианов при использовании МЭК из «ЦеллоЛюкс-А» и «Пектинекс БЕ 3-L» в соотношении 2:1 в экстрактах из замороженных и сухих выжимок клюквы.

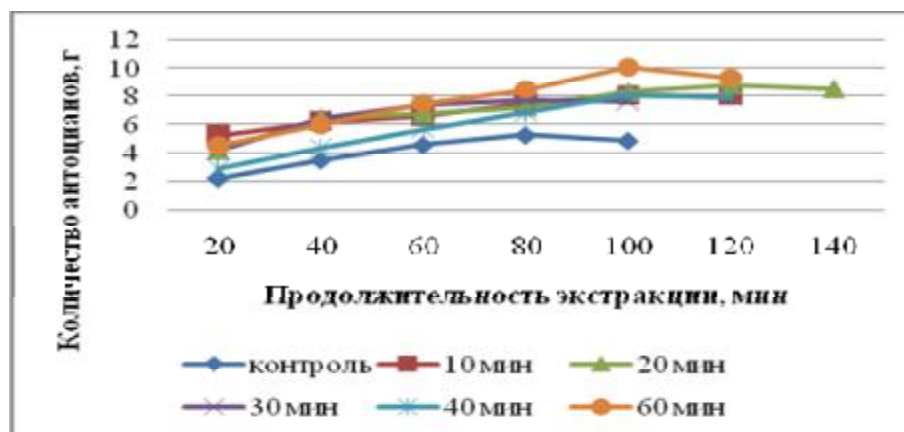


Рисунок 5 – Динамика изменения содержания антоцианов в экстрактах из замороженных выжимок клюквы при обработке МЭК из «ЦеллоЛюкс-А» и «Пектинекс БЕ 3-L» в соотношении 2 : 1

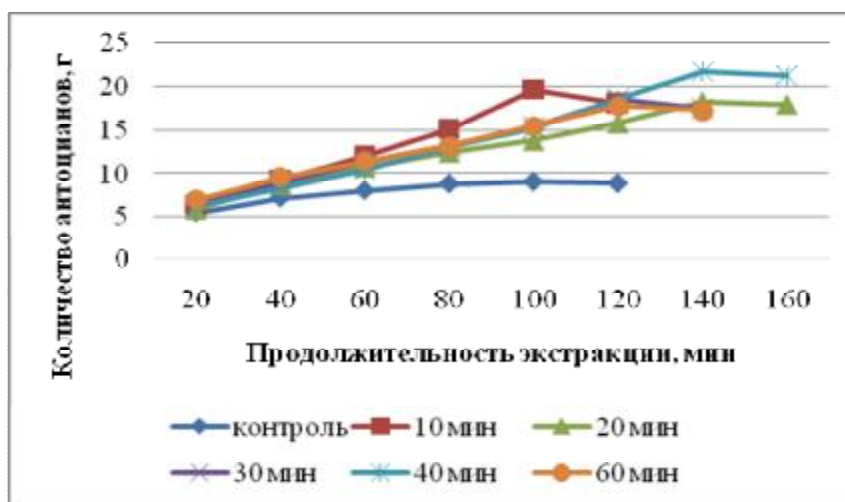


Рисунок 6 – Динамика изменения содержания антоцианов в экстрактах из сухих выжимок клюквы при обработке МЭК из «ЦеллоЛюкс-А» и «Пектинекс БЕ 3-L» в соотношении 2 : 1

На основании полученных результатов была составлена сравнительная диаграмма (рисунок 7), на которой представлены лучшие результаты выхода антоцианов в экстрактах из сухих и замороженных выжимок клюквы при использовании ферментных препаратов «ЦеллоЛюкс-А», «Пектинекс БЕ 3-L», их мультиэнзимных композиций и в контроле (без использования ферментов).

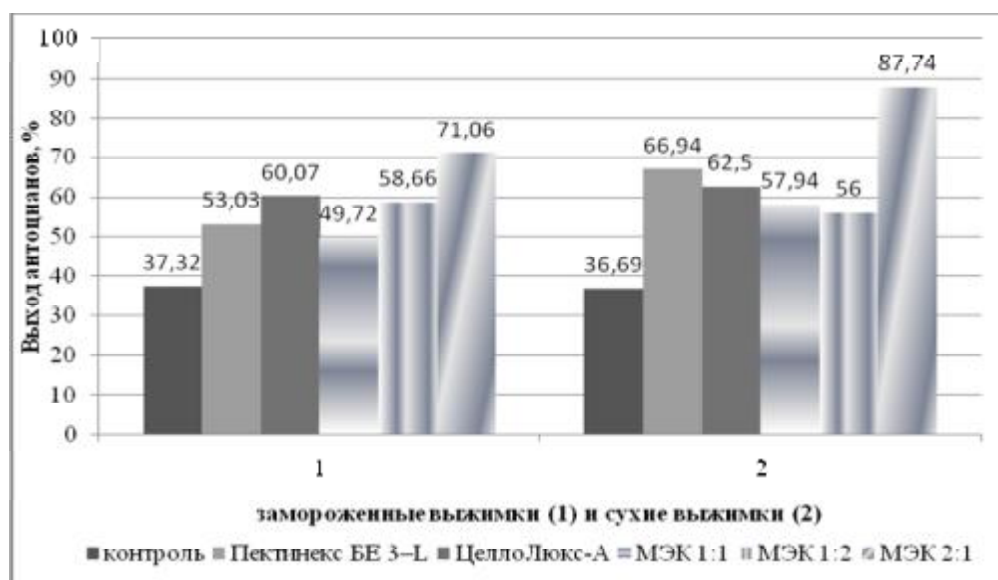


Рисунок 7 – Выход антоцианов в экстрактах из сухих и замороженных выжимок клюквы

Из представленных данных видно, что максимальный выход антоцианов в экстрактах из замороженных и сухих выжимок клюквы достигается при использовании МЭК в соотношении 2:1, так, в случае сухих выжимок он составил 71,1 %, а замороженных – 87,7 %.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что при экстракции выжимок клюквы для увеличения выхода антоцианов целесообразно использовать МЭК из «ЦеллоЛюкс-А» и «Пектинекс БЕ 3-L» в соотношении 2:1, поскольку это позволяет увеличить выход антоцианов по сравнению с контролем на 33,7 % в экстрактах из замороженных выжимок и на 51 % в экстрактах из сухих выжимок.

Литература

1. Харламова, О.А. Натуральные пищевые красители / О.А. Харламова, Ю.С. Кафка – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 191 с.
2. Танчев, С.С. Антоцианы в плодах и овощах / С.С. Танчев – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980. – 304 с.
3. Петров, К.П. Методы биохимии растительных пигментов / К.П. Петров. – Киев.: Высш. шк., 1988. – 224 с.
4. Кретович, В.Л. Ферментные препараты в пищевой промышленности / В.Л. Кретович, В.Л. Яровенко – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 236 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СОВМЕСТНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM* И *LACTOBACILLUS CASEI*

Т.И. Стародубцева, Е.П. Каменская

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск,

В последние годы получили распространение новые подходы к производству продуктов питания, связанные с восстановлением естественной экологии организма и основанные на использовании биологически активных веществ. Одним из аспектов такого подхода является нормализация микрофлоры желудочно-кишечного тракта

путем потребления кисломолочных продуктов и пищевых добавок, полученных на основе пробиотических микроорганизмов.

Согласно классическому определению, пробиотики – это живые микроорганизмы, которые благоприятно влияют на здоровье человека, нормализуя его кишечную микрофлору. Пробиотики широко используются в качестве пищевых добавок, в йогуртах и других молочных продуктах, а также в составе лекарственных препаратов. Микроорганизмы, входящие в состав пробиотиков, должны быть непатогенными, нетоксигенными и сохранять жизнеспособность при длительном хранении [1].

Наиболее часто в бактериотерапии, а также при производстве БАДов и продуктов функционального питания используют бифидобактерии и лактобациллы. Эти пробиотики называют классическими, так как их активным началом являются штаммы, выделенные из кишечника человека и доминирующие в нем с первых дней жизни. Кроме того, они оказывают позитивные эффекты на физиологические, биохимические и иммуногенные реакции организма [2].

Поэтому особую актуальность приобретают работы, связанные с изучением различных симбиозов этих бактерий и оптимизацией условий их совместного культивирования для максимального накопления биомассы бактерий.

Целью данной работы являлся подбор оптимальных условий культивирования симбиоза бактерий видов *Bifidobacterium bifidum* и *Lactobacillus casei*.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- выбрать температурные режимы для сбалансированного развития бактерий *Bifidobacterium bifidum* и *Lactobacillus casei* при их совместном культивировании;
- выбрать оптимальное соотношение вносимых в питательную среду культур;
- оптимизировать состав питательной среды для культивирования симбиоза бактерий.

В качестве питательной среды использовалась стерилизованная осветленная творожная сыворотка (ТС). При проведении экспериментальных исследований использовали общепринятые методы анализа [3]. Доза инокулята вносилась в количестве 3 % от объема питательной среды.

На первом этапе работы проводился выбор оптимального температурного режима для культивирования бактерий *Bifidobacterium bifidum* и *Lactobacillus casei*. В динамике исследовался прирост биомассы изучаемых культур при температурных режимах от 35 °С до 41 °С.

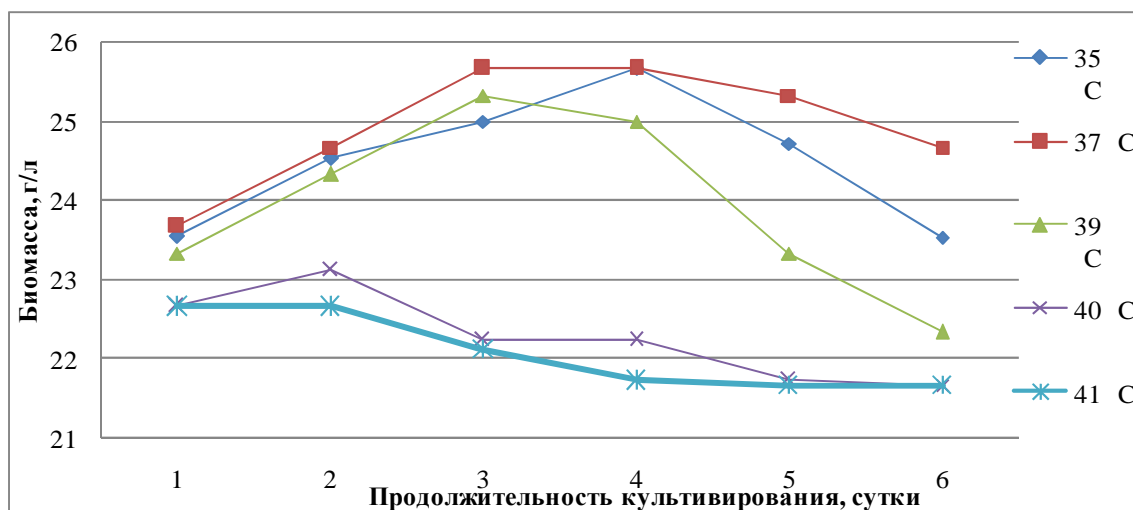


Рисунок 1 – Динамика накопления биомассы бактерий *Bifidobacterium bifidum* в зависимости от температуры культивирования

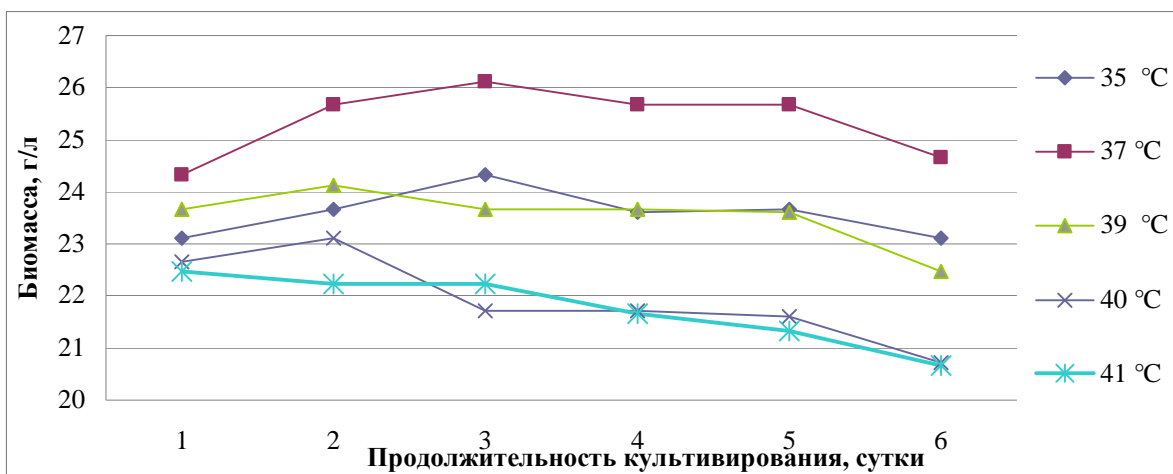


Рисунок 2 – Динамика накопления биомассы бактерий *Lactobacillus casei* в зависимости от температуры культивирования

На рисунках 1 и 2 представлены графики, отражающие динамику накопления биомассы чистых культур *Bifidobacterium bifidum* и *Lactobacillus casei* в зависимости от температурного режима. Из полученных данных следует, что для совместного культивирования изучаемых бактерий оптимальной является температура 37 °С, поэтому дальнейшие исследования по совместному культивированию симбиоза проводились именно при этой температуре.

Следующий этап работы заключался в выборе оптимального соотношения микроорганизмов в симбиозе. Для исследования были выбраны следующие соотношения бактерий *Bifidobacterium bifidum* и *Lactobacillus casei*: 1:1, 1:2, 2:1, 1:3, 3:1. В процессе исследования контролировались такие показатели, как: прирост биомассы бактерий, титруемая кислотность и общее количество бактерий (КОЕ).

На рисунках 3, 4 и 5 представлены графики отражающие прирост биомассы культур, кислотообразование и общее количество бактерий при совместном культивировании *B. bifidum* и *Lb. casei* в различных соотношениях.

Исходя из данных рисунка 3, можно сказать, что по показателю накопления биомассы, исследуемые соотношения практически не различались, небольшое преимущество имели соотношения культур 1:1 и 2:1.

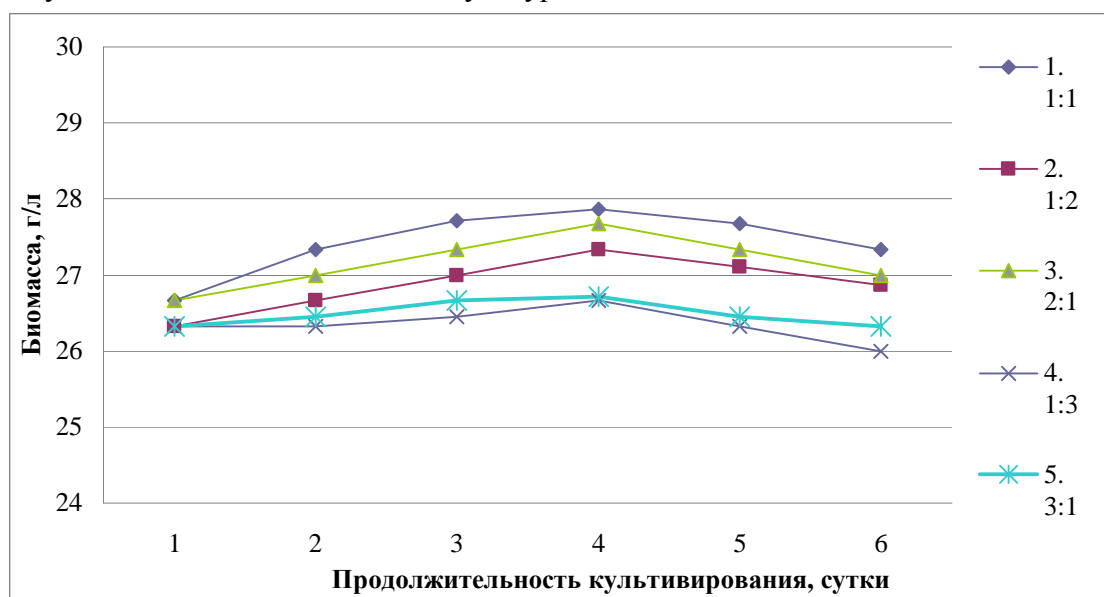


Рисунок 3 – Динамика накопления биомассы культур при совместном культивировании *B. bifidum* и *Lb. casei* в различных соотношениях

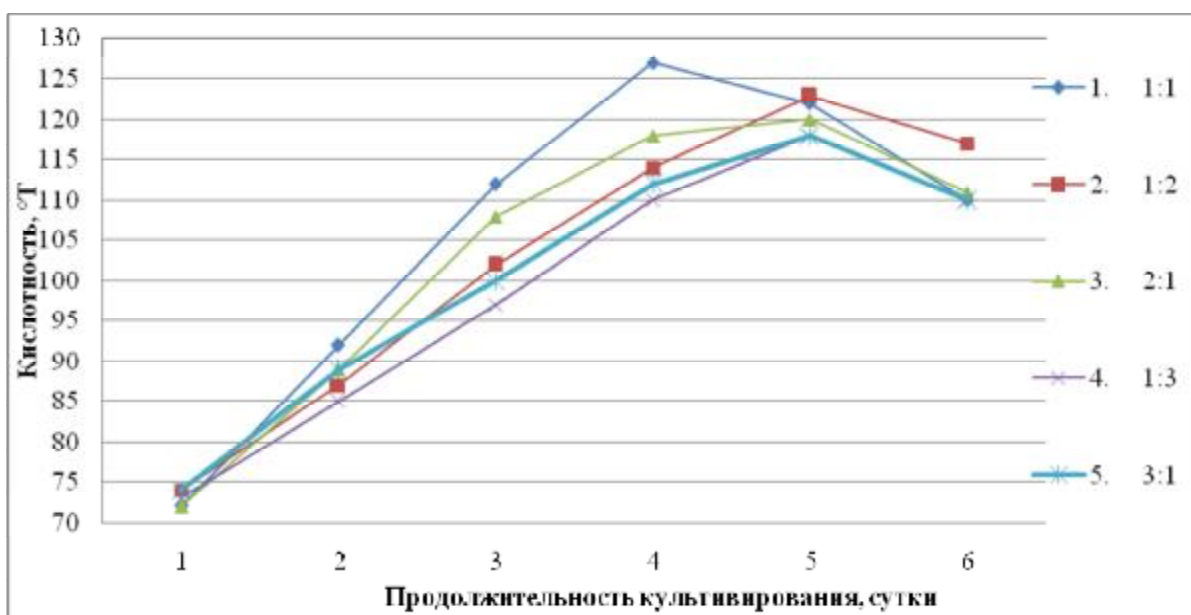


Рисунок 4 – Кислотообразование при совместном культивировании *B.bifidum* и *Lb.casei* в различных соотношениях

Анализ данных рисунка 4 показал, что предельная кислотность – 127 °Т достигается при культивировании симбиоза в соотношении культур 1:1 уже на 4 сутки. В случае соотношения 2:1 показатель предельной кислотности лишь на 5 сутки составил 120 °Т.

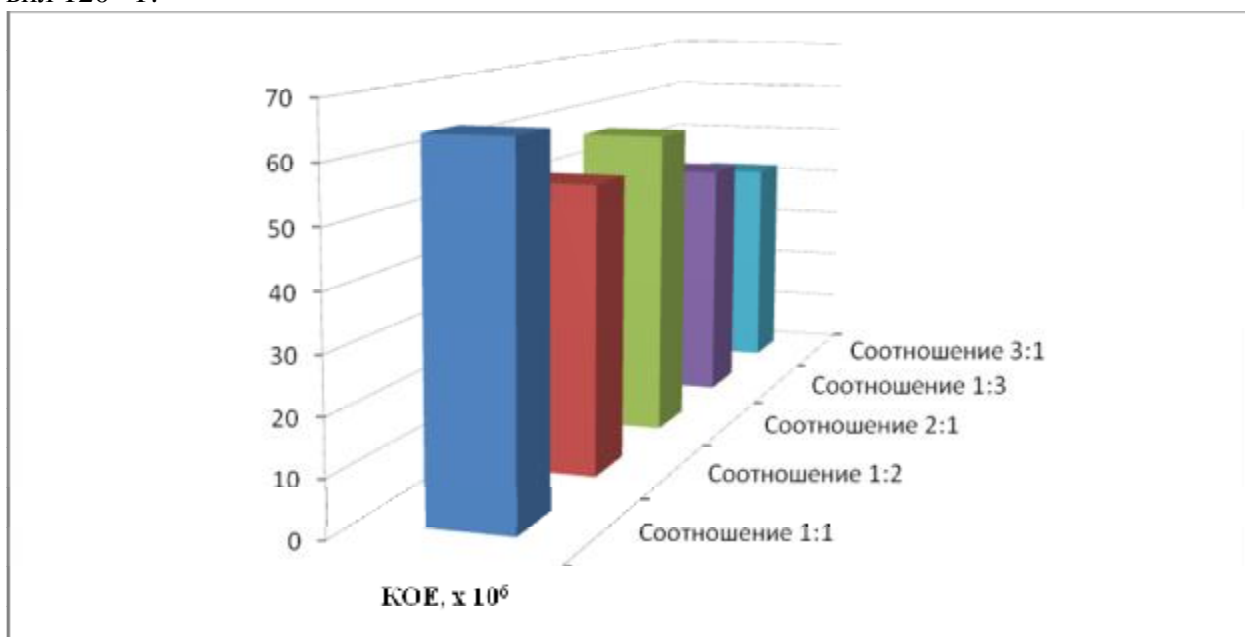


Рисунок 5 – Сравнительная диаграмма показателей числа КОЕ в зависимости от соотношений бактерий *Bifidobacterium bifidum* и *Lactobacillus casei* в симбиозе

Как видно из рисунка 5, именно для симбиоза культур в соотношении 1:1 общее КОЕ является максимальным и составляет 64×10^6 . Следовательно, лучшим соотношением для культивирования *B.bifidum* и *Lb.casei* в симбиозе является соотношение 1:1, которое и использовалось в дальнейшей работе.

На следующем этапе исследований была проведена оптимизация состава питательной среды для симбиоза бактерий. Поскольку исследуемые культуры чувствительны к различным факторам роста, данный этап работы заключался в подборе оптимальных концентраций, таких факторов роста как: дрожжевой экстракт, витамин В₂ и витамин В₁. Первоначально исследовали влияние различных концентраций дрожжевого

экстракта: 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 % на прирост биомассы бактерий (рисунок 6). Так, при культивировании *V.bifidum* наибольший прирост биомассы был выявлен при внесении дрожжевого экстракта в концентрации – 1%, при культивировании *Lb.casei* – 1,5 % и в случае симбиоза – 1,5 %.

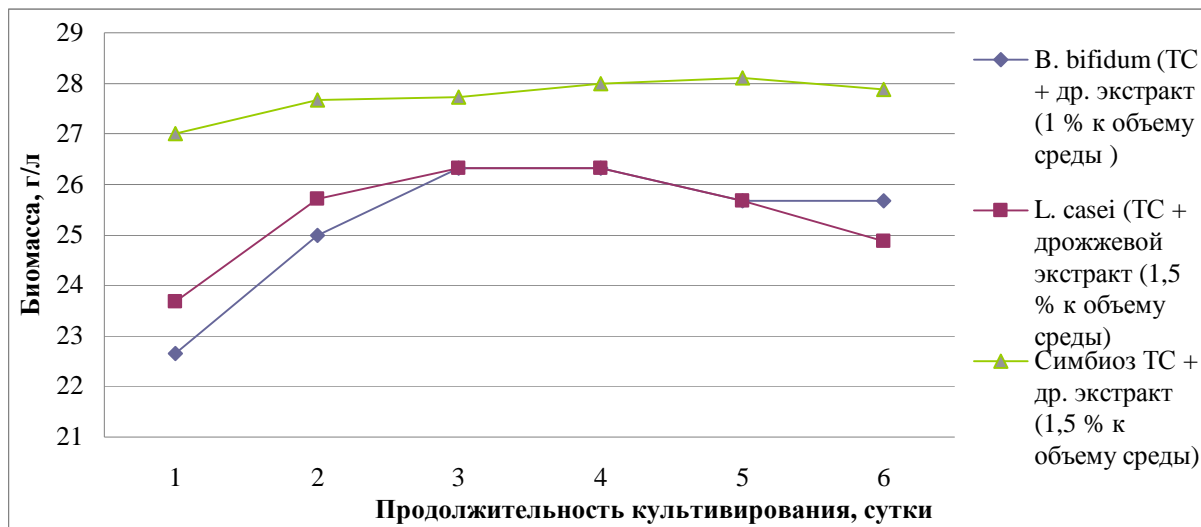


Рисунок 6 – Динамика накопления биомассы бактерий в зависимости от концентрации дрожжевого экстракта

Далее производили подбор оптимального количества витаминов B_2 и B_1 . Исследовали влияние следующих концентраций витамина B_2 в питательной среде: 10, 20, 30 и 40 мкг/мл. Наибольший прирост биомассы у симбиоза был выявлен при концентрации витамина B_2 – 30 мкг/мл. Исследуемые концентрации витамина B_1 были: 1, 1,5, 2 и 2,5 мкг/мл питательной среды. Наибольший прирост биомассы в симбиозе был выявлен при концентрации витамина B_1 – 2 мкг/мл. Однако внесение в питательную среду одновременно двух витаминов не привело к существенному приросту биомассы бактерий в симбиозе (рисунок 7). Поэтому при культивировании симбиоза бактерий *V.bifidum* и *Lb.casei* на основе творожной сыворотки целесообразно оптимизировать ее добавлением дрожжевого экстракта в количестве 1,5 % к объему среды и витамина B_2 в количестве 30 мкг/мл, либо витамина B_1 в количестве 2 мкг/мл.

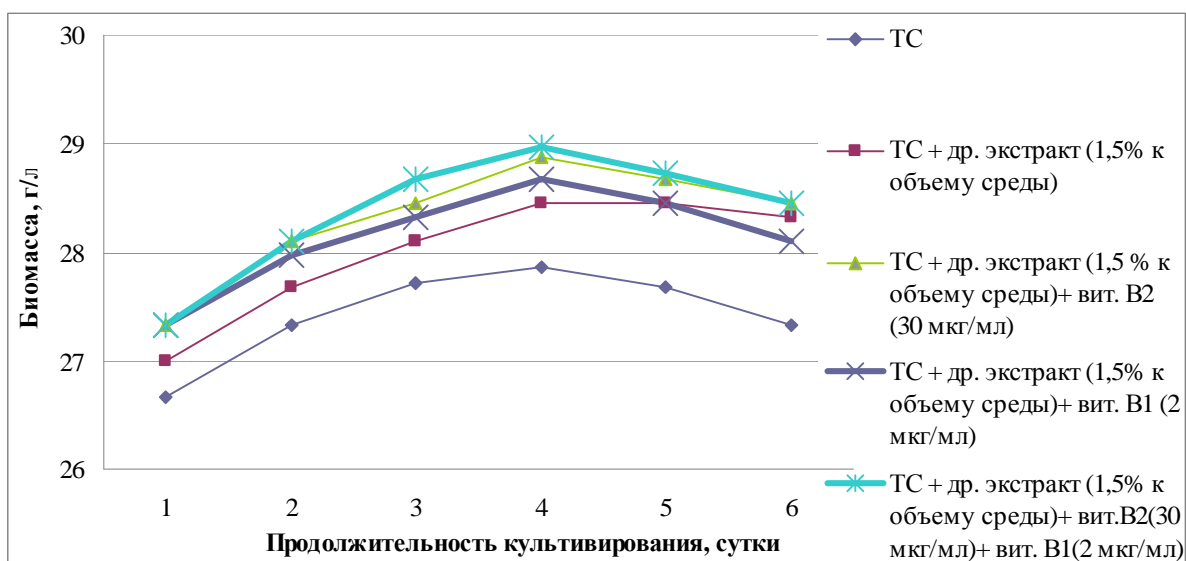


Рисунок 7 – Динамика накопления биомассы симбиоза бактерий *V.bifidum* и *Lb.casei* в зависимости от состава питательной среды

Из представленных данных можно сделать вывод, что при культивировании симбиоза бактерий *B.bifidum* и *Lb.casei* на основе осветленной творожной сыворотки, для активного роста микроорганизмов целесообразно оптимизировать ее добавлением таких ростовых компонентов как: дрожжевой экстракт в количестве 1,5 % к объему среды и витамин В₂ в количестве 30 мкг/мл, либо витамин В₁ в количестве 2 мкг/мл.

Проведенные исследования показывают также возможность использования данного симбиоза бактерий для получения на его основе концентрированных заквасок, которые могут быть рекомендованы как в качестве биологически активных добавок к пище, так и для производства кисломолочных продуктов с высокими органолептическими и пробиотическими свойствами.

Литература

1. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – Москва, 2002. – 295 с.
2. Пробиотические микроорганизмы - современное состояние вопроса и перспективы использования / В.А. Алёшкин, А.М. Амерханова, В.В. Пospelова, Л.В. Пожалостина // Молочная промышленность. – 2003. – № 1. – 59 – 61.
3. Нетрусов, А.И. Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук, и др. – М.: Академия, 2005. – 608 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЛКАЛОИДА БЕРБЕРИНА ИЗ КОРНЕЙ БАРБАРИСА ОБЫКНОВЕННОГО (*BERBERIS VULGARIS L.*)

У.И. Болдорева, Е.В. Аверьянова

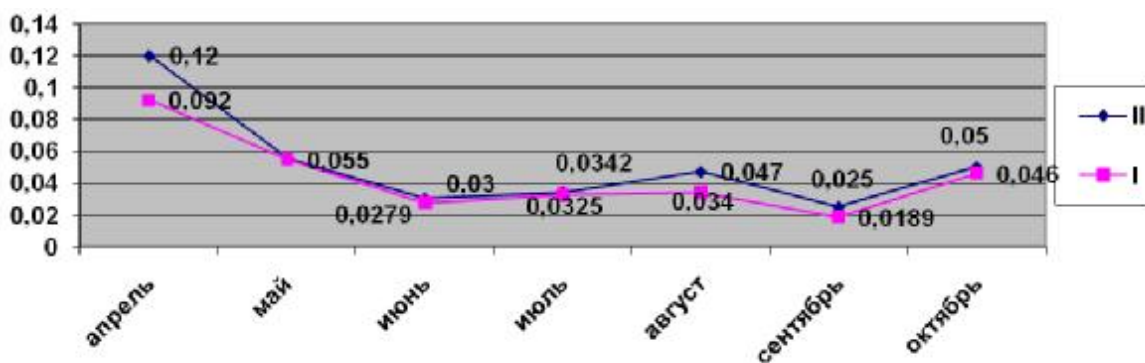
*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова,
г. Бийск, e-mail: ulyana011@rambler.ru, Lena@bti.secna.ru*

В последнее время возрос интерес к изучению лекарственных растений, произрастающих на территории предгорной зоны Алтая с целью выделения из них биологически активных веществ. Одним из таких растений является барбарис обыкновенный, в котором обнаружен алкалоид изохинолинового ряда берберин. Его используют как в производстве медицинских препаратов таблетки берберина бисульфат, служащих лекарством от хронического реактивного гепатита, гепатохолецистита, холецистита, так и в народной медицине в виде настоев и отваров алкалоидоносных растений [1].

Берберин в корнях находится в виде суммы алкалоидов близкого строения: берберин (1,5 %), пальматин (0,05 %), ятроноррицин (0,25 %), колумбамин (следовые количества).

По разным литературным данным известно, что максимальное накопление берберина, а, следовательно, и срок сбора корневищ приходится на апрель и октябрь месяцы [2, 3, 4]. Для уточнения этого вопроса нами были проведены опыты по определению содержания берберина в корнях барбариса на протяжении вегетативного периода 2010 года.

На рисунке 1 представлен график зависимости выхода берберина бисульфата от сроков сбора корневищ. Как видно из графика, благоприятными месяцами для сбора корневищ являются апрель (0,12 %) и октябрь (0,05 %), что хорошо согласуется с литературными данными. Для дальнейших исследований были заготовлены корневища именно в эти месяцы.



I – фотоэлектроколориметрический метод; II – исчерпывающая экстракция

Рисунок 1 – Графики зависимости содержания берберина бисульфата в корнях барбариса от месяца сбора, %

Из анализа литературных данных различных методик получения берберина отличающихся незначительно была составлена общая схема представленная на рисунке 2, которая заключается в очистки и измельчения корней барбариса, экстракции сырья водно-спиртовым раствором в течении 6 часов, упаривания экстракта до густой массы, подкисление, кристаллизации при 0 °С, фильтрации кристаллов [3].

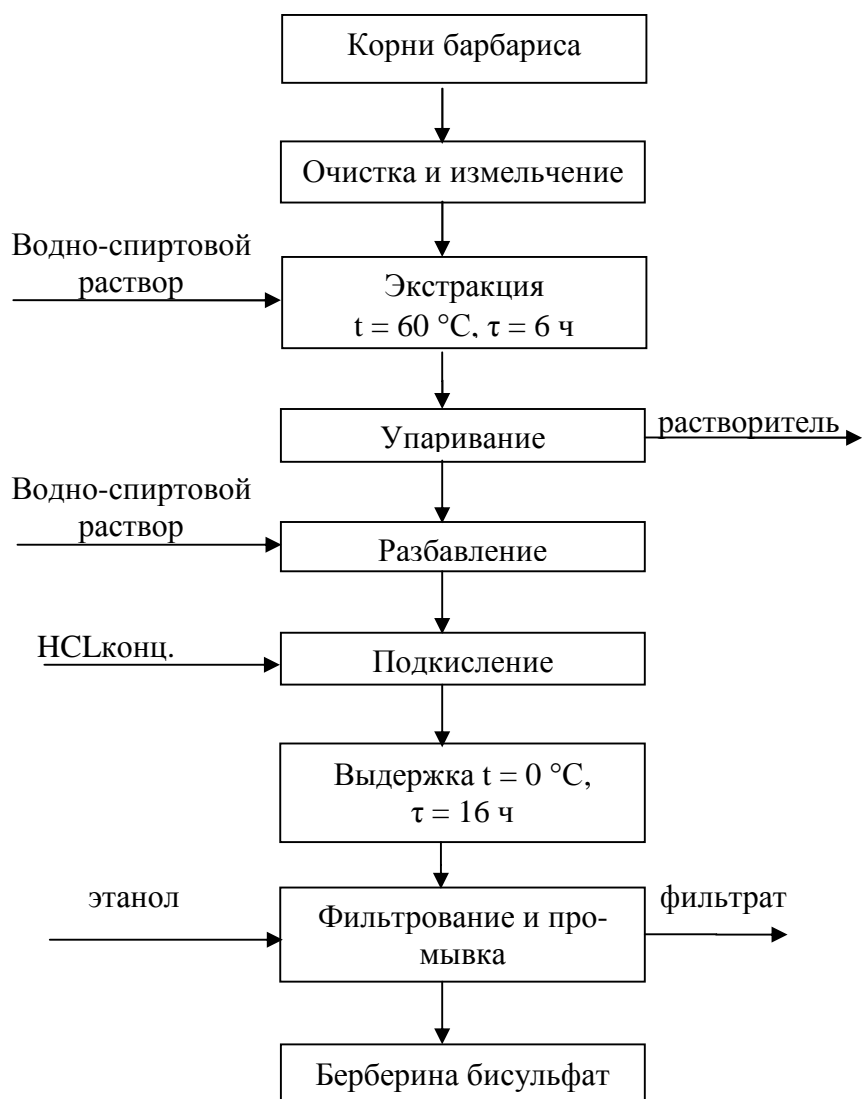
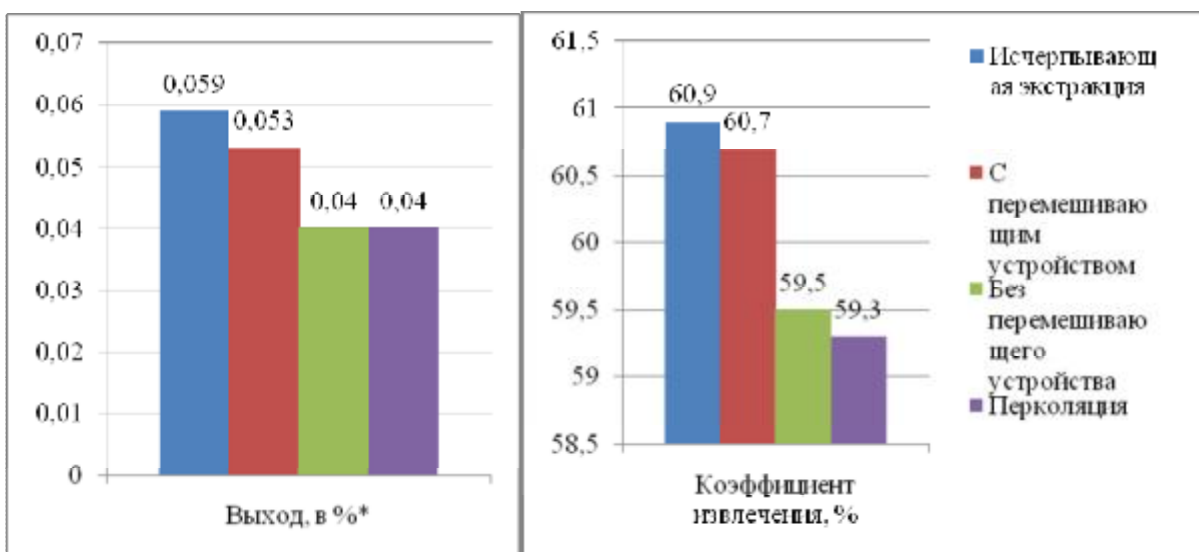


Рисунок 2 – Блок-схема выделения берберина бисульфата

При реализации этой схемы был выделен берберин бисульфат с выходом 0,12 %, выход значительно меньше от заявленного в литературе [4]. В связи с этим нами была проведена оптимизация предложенной схемы по следующим параметрам:

1. Способ экстракции.
2. Концентрация этилового спирта.
3. Температура процесса.

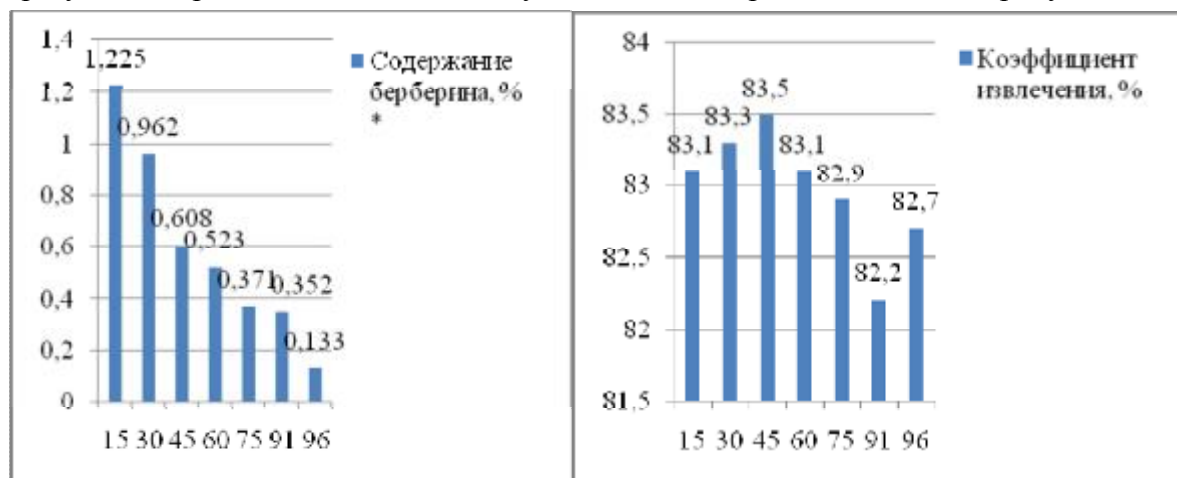
Для извлечения берберина были рассмотрены классические способы экстракции, а именно: экстракция в аппарате Сокслета, перколяция, кипячение с перемешивающим устройством и без перемешивающего устройства [5]. Выход и коэффициенты извлечения берберина представлены на рисунке 3. Из диаграммы видно, что максимальный выход достигается при исчерпывающей экстракции и при извлечении берберина с перемешивающим устройством. Коэффициенты извлечения так же наиболее высоки для этих методов и между собой различаются незначительно.



*Выход берберина бисульфата в пересчете на абсолютно сухое вещество

Рисунок 3 – Диаграммы зависимости выхода берберина от метода экстракции

В литературе не указана концентрация растворителя, поэтому мы проводили опыты с водно-спиртовым раствором, с концентрацией спирта от 15 до 96 об. % [6]. В результате проделанных опытов получены данные, представленные на рисунке 4.



*Выход берберина бисульфата в пересчете на абсолютно сухое сырье

Рисунок 4 – Диаграммы зависимости выхода берберина от концентрации растворителя

Из диаграммы видно, что лучшей концентрацией растворителя является 15 об. %. При этой концентрации удалось выделить 1,225 %. Однако, коэффициент извлечения наиболее высок при концентрации этилового спирта 45 об. %. Это несоответствие на наш взгляд связано с тем, что при низкой концентрации спирта происходит извлечение балластных веществ растворимых в воде.

Для выбора температуры процесса проводились опыты в диапазоне от 25 до 80 °С. Предельной температурой являлась температура кипения растворителя. Диаграмма зависимости выхода берберина и коэффициента его извлечения представлена на рисунке 5. Из диаграммы видно, что с увеличением температуры происходит незначительное увеличение и выхода берберина и коэффициента извлечения. Таким образом, температура не существенно влияет на выход берберина.

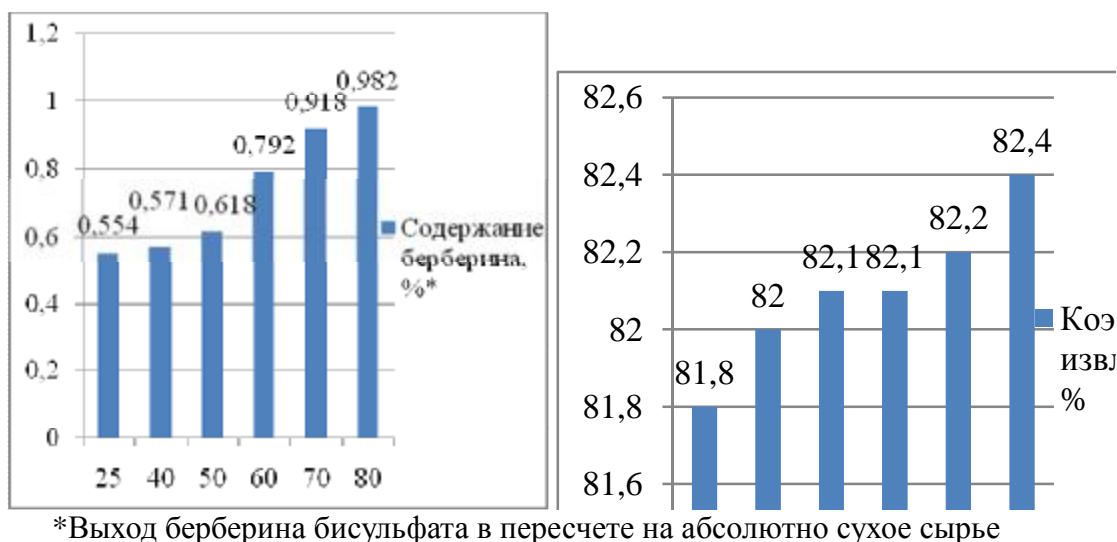


Рисунок 5 – Диаграммы зависимости содержания берберина от температуры процесса

Весь берберин, полученный, в результате опытов был объединен в общую пробу и очищен методом перекристаллизации из водно-спиртового раствора с добавлением угля.

На основании проделанной работы был выбран метод экстракции берберина из корней барбариса в аппарате с перемешивающим устройством при концентрации спирта 45 об. % и доказано, что температура процесса не существенно влияет на коэффициент извлечения берберина.

Литература:

1. Куликов, В.В. Лекарственные растения Алтайского края / В.В. Куликов. – Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1975. – 208 с.
2. Потопальский, А.И. Барбарис и его препараты в биологии и медицине – Киев: Наукова думка, 1989. – 288 с.
3. АСССР 1196004А, А 61 К 35/78, БИ N 45, 1985.
4. Каримов, А., Лутфуллин К.Л., Зенайшвили В.В., Чихладзе Ч.А. АСССРN 1290584, БИН 6, 1987.
5. Воскресенский, П.И. Техника лабораторных работ / М.: Химия, 1973. – 717 с.
6. Лазурьевский, Г.В., Терентьева, И.В., Шамшурин, А.А. Практические работы по химии природных соединений, М.: "Высшая школа", 1996, с. 200 – 201.
7. Керимов, С.Ш., Чижов, О.С. Химия природных соединений, 1974, N 2, с. 254-255.
8. Болдырев, В.В. Механохимический синтез в неорганической химии, Новосибирск, Наука, 1991, с. 5-32.
9. Ломовский, О.И. Химия в интересах устойчивого развития, 1994, N 1, с. 473-482.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ СТРУКТУРИРОВАННЫХ НАНОНОСИТЕЛЕЙ

А.С. Буянова, М.Э. Ламберова

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова,
г. Бийск, e-mail: alenabuyanova@mail.ru, mlamberova@yandex.ru

В последнее время наблюдается растущий интерес к антимикробным полимерным материалам, особенно в медицинской и пищевой промышленности. Вследствие развития резистентности к традиционно применяемым дезинфектантам у многих патогенных микроорганизмов, актуальным является поиск и применение новых средств, обладающих антимикробными свойствами.

К патогенным микроорганизмам относятся *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, из них условно патогенными считаются *Pseudomonas aeruginosa*.

Pseudomonas aeruginosa (*P. Aeruginosa* – «синегнойная палочка») – это грамотрицательная подвижная бактерия палочковидной формы, является облигатным (строгим) аэробом с размерами (0,5-0,8)×(1,5-3,0) мкм. Оптимальная температура для развития 37 °С, но может расти и при 42 °С. Чрезвычайно устойчива к большинству антибиотиков за счет барьера, создаваемого липосахаридами внешней мембраны, а также частото присутствия в толще биопленки, тоже выполняющей защитную роль.

Escherichia coli (*E.coli*) – это грамотрицательные палочковидные бактерии, принадлежащие к семейству *Enterobacteriaceae*. Выполняет полезную роль, подавляя рост вредных бактерий и синтезируя некоторые витамины. Бактерии группы кишечной палочки не устойчивы к высокой температуре, при 60 °С гибель их наступает через 15 минут, при 100 °С – мгновенно. Обычные дезинфицирующие вещества (фенол, формалин, сулема, едкий натр, креолин, хлорная известь и др.) в общепринятых разведениях быстро убивают кишечную палочку.

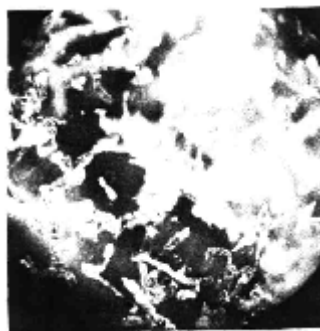
Candida albicans (*C. albicans*) является одноклеточными дрожжеподобными микроорганизмами. Молодые клетки имеют округлую или яйцевидную форму – «споры», зрелые - удлинённую. В зависимости от более или менее благоприятных условий существования *Candida* или находится в состоянии «спор» или образует почкующийся псевдомицелий. Является возбудителем кандидозов.

Staphylococcus aureus (*S. aureus* – стафилококк золотистый) – наиболее патогенный вид стафилококков, возбудитель гнойно-воспалительных поражений у человека. Относится к семейству *Micrococcaceae*, порядок *Lactobacillales*, класс *Bacilli*, тип *Firmicutes*, царство Бактерии.

Bacillus cereus (*B. cereus*) – грамположительная, спорообразующая почвенная бактерия. Хемоорганогетеротроф, факультативный анаэроб, способен к нитратредукции. Растёт на простых питательных средах, на плотных питательных средах образует плоские, мелкобугристые, слегка вогнутые, матовые колонии. Край волнистый. Клетки крупные (1,0)×(3,0-4,0) мкм, эндоспоры расположены центрально, не превышают размер клетки. Жгутики расположены перетрихально. Вызывает токсикоинфекции у человека.

Целоформ это целлюлозосодержащий сорбент с наноразмерами пор и длиной волокон 20-50 мкм (рисунок 1).

Целью данной работы является исследование антимикробного действия целоформа и алюмоадсорбента Fresh F-24 в отношении бактерий *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, и дрожжей *Candida albicans*.



(увеличение 24000)
 диаметр волокна = 2,0-4,0 мкм,
 длина волокна = 20,0-50,0 мкм

Рисунок 1 – Целоформ, полученный из отходов производства хлопковой ваты
 (ООО «Целоформ», г. Казань)

При нанесении в рану целоформ образует «активную хирургическую повязку», через которую не проникают микроорганизмы. Для уже существующих бактерий создаются неблагоприятные условия из-за гидрофильных свойств целоформа. При этом сохраняется газообмен и питание поврежденных тканей, создаются благоприятные условия для нейтрофилов и макрофагов, уничтожающих микробов. Обладает длительным адсорбирующим действием, не вызывает побочных реакций в виде раздражений и непереносимости, имеет хорошие дезодорирующие свойства [1].

Таблица 1 – Характеристика адсорбента Fresh F-24

Наименование показателей	Величина
Насыпная плотность сухого продукта, г/см ³	0,78
Удельная поверхность, м ² /г, не менее	414,3
Фракционный состав, %:	
массовая доля фракции в пределах 0,2 – 1,2 мм, не менее	81,1
массовая доля фракций в пределах 0,2 – 0,3 мм, не более	57,4
Fe ₂ O ₃	6,8
Na ₂ O	0,6
Al ₂ O ₃	14,4
Реакция на воду	не реагирует
Картина рентгеновской дифракции	кристаллическая

Для определения антимикробной активности суточную культуру выдерживали со стерилизованным структурированным наноносителем в течение 1 – 5 часов, промывали 0,9 %-ным раствором NaCl. После полного осаждения сорбента готовили разведения до 10⁻¹⁰ с последующим высевом на элективную агаризованную среду в чашки Петри.

Культивировали в термостате при температуре 37 °С в течение 24 часов – для *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, и при температуре 26 °С 96-120 часов – для *Candida albicans*. По результатам подсчета колоний, обработанным статистически, строили диаграммы (рисунок 2-6).

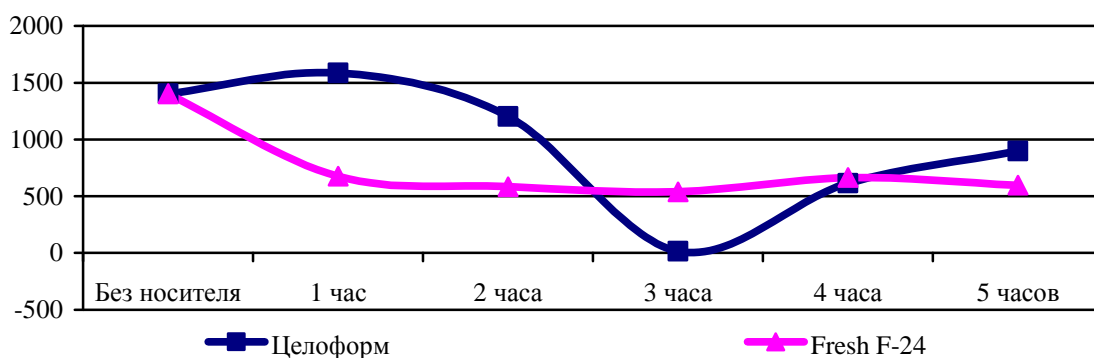


Рисунок 2 – Зависимость количества клеток (КОЕ/мл) *Pseudomonas aeruginosa* от длительности выдержки с целоформом и Fresh F-24 при кратности разведения $1:10^{-5}$

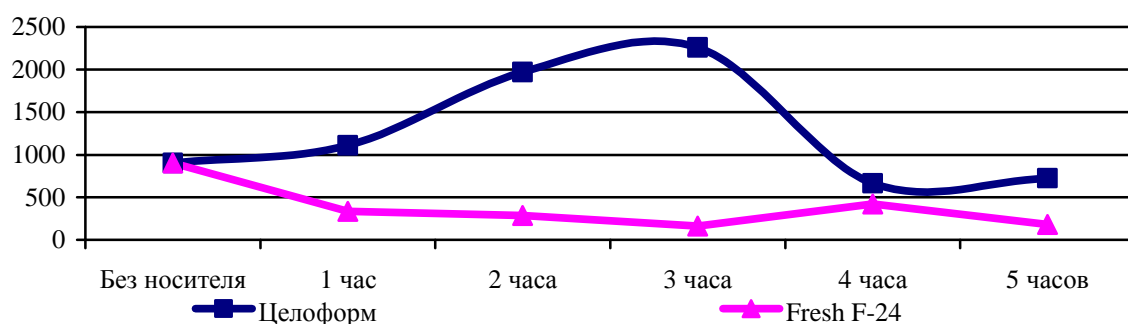


Рисунок 3 – Зависимость количества клеток (КОЕ/мл) *Escherichia coli* от длительности выдержки с целоформом и Fresh F-24 при кратности разведения $1:10^{-5}$

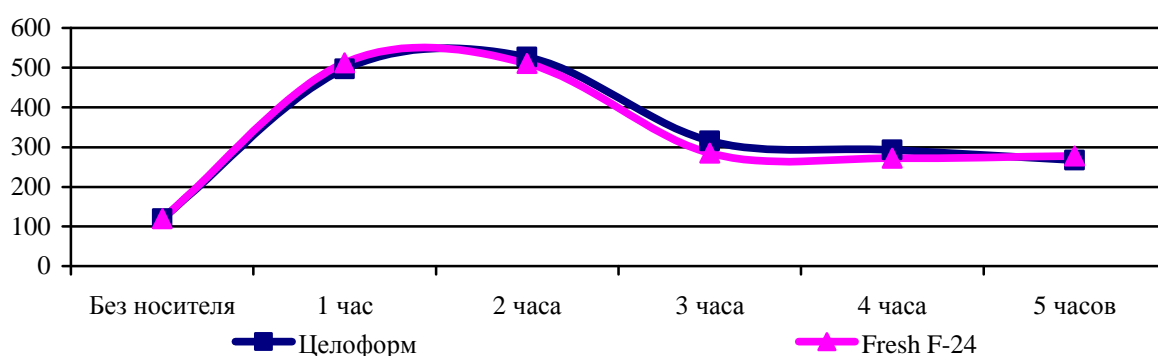


Рисунок 4 – Зависимость количества клеток (КОЕ/мл) *Candida albicans* от длительности выдержки с целоформом и Fresh F-24 при кратности разведения $1:10^{-5}$

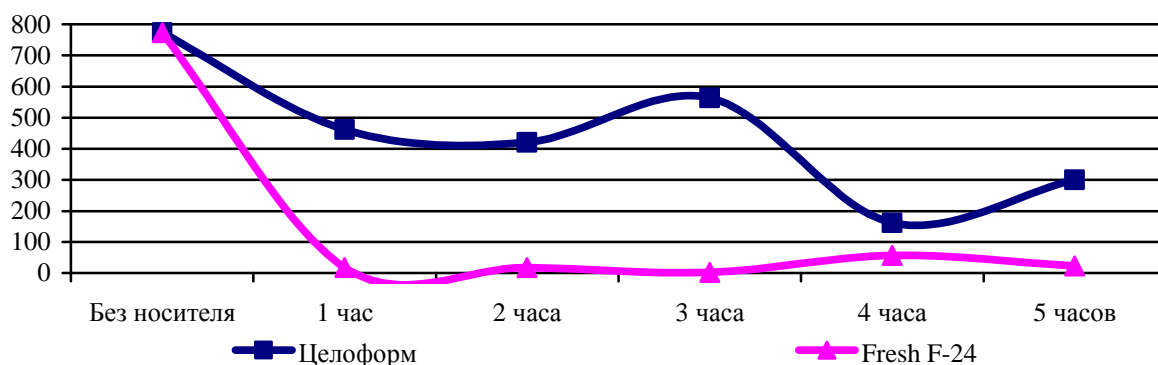


Рисунок 5 – Зависимость количества клеток (КОЕ/мл) *Bacillus cereus* от длительности выдержки с целоформом и Fresh F-24 при кратности разведения $1:10^{-4}$

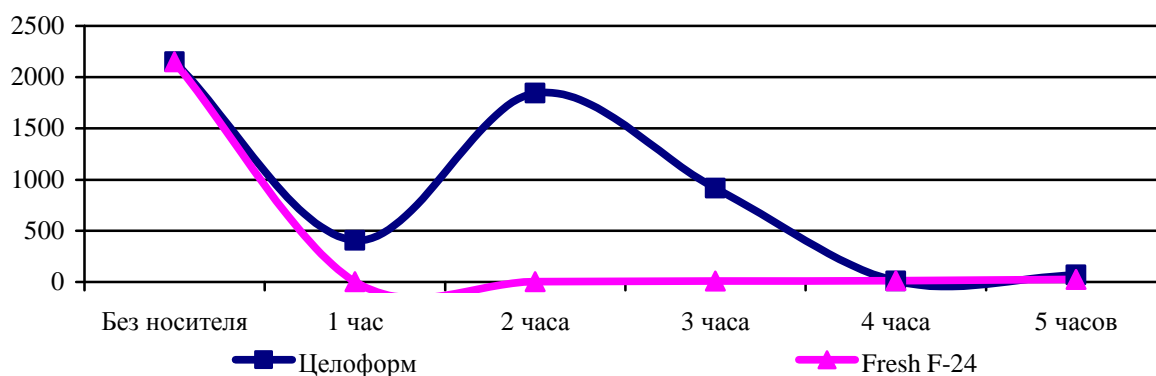


Рисунок 6 – Зависимость количества клеток (КОЕ/мл) *Staphylococcus aureus* от длительности выдержки с целоформом и Fresh F-24 при кратности разведения $1:10^{-5}$

Таким образом, лучшие результаты антимикробной активности в отношении *Pseudomonas aeruginosa* наблюдаются у целоформа при разведении $1:10^{-5}$ и 3-х часовой выдержке с адсорбентом; у Fresh F-24 - при разведении $1:10^{-5}$ и выдержкой с адсорбентом от 1 до 5 часов.

В отношении *Escherichia coli* при кратности разведения $1:10^{-5}$ лучший результат антимикробной активности Fresh F-24 наблюдается при 3-х часовой выдержке с адсорбентом (160 КОЕ/мл); у целоформа – при выдержке с адсорбентом в течение 4 часов (666 КОЕ/мл).

Исследования с *Candida albicans* показали обратные результаты. При выдержке со структурированными наноносителями выросло большее количество колоний, чем без него. Это может свидетельствовать об адаптации дрожжей к адсорбенту.

В отношении *Bacillus cereus* при кратности разведения $1:10^{-4}$ лучшими антимикробными свойствами обладает Fresh F-24 (2 КОЕ/мл при выдержке 3 часа).

Выдержка суспензии клеток *Staphylococcus aureus* при разведении $1:10^{-5}$ с Fresh F-24 показала его антимикробную активность начиная с первого часа (2 КОЕ/мл). С целоформом близкий результат (8 КОЕ/мл) был получен при 4-х часовой выдержке с адсорбентом.

Литература

1. Абаев, Ю.К. Динамика устойчивости к антисептикам возбудителей гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей у детей / Ю.К. Абаев, А.А. Адарченко // Вестник хирургии. 1996. – Т. 155. – № 4. – С. 35-36.
2. Аванасян, Л.А. О взаимоотношении иммунного и адаптивного ответа / Л.А. Аванасян, Т.К. Давтян // Успехи современной биологии 2001. – Т. 121. – № 3. – С. 275-286.
3. Адарченко, А.А. Сравнительное исследование антибиотиков и антисептиков в отношении *S. aureus* / А.А. Адарченко, А.П. Красильников, О.П. Собещук // Антибиотики и химиотерапия. 1991. – № 2. – С. 21-24.
4. Афиногенов, Г.Е. Антимикробные полимеры / Г.Е. Афиногенов, Е.Ф. Панарин. – СПб.: крат, 1993. – 264 с.
5. Государственная фармакопея XII издания, вып.1, 2. М.: Медицина, 2007. Добавлена 25.06.2009.

АНАЛИЗ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ. СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ

Л.Т. Белоусова¹, А.В. Григоренко¹, Р.Ю. Митрофанов²

¹Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск

²Учреждение Российской академии наук «Институт проблем химико-энергетических технологий» Сибирского отделения РАН, г. Бийск

В последние десятилетия резко возрос интерес к переработке возобновляемого растительного сырья в ценные продукты. В связи с этим для сельскохозяйственных регионов актуальным становится отработка методов переработки отходов растениеводства в целевые соединения. Из них наиболее известны: этанол, фурфурол, многоатомные спирты, глюкоза, ксилоза и т.д. Значительно меньше внимания уделяется левулиновой кислоте (ЛК). Между тем молекула ЛК содержит две функциональной группы, которые дают возможность получать на ее основе большое число органических соединений [1].

Эфиры и соли ЛК применяют в пищевой промышленности в качестве консервантов и стабилизаторов [2-4], отдушек в косметических препаратах различного назначения [5-7], в фармацевтической химии [8, 9]. Добавки эфиров ЛК улучшают характеристики топлива для двигателей внутреннего сгорания [10] и т.д.

В литературе описаны способы получения ЛК из сахарозы [11] и крахмала [12] методом кислотного-каталитической конверсии. Данным способом в СССР ЛК в небольших масштабах производил Славгородский химкомбинат им. Верещагина. Производство было закрыто в 60-х гг XX в, в связи с запретом использования пищевых продуктов в промышленных целях. После чего внимание исследователей было направлено на поиск других сырьевых источников. Таким источником стала целлюлоза.

Целью работы являлось изучение способа получения ЛК из целлюлозы, полученной из легкодоступных отходов сельского хозяйства и мискантуса китайского.

В качестве объектов исследования были выбраны: целлюлоза полученная из шелухи овса и мискантуса, для сравнения выходов – сахароза, крахмал и хлопковый линт.

Экспериментальная часть

Левулиновая кислота

К 50 г исходного сырья приливают 411 мл 16 % HCl с катализатором MnO₂ или без него. Смесь кипятят на масляной или водяной бане при 103-107 °С в течении 24-35 часов и фильтруют. Осадок промывают горячей водой, объединяют с фильтратом и упаривают. Остаток перегоняют под вакуумом при температуре 130 °С. Получают 20-35 % ЛК в виде прозрачной желтоватой маслянистой жидкости.

Условия получения и выход ЛК из различного сырья сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные по конверсии гексозсодержащего сырья

Сырье	Температура реакции, °С	Время реакции, ч	Катализатор	T _{кип.} , °С (4 мм. рт. ст.)	Выход, % от массы сырья	n _D ^{21,5}
Сахароза	103	24	–	135	20	1,412
Крахмал	103	20	–	135	25	1,411
Хлопковый линт	107	35	–	134	35	1,411

Продолжение таблицы 1

Хлопковый линт	107	35	MnO ₂	134	35	1,411
Беленая целлюлоза из шелухи овса	107	35	–	135	35	1,411
Беленая целлюлоза из мискантуса	107	35	–	134	34	1,412

***n*-Бромфенациловый эфир ЛК**

К раствору 3,6 г (0,03 моль) левулиновой кислоты в 4 мл триэтиламина приливают раствор *n*-бромфенацилбромида в 45 мл этилового спирта. Полученный раствор кипятят течение 2 часов, после чего оставляют на кристаллизацию, выпавший осадок отфильтровывают. Получают 5,44 г (79 % от теор.) *n*-бромфенацилового эфира ЛК (3) в виде оранжевых кристаллов с температурой плавления 84-85 °С (из этанола). ИК спектр, ν , см⁻¹: 1715,5, 1696,9 (C=O); 1747,6 (–COO–); 1483,3 (CH₃–); 559,5 (C-Br); 2967, 2930 (–CH₂–); 891, 3092 (C₆H₆); 1203, 1183 (–O–C=O).

2,4-динитрофенилгидразон ЛК

К раствору 1,98 г (0,01 моль) 2,4-динитрофенилгидразина в 20 мл ДМФА приливают 1,82 г (0,016 моль) левулиновой кислоты и 0,1 мл 37 % HCl. Полученный раствор взбалтывают в течении 10-15 мин при 21,5 °С, затем добавляют 50 мл H₂O и оставляют на кристаллизацию. Выпавший осадок отфильтровывают. Получают 2,9 г (64 % от теор.) 2,4-динитрофенилгидразона ЛК в виде белых кристаллов игольчатой формы с температурой плавления 206-207 °С (из этанола).

Гидразон изоникотиноил ЛК

К раствору 1,5 г (0,01 моль) гидразида изоникотиновой кислоты в 2 мл H₂O прибавляют 2,9 г (0,025 моль) левулиновой кислоты, после чего наблюдают выпадение белого осадка. Раствор оставляют на кристаллизацию, выпавший осадок отфильтровывают. Получают 2,4 г (50 % от теор.) гидразона изоникотиноил ЛК в виде кристаллов кремового цвета с температурой плавления 219-220 °С (из 40 % этанола).

Результаты и их обсуждение

Алтайский край ежегодно производит до 14 млн. тонн сельскохозяйственных отходов, таких как шелуха овса, солома пшеницы, овса, ячменя и др. Доля целлюлозы, в которых составляет до 40 %. Получаемая из вышеперечисленного сырья целлюлоза имеет недостаточно высокую степень полимеризации, что ограничивает области ее применения. Однако такую целлюлозу можно перерабатывать в ЛК кислотно-каталитической конверсией по схеме 1.

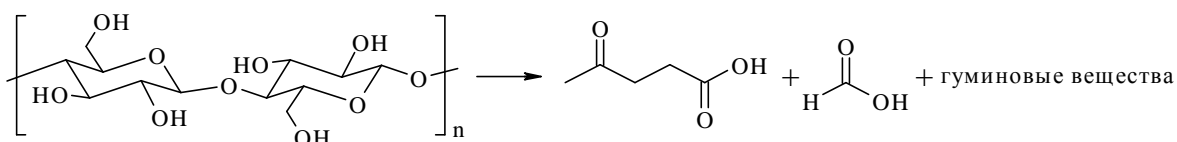


Схема 1

Сырье подвергалось конверсии при температуре 103-107 °С, с использованием катализатора и без него. Согласно экспериментальным данным, катализатор не оказывает существенного влияния на выход ЛК.

Конверсия хлопкового линта, целлюлозы полученной из шелухи овса и мискантуса при температуре 107 ± 2 °С и времени реакции 35 ч, получена ЛК, физические свойства которой не отличаются от ЛК полученной из сахарозы и крахмала.

Выход ЛК, полученной из целлюлоз, превышает выход ЛК, полученной из сахаразы и крахмала на 14-15 %. Различие методик получения заключается в применении более высокой температуры конверсии и более длительной выдержке. Значения показателей преломления ЛК, полученной из разного сырья имеют расхождения всего на 0,0001, что свидетельствует о высокой степени схожести полученных веществ.

С целью подтверждения химической структуры был проведен синтез ряда производных ЛК, схема 2 (1,2,3), с последующим сравнением их физических свойств с литературными данными [13] и применением ИК спектроскопии.

Известно, что для идентификации карбоксильной группы используют *n*-бромфенациловые эфиры. Полученный *n*-бромфенациловый эфир левулиновой кислоты (1) представляет собой кристаллическое соединение и имеет четкую температуру плавления.

Наличие кетогруппы подтверждается образованием 2,4-динитрофенилгидразона (2) и гидразона изоникотиноил ЛК (3).

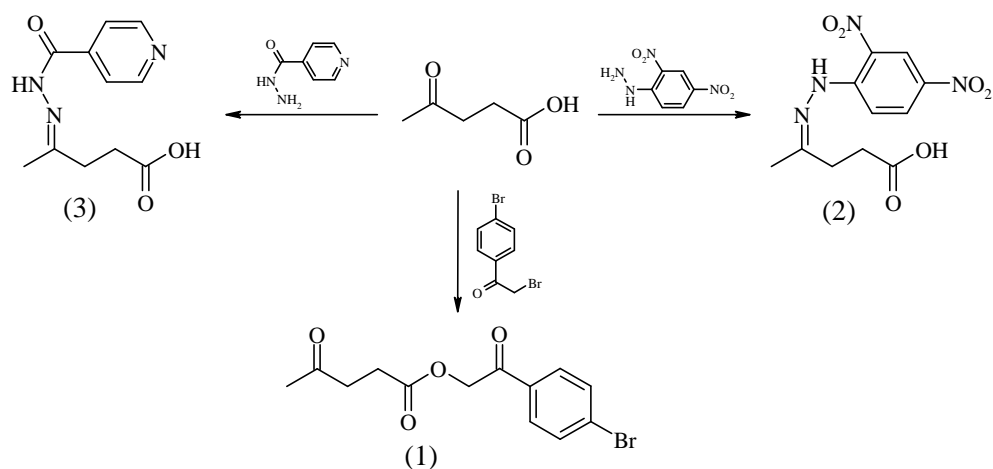


Схема 2

В качестве выводов по работе необходимо отметить следующее:

1. Использование целлюлозы для получения ЛК дает повышение выхода по сравнению с сахарозой и крахмалом на 10-15 %.
2. Применение MnO_2 в качестве катализатора при получении ЛК из целлюлозы не дает ни увеличения выхода, ни сокращения времени реакции.
3. Выход ЛК не зависит от качества и природы используемой целлюлозы.

Литература

1. Тимохин, Б.В. Левулиновая кислота в органическом синтезе / Б.В. Тимохин, В.А. Баранский, Г.Д. Елисеева // Успехи химии 1999. Т. 68. № 1. С. 80-93.
2. Пат. 7661685 Япония; Chem. Abstr., 85, 121780 (1976).
3. Georgiopoloulus D.N. Flavour compounds of a commercial concentrated blackberry juice / D.N. Georgiopoloulus, A.N.Gallois // Food Chemistry 1988. Vol. 28. P. 141-148.
4. Пат. 3749 Япония; РЖХим., (23), 79520 (1958).
5. Пат. 58124711 Япония; Chem. Abstr., 99, 163846 (1983).
6. Пат. 7940614 Япония; Chem. Abstr., 92, 152897 (1980).
7. Muzzarelli R. Characteristic properties of N-carboxybutyl chitosan / R. Muzzarelli, M. Weckx, O. Fillipini, C. Lough // Carbohydrate polymers 1989. Vol. 11. P. 307-320.
8. Пат. 2902713 Германия; Chem. Abstr., 91, 198981 (1979).
9. Пат. 7896050 Япония; Chem. Abstr., 89, 216353 (1978).
10. Пат. 496555 Европа; Chem. Abstr., 118, 40897 (1993).

11. Препаративная органическая химия / пер. с польского, под ред. Н.С. Вульфсона. – М.: Госхимиздат, 1959. – 649 с.
12. Ортнер, Л. Практикум по органической химии / Л. Ортнер, Л. Рейхель. – М.: Госхимиздат, 1931. – 237 с.
13. Шрайнер, Р. Идентификация органических соединений / Р. Шрайнер, Р. Фьюзон, Д. Кёртин и Т. Моррилл. – М.: Мир, 1983. – 704 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ РАЗНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К БИОСИНТЕЗУ ШИКИМОВОЙ КИСЛОТЫ В КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ *IN VITRO* НА СРЕДЕ С ГЛИФОСАТОМ

А.С. Буянова, Ю.И. Захарьева, М.Э. Ламберова

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова,
г. Бийск, e-mail: yuliya4142@mail.ru*

Для Алтайского края и России в целом актуальным является поиск новых препаратов, которые применяются при лечении и профилактике гриппа, при химиотерапии раковых заболеваний, а также обладающих антикоагулянтной и антитромботической активностью. Такие препараты изготавливают на основе шикимовой кислоты.

Шикимовая кислота – это важнейшее промежуточное звено в биосинтезе лигнина, ароматических аминокислот и многих алкалоидов растений и микроорганизмов. Шикимовая кислота встречается во многих тканях диких растений – звездчатый анис, амбровое дерево, *гинкго* билоба, а также в сельскохозяйственных растениях [1, 2, 3, 4].

Пшеница, гречиха и горох относятся к районированным культурам Алтайского края. Неблагоприятные природно-климатические условия, такие как засуха, низкая норма вносимых удобрений могут являться причиной снижения питательной ценности этих культур, и как следствие, их непригодности для использования в пищевой промышленности и животноводстве. Эти культуры возможно использовать для получения шикимовой кислоты.

В биотехнологии растительные клетки можно размножить круглогодично методом культуры клеток и тканей *in vitro*, в том числе и клетки продуцентов шикимовой кислоты.

Целью данной работы является исследование способности гречихи, пшеницы и гороха к биосинтезу шикимовой кислоты в культуре клеток *in vitro* на среде с глифосатом.

Работа проводилась на кафедре Биотехнологии Бийского технологического института по договору сотрудничества с ИПХЭТ СО РАН.

Были получены культуры клеток *in vitro* гречихи, пшеницы и гороха и определены показатели, из них приготовлены экстракты, в которых было определено наличие шикимовой кислоты методом ВЭЖХ.

Сырьем являлись семена гречихи сорта «Аромат», пшеницы сорта «Алтайская», гороха сорта «Альфа» которые после проращивания направляли на получение эксплантов, которые вводили в культуру клеток *in vitro* на агаризованной питательной среде МС для инициации каллусообразования, после чего проводили пассирование на такой же питательной среде с глифосатом. Глифосат относится к гербицидам и способствует накоплению шикимовой кислоты, ингибируя ферменты, ответственные за ее дальнейшее превращение в клетке. На стадиях культивирования проводили оценку показателей – эффективность стерилизации в эксплантах гречихи, пшеницы и гороха эффективность инициации каллусообразования и эффективность каллусообразования. Затем

полученную культуру экстрагировали 75 %-ной водно-спиртовой смесью в четырехкратном объеме в течение трех часов.

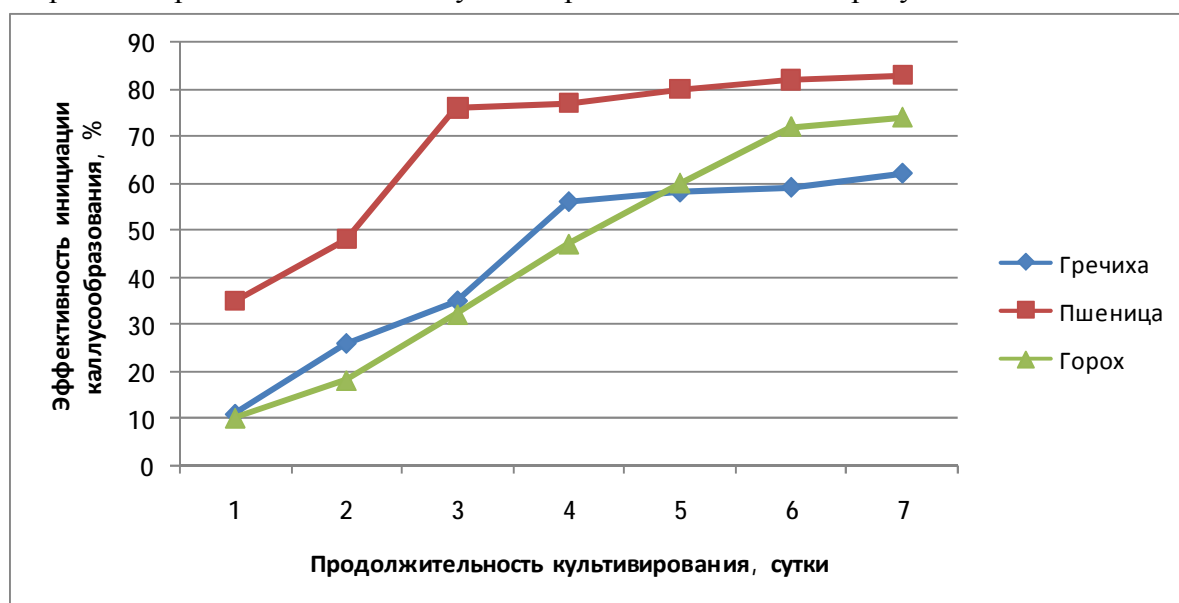
В полученных экстрактах гречихи методом ВЭЖХ определяли шикимовую кислоту. Использовали жидкостной хроматограф «Agilent 1200», снабженный дегазатором, градиентным насосом и УФ-детектором. Разделение веществ, содержащихся в экстрактах, проводили на колонке Zorbax Bonus RP (C18) 2,1×150 мм с размером частиц 5 мкм при 25 °С. Эффективность стерилизации и инициации каллусообразования оценивали в течение 7 суток, по показателям эффективности стерилизации и инициации каллусообразования в эксплантах. Результаты представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Оценка эффективности стерилизации в эксплантах гречихи, пшеницы и гороха на питательной среде МС в течение 7 суток

Длительность культивирования, сутки		1	2	3	4	5	6	7
Эффективность стерилизации эксплантов, %	Гречиха	100	100	100	99	97	97	97
	Пшеница	100	100	98	98	98	98	98
	Горох	100	100	100	100	99	98	98

Высокие показатели эффективности стерилизации (100 % в течение первых трех суток и более 97 % к концу недели) означают отсутствие как внутренней, так и внешней инфекции эксплантов гречихи, пшеницы и гороха.

Зависимость инициации каллусообразования в эксплантах гречихи, пшеницы и гороха от продолжительности культивирования показана на рисунке 1.



Температура (25±2) °С, в темноте, влажность 70,0 %

Рисунок 1 – Зависимость эффективности инициации каллусообразования эксплантов от длительности культивирования на питательной среде МС

Инициация каллусообразования наблюдалась с первых суток и достигала максимума – 56,0 % на четвертые сутки для гречихи, 76,0 % на третьи сутки для пшеницы и 72,0 % на шестые сутки для гороха и далее оставалась примерно на таком же уровне.

Оценку эффективности каллусообразования в эксплантах пшеницы и гороха проводили на 14 сутки культивирования на среде с глифосатом в разной концентрации. Контрольной была среда без глифосата. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость эффективности каллусообразования в эксплантах пшеницы и гороха от концентрации глифосата в среде МС

Концентрация глифосата, мг/л	Эффективность каллусообразования, %	
	Пшеница	Горох
контроль	60,0	75,0
0,0025	40,0	55,0
0,0050	48,0	60,0
0,0075	45,0	57,0
0,0010	28,0	48,0
0,0025	30,0	40,0

Из полученных результатов (таблица 2) видно, что эффективность каллусообразования была наибольшей при культивировании на среде МС, содержащей 0,0050 и 0,0075 мг/л глифосата, как для пшеницы, так и для гороха.

Оценку эффективности каллусообразования в эксплантах гречихи проводили на 10 сутки культивирования при более низких концентрациях глифосата в среде. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость эффективности каллусообразования в эксплантах гречихи от концентрации глифосата в среде МС

Концентрация глифосата, мг/л	Эффективность каллусообразования, %
контроль	20,0
0,00025	7,0
0,00050	13,0
0,00075	11,0

Из таблицы 3 видно, что наибольшая эффективность каллусообразования была при культивировании эксплантов гречихи на питательной среде МС, содержащей $0,5 \times 10^3$ мг/л глифосата. Такая среда использовалась в дальнейших опытах по определению шикимовой кислоты методом ВЭЖХ в экстрактах из культуры клеток гречихи *in vitro*.

Были получены хроматограммы шикимовой кислоты в образцах - экстрактах из культуры клеток гречихи *in vitro*, культивируемых на питательной среде МС в течение 4...7 суток.

Пик шикимовой кислоты (Рисунок 2, а) вышел в момент времени 2,459 минуты при анализе экстракта четырехсуточной культуры клеток гречихи. В остальных культурах клеток гречихи *in vitro* шикимовая кислота не была обнаружена. Анализируя экстракты из 6...10-суточных и 16-суточных культур клеток гречихи *in vitro*, которые культивировали на питательной среде МС с глифосатом, определили, что шикимовая кислота присутствует в экстрактах 10- и 16-суточной культуры клеток гречихи. На хроматограммах (Рисунок 2, б и в) пики шикимовой кислоты вышли в момент времени 2,433 и 2,509 минут соответственно.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что при культивировании эксплантов гречихи на питательной среде МС накопление шикимовой кислоты происходит в течение первых четырех суток, после чего она метаболизируется в клетке. Лучшим вариантом для накопления шикимовой кислоты является культивирование эксплантов гречихи *in vitro* на питательной среде МС с глифосатом в течение 16 суток.

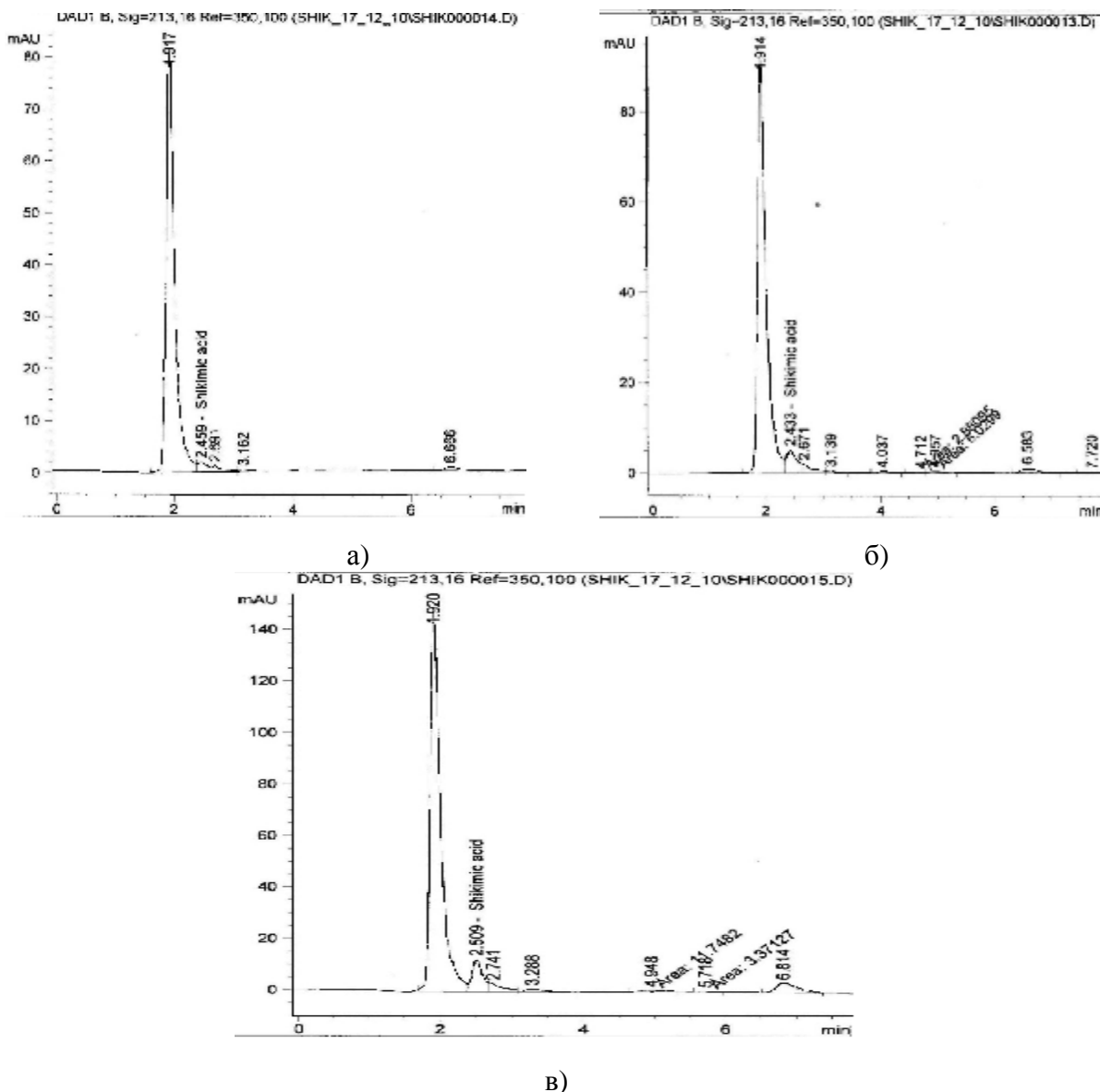


Рисунок 2 – Хроматограммы шикимовой кислоты, полученные методом ВЭЖХ

- Таким образом, по результатам данной работы можно сделать выводы:
- получены культуры клеток *in vitro* гречихи, пшеницы и гороха;
 - оценена динамика показателей – эффективность стерилизации эксплантов гречихи, пшеницы и гороха, эффективность инициации каллусообразования и эффективность каллусообразования.
 - приготовлены экстракты из культур клеток *in vitro* гречихи, пшеницы и гороха;
 - оценено методом ВЭЖХ присутствие шикимовой кислоты в экстракте из культуры клеток гречихи;
 - впервые установлена принципиальная возможность получения шикимовой кислоты из клеточной культуры *in vitro* гречихи.

Литература

1. Пат. 2206612С2 РФ, Способ получения шикимовой кислоты / Йомантас Юргис А.В., Абалкина Е.Г., Полануер Б.М., Ямпольская Т.А., Бачина Т.А., Козлов Ю.И. / ЗАО НИИ “Аджиномото-Генетика”, 1999 г.
2. Pat 087424 US, Methods and materials for the production of shikimic acid / John W. Frost, 2007

3. Adachi O.S. Purification and characterization of membrane-bound quinoprotein quinate dehydrogenase / O. Adachi, S. Tanaspawat, N. Yoshihara // Biosci. Biotechnol. Biochem. 2003. Vol. 67. – P. 2112 – 2123.

4. Binarova P. Changes of shikimate pathway in glyphosate tolerant alfalfa cell lines with reduced embryogenic ability/ P. Binarova, M/ Cvikrova, T. Havlicky // Biologia plantarum/ 1994. Vol 36. – P. 65-73.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ БАКТЕРИЙ РОДА *METHYLOBACTERIUM* К АЗОТФИКСАЦИИ И БИОСИНТЕЗУ ФИТОГОРМОНОВ В СИМБИОЗЕ С КУЛЬТУРОЙ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ ГОРОХА *IN VITRO*

Т.А. Кочнева, А.С. Буянова, М.Э. Ламберова

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова,
г. Бийск, e-mail: Vgik_99@mail.ru, mlamberova@yandex.ru*

Алтайский край не считается традиционным регионом для выращивания зернобобовых культур, в том числе гороха. Горох – влаголюбивое, светолюбивое растение, чувствительное к перепадам температур и избытку влаги. По химическому составу он ценен как пищевой и кормовой продукт. Большой проблемой является активное развитие в нем инфекций, уничтожающих до 40 % посевов. Кроме того почти повсеместно растения нуждаются в азотных удобрениях.

В биотехнологии для улучшения сортов применяется метод культур клеток и тканей *in vitro*, который позволяет оздоровить посадочный материал и размножить его круглый год. Известно также, что синтетические регуляторы роста, которые используются в технологии культуры клеток и тканей *in vitro* при длительном пассаже накапливаются в клетках и вызывают мутации. Поэтому одной из проблем метода считается замена синтетических гормонов на их природные источники.

Из литературы известно, что создание симбиоза культуры клеток *in vitro* с аэробными метилотрофными бактериями рода *Methylobacterium* способствует воспроизводимому синтезу гормонов, стимулирующих направленный рост культур клеток. Кроме того ряд штаммов бактерий этого рода обладает diaзотрофными свойствами [1, 2, 3, 4, 5].

Целью данной работы являлось исследование способности бактерий рода *Methylobacterium* к азотфиксации и биосинтезу фитогормонов в симбиозе с культурой клеток и тканей гороха сорта «Варяг» *in vitro*.

Для достижения этой цели были получены клеточные культуры гороха *in vitro*, создан их симбиоз с метилотрофными бактериями *Methylobacterium mesophilicum* Оценивали такие показатели, как: эффективность стерилизации, эффективность инициации каллусогенеза, эффективность каллусогенеза и органогенеза в эксплантах гороха *in vitro*.

Работа проводилась в микробиологической лаборатории кафедры Биотехнологии БТИ АлтГТУ по договору сотрудничества с ВятГУ и совместно с лабораторией генетики НИИСХ Северо-Восточного отделения РАСХН.

В качестве эксплантов использовали зародышевые листки зерна гороха, которые подвергали стерилизации 70 %-ным водно-спиртовым раствором в течение 0,5... 1,5 минут. Бактерии хранили на питательной среде Канада [5] с метанолом в термостате при 26±2 °С. Различные варианты метиловых бактерий были получены из НИИСХ Северо-Восточного отделения РАСХН. Их выделяли из природных симбиозов с рожью, ячменем, берёзой и овсом. Соответственно были получены следующие экспланты,

инокулированные метиловобактериями из природного симбиоза: Var1 – с рожью; Var2 – с ячменем; Var3 – с берёзой; Var4 – с овсом.

Экспланты гороха в симбиозе с метиловобактериями инкубировали в термостате при 26 ± 2 °С на среде Мурасиге и Скуга (МС) без синтетических фитогормонов, контрольные экспланты гороха (без метиловобактерий) – на стандартной среде МС со следующим гормональным составом: для инициации каллусогенеза – 2,4-Д и кинетин, размножение биомассы каллуса – α -НУК и кинетин. Для создания симбиоза в асептических условиях инокулировали эксплант на питательной среде 2 каплями суспензии метиловобактерий в дистиллированной воде ($1,06 \times 10^{10}$ КОЕ/мл).

Для исследования азотфиксирующих свойств метиловобактерии сначала культивировали в нескольких пассажах на агаризованной среде Канада без источника азота (без KNO_3). Во всех пассажах наблюдался активный рост колоний. Затем экспланты гороха в симбиозе с метиловобактериями инкубировали в термостате при 26 ± 2 °С на среде Мурасиге и Скуга (МС) без синтетических фитогормонов и без источников азота (без KNO_3 и NH_4NO_3), контрольные экспланты гороха (без метиловобактерий) – на стандартной среде МС, состав которой и методика инокулирования экспланта указаны выше.

Выбранный стерилизующий агент (70 %-ный этиловый спирт) является нетоксичным, обеспечивает высокую эффективность стерилизации эксплантов гороха (выше 90 %), также обнаружена возможность антимикробной активности метиловобактерий в симбиозе с культурой клеток и тканей гороха *in vitro* (эффективность стерилизации эксплантов в симбиозе на 5-7 % выше, чем в контрольной культуре).

Влияние симбиоза с метиловобактериями на эффективность инициации каллусогенеза на среде с азотом оценивали по количеству эксплантов гороха, в которых наблюдалось клеточное деление без дифференциации в ткани. Подсчет проводили ежедневно в течение недели (Рисунок 1).

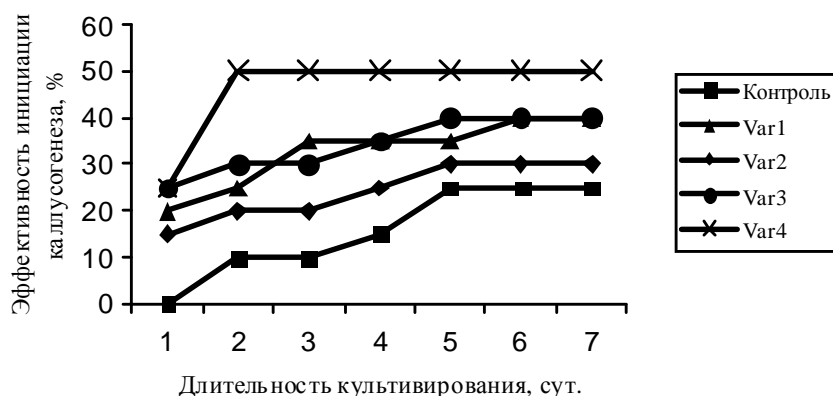


Рисунок 1 – Динамика эффективности инициации каллусогенеза в эксплантах гороха на среде с азотом *in vitro*

Наилучший результат показал симбиоз с метиловобактериями Var4. Худший результат наблюдался в контрольном варианте на среде с синтетическими гормонами. Оптимальными для симбиозов можно считать вторые (для Var4), пятые (для Var2 и Var3) и шестые (для Var1) сутки.

На среде без источников азота были получены следующие результаты по оценке эффективности инициации каллусогенеза (Рисунок 2).

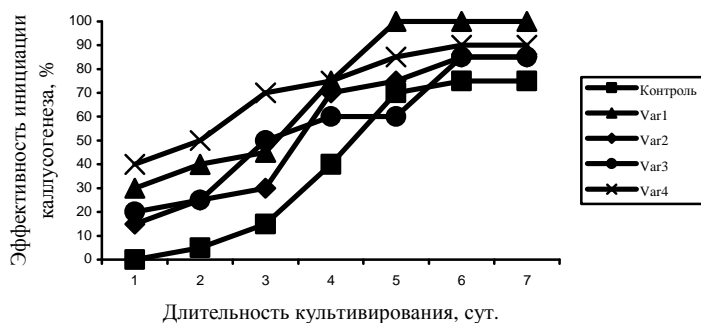


Рисунок 2 – Динамика эффективности инициации каллусогенеза в эксплантах гороха на среде без азота *in vitro*

Максимальная эффективность инициации каллусогенеза наблюдается у эксплантов гороха в симбиозе с метиловобактериями, как и в культурах на среде с азотом. Наилучший результат показал симбиоз с метиловобактериями Var1. Худший результат наблюдался также в контрольном варианте на среде с синтетическими гормонами. Максимальная эффективность инициации каллусогенеза для различных вариантов наблюдается на разные сутки культивирования: для контроля, Var2, Var3 и Var4 – на шестые, для Var1 – на пятые сутки.

Влияние ассоциированных с эксплантом метиловобактерий на каллусогенез на среде с азотом и без него оценивали с помощью показателя эффективности каллусогенеза, который рассчитывали как отношение количества стерильных эксплантов гороха, образовавших каллус, в процентах от исходного количества вводимых в культуру эксплантов. Сравнительная диаграмма представлена на Рисунке 3.

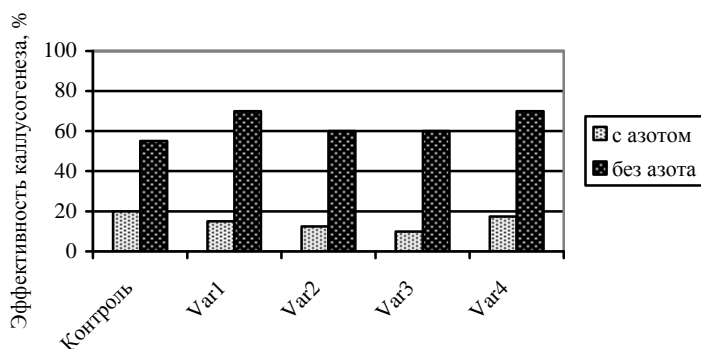


Рисунок 3 – Влияние симбиоза с метиловобактериями на эффективность каллусогенеза в эксплантах гороха на среде с азотом и без него *in vitro*

Наилучшая эффективность каллусогенеза на среде с азотом наблюдалась у эксплантов в ассоциации с метиловобактериями Var4 (17,5 %) и в контрольной культуре (20,0 %). Максимальная эффективность стеблеобразования наблюдалась в симбиозе с метиловобактериями Var3, корнеобразования – Var1. Худшие результаты получены в симбиозе Var2. Максимальная эффективность каллусогенеза на среде без азота наблюдается у Var1 и Var4. Худший результат показал контрольный образец. Из всех симбиозов наиболее эффективным для каллусогенеза на среде с азотом и без него является симбиоз с метиловобактериями Var1 и Var4.

В клеточных культурах гороха в симбиозе с метиловобактериями наблюдался органогенез – воздушные корни и зачатки стеблей. Результаты оценки эффективности корнеобразования и эффективности стеблеобразования отражены в сравнительных диаграммах (Рисунок 4 и 5).

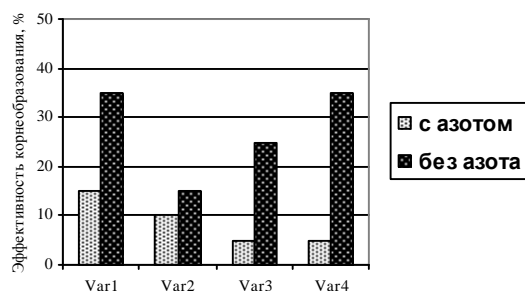


Рисунок 4 – Влияние симбиоза с метилобактериями на эффективность корнеобразования в эксплантах гороха на среде с азотом и без него

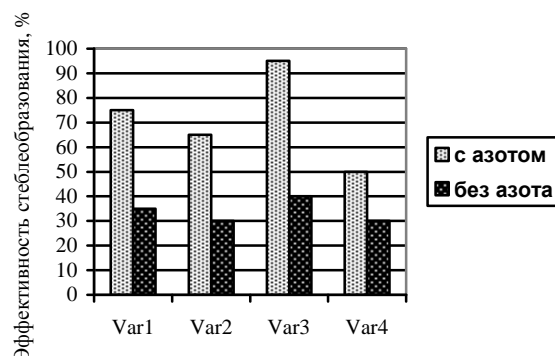


Рисунок 5 – Влияние симбиоза с метилобактериями на эффективность стеблеобразования в эксплантах гороха на среде с азотом и без него

Максимальная эффективность корнеобразования на среде с азотом и без него наблюдалась в симбиозе с метилобактериями Var1 и Var4 для культуры на среде без азота. Худшие результаты на среде с азотом получены в симбиозе Var3 и Var4, а на среде без азота – Var2. Максимальная эффективность стеблеобразования на среде с азотом и без него наблюдалась в симбиозе с метилобактериями Var3. Худшие результаты получены в симбиозе Var2.

Таким образом, по проделанной работе можно сделать следующие выводы:

- получен симбиоз эксплантов гороха и аэробных метилотрофных бактерий *Methylobacterium mesophilicum*, а выбранный метод стерилизации обеспечивает достаточно высокие показатели эффективности стерилизации;

- влияние аэробных метилотрофных бактерий *Methylobacterium mesophilicum* на инициацию каллусогенеза в культуре клеток гороха как на среде с азотом, так и без него выразилось в сокращении времени, необходимого для появления каллусных клеток; каллусогенез в симбиотической культуре клеток гороха на безгормональной среде говорит о том, что метилобактерии синтезировали необходимые гормоны в данном симбиозе;

- каллусогенез в симбиотической культуре клеток гороха на безгормональной среде без источников азота подтверждает наличие азотфиксирующей способности метилобактерий в симбиозе с культурой клеток гороха. Причем симбиотические культуры на среде без азота дали более высокие показатели эффективности каллусогенеза, чем культуры на среде с азотом;

- зародышевые листки гороха в симбиозе с метилобактериями способны к органогенезу, то есть могут образовывать как воздушные корни, так и зачатки стеблей на среде с азотом и без него. Эффективность корнеобразования в симбиотических культурах гороха выше на среде без азота, а эффективность стеблеобразования выше на среде с азотом. Таким образом, метилобактерии в симбиозе могут вырабатывать как ауксины, так и цитокинины. Причем из ауксинов, вероятнее образование ИУК, а из цитокининов – зеатина.

Литература

1. Полевой, В.В. Фитогормоны: учебн. пособие / В.В. Полевой. – СПб.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. – 180 с.
2. Каляева, М.А. Стимуляция роста и морфогенеза растений in vitro ассоциативными метилотрофными бактериями / М.А. Каляева, Н.С. Захарченко, Н.В. Доронина // Физиология растений. – 2001. – Т.48. – № 4. – с. 596-599

3. Троценко, Ю.А. Аэробные метилотрофные бактерии как фитосимбионты / Ю.А. Троценко, Е.Г. Иванова, Н.В. Доронина // Микробиология. – 2001. – Т. 70. – № 6. – с. 808–830

4. Цавкелова, Е.А. Образование ауксинов бактериями, ассоциированными с корнями орхидей / Е.А. Цавкелова, Т.А. Чердынцева, А.И. Нетрусов // Микробиология. – 2005. – Т. 74. – № 1 – с. 55-62.

5. Троценко, Ю.А. Аэробные метиловобактерии / Ю.А. Троценко, Н.В. Доронина, М.Л. Торгонская. – Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2010. – 325 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ПРОДЛЕНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА КУР

Н.И. Мезенцева, С.В. Лаптев, А.И. Жигулина

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

Увеличение объемов производства высококачественных мясных продуктов питания базируются на использовании современных технологий. Большинство таких технологий предусматривают применение пищевых добавок, выполняющих технологические функции и формирующих потребительские свойства выпускаемой продукции, а также предохраняют от поражения микроорганизмами, вызывающими порчу и потерю качества пищевой продукции.

Процесс мясопереработки требует специальных приемов, направленных на предотвращение процессов порчи - денатурации, гидролиза, гликолиза, автолиза, перекисного окисления липидов и т.д. [1]. Такими приемами являются: замораживание парного мяса твердой углекислотой; быстрое измельчение и посол хлоридом натрия; инъектирование рассолов; применение сублимационной сушки парного мяса. Углекислота позволяет частично вытеснить кислород, а замораживание и сушка приостанавливают все биохимические процессы. Посол мяса позволяет с помощью высокого осмотического баланса замедлить активацию протеолитических ферментов.

В настоящее время для сохранения качества и предотвращения порчи мясных изделий используются различные методы и средства антимикробной защиты. Наиболее распространенным путем решения этой задачи стало применение пищевых добавок (ПД), позволяющих направленно изменять функционально-технологические характеристики пищевой системы и получать определенный технологический эффект. Быстрое развитие рынка пищевых добавок и широкое применение их показало, что проблема качества с усложнением рецептурных составов продуктов питания сегодня приобретает особую значимость.

Для хранения мяса используются смеси поваренной соли с лимонной кислотой, консервант на основе сорбиновой кислоты вместе со смесью калиевых и натриевых солей пальмитиновой и стеариновой кислот, а для удаления кислорода из мяса - насыщающая концентрация углекислого газа или аммиак. Для хранения мясопродуктов также используется состав из сахароглицерина, хлористого кальция и моноглицеридов. Интересна композиция пищевой добавки, содержащей аскорбиновую кислоту, калий лимоннокислый, лимонную кислоту, натрий уксуснокислый и фосфаты (без нитритов).

Главным недостатком всех перечисленных приемов является то, что не удаляется внутриклеточный кислород, и поэтому не полностью приостанавливаются опасные кислород зависящие свободно-радикальные реакции. Кроме того, эти приемы не устраняют ионов железа и кальция, активирующих перекисное окисление липидов.

Как известно, при повреждении мышечных клеток дыхание митохондрий становится неуправляемым, и после исчерпания эндогенных субстратов дыхательной цепи в клетке появляется большое количество активных форм кислорода (в основном – супер-

оксид) и перекисей, с которыми не справляются ни супероксиддисмутаза, ни каталаза, ни пероксидаза, ни мембранные антиоксиданты – токоферол и убихинон. Этот процесс усугубляется молекулами гемоглобина и миоглобина, освобождающимися из тканей при повреждении (из кровеносных капилляров и цитоплазмы) и дополнительно высвобождающимися кислород [2, 3]. В результате разрушения клеток мышечной ткани происходит: а) образование большого количества липидных перекисей, возникающих в ходе свободно-радикальных реакций; б) активируются митохондриальные оксидоредуктазы, лизосомальные протеолитические ферменты, фосфолипазы и др.; в) начинается денатурация, агрегация и гидролиз белков; г) нарушается осмотический баланс и высвобождаются ионы кальция и железа; д) возникают условия для обсеменения микроорганизмами. При этом утрачивается естественная красно-розовая окраска мяса и приобретает темно-коричневый цвет (из-за перехода оксимиоглобина в метмиоглобин).

Образование опасных активных форм кислорода при переработке мяса принято подавлять с помощью нитритов, обеспечивающих при этом сохранение нужной окраски [4]. Нитриты, связываясь с гемоглобином, миоглобином, митохондриальной цитохромоксидазой и другими гем-белками, блокируют восстановление внутриклеточного кислорода до супероксида. Однако нитриты, химические консерванты, синтетические антиоксиданты и стабилизаторы являются далеко не безвредными веществами. Попадая с пищей в организм, они блокируют функционирование многих ферментов и гем-белков человека, приводя к ряду заболеваний, в том числе - онкологических.

Использование фосфатов, широко практикуемое на мясокомбинатах, имеет тот же недостаток, поскольку избыточные фосфаты являются ингибиторами митохондриальной сукцинатдегидрогеназы [5] и, кроме того, напрямую катализируют реакции образования свободных радикалов, индуцируемых ионами двухвалентного железа [6]. Избыточные фосфаты взаимодействуют в клетках с железо-белками и свободными ионами железа. В результате образуются полимероподобные железо-фосфатные комплексы [7]. Они служат мощными прооксидантами, ведущими к перекисному окислению липидов, к «незримой» порче мясопродуктов. Причем количество липидных перекисей задолго до ощутимого прогоркания может быть столь велико, что, попадая с пищей в организм, они вызывают лавину свободно-радикальных цепных реакций в клетках человека и наносят здоровью непоправимый вред.

Нитриты, химические консерванты и фосфаты в небольших количествах, казалось бы, не слишком токсичны, но, попадая в организм, они неизбежно срабатывают как «мины замедленного действия». Это постепенно ведет к утрате здоровья и многим тяжелым заболеваниям. Тем не менее, «нитритно-консервантный» способ хранения мясопродуктов, предусматривающий обработку нитритами, химическими консервантами и фосфатами, является классическим и повсеместно используется на мясокомбинатах [8]. Также известны примеры добавления к обычной посолочной смеси (содержащей нитриты и фосфаты) различных природных метаболитов (солей ди- и трикарбоновых кислот, таких как аскорбинаты и цитраты), что обеспечивает более быстрое и равномерное образование цвета и его сохранение в течение длительного времени. Кроме того, применяют обработку консервантами типа «Аромарос-М», состоящими из пищевых кислот и их солей [9].

Использование глутамата также является небезопасным, т.к. количество перекисей липидов в его присутствии возрастает на 40 %, а наиболее вредным агентом, блокирующим митохондриальное дыхание и резко активирующим образование перекисей (на 80 %), оказался оксалоацетат. Сходным действием обладают фосфаты [10]. Быстрое окисление сукцината или аскорбата в дыхательной цепи митохондрий (и несколько более медленное окисление цитрата и альфа-кетоглутарата в цикле Кребса) сопровождается потреблением кислорода из клеточной цитоплазмы.

Таким образом, в условиях роста цен на пищевые добавки производители чрезвычайно заинтересованы в осуществлении объективного выбора форм и доз внесения

пищевых добавок с целью минимизации затрат на производство мясопродуктов и стабилизации их качества, а, следовательно, и в повышении технологической обоснованности применения пищевых добавок. Учитывая многообразие предложений на рынке пищевых добавок и отсутствие достаточной базы стандартизированных требований к ним, перед технологами встает серьезная проблема рационального использования пищевых добавок. В этих условиях единственным путем решения этой проблемы, применительно ко всему ассортименту вырабатываемой продукции, является комплексная оценка технологического качества пищевых добавок и соответствие его уровня специфике технологических задач.

Цель данной работы заключалась в оценке эффективности пищевых добавок E221, E-262, E270, E300, E325, E330, E332, E339, E422, E450, E452, E500, E1520 и практической реализации принципов их адекватного применения для продления сроков хранения охлажденного мяса кур.

Краткая характеристика пищевых добавок

E221 Сульфит натрия (Na_2SO_3). Консервант, антиокислитель (максимальный уровень в мясных продуктах - 200 мг/кг в пересчете на диоксид серы).

E262 Ацетаты натрия (CH_3COONa). Консервант, регулятор кислотности (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах - согласно ТИ).

E270 Молочная кислота. Регулятор кислотности (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах - согласно ТИ).

[E300 Аскорбиновая кислота](#). Антиокислитель (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах - согласно ТИ).

[E325 Лактат натрия](#). Синергист антиокислителя, влагоудерживающий агент, наполнитель (разрешен).

[E326 Лактат калия](#). Синергист антиокислителя, регулятор кислотности (разрешен).

[E330 Лимонная кислота](#). Регулятор кислотности, антиокислитель, комплексообразователь (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах - согласно ТИ).

[E331 Цитраты натрия](#). Регулятор кислотности, стабилизатор, [эмульгатор](#), комплексообразователь (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах - ТИ).

[E332 Цитраты калия](#). Регулятор кислотности, стабилизатор, [эмульгатор](#), комплексообразователь (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах – ТИ).

E339 Фосфаты натрия. Регулятор кислотности, стабилизатор, [эмульгатор](#), текстуратор, влагоудерживающий агент, комплексообразователь (разрешен максимальный уровень 5 г добавленного фосфатана 1 кг мясного сырья).

[E422 Глицерин](#). Влагоудерживающий агент, загуститель (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах - согласно ТИ).

E450 Пирофосфаты. Регулятор кислотности, стабилизатор, [эмульгатор](#), текстуратор, влагоудерживающий агент, комплексообразователь (разрешен максимальный уровень 5 г добавленного фосфатана 1 кг мясного сырья).

E452 Полифосфаты. Регулятор кислотности, стабилизатор, [эмульгатор](#), текстуратор, влагоудерживающий агент, комплексообразователь (разрешен максимальный уровень 5 г добавленного фосфатана 1 кг мясного сырья).

E500 Карбонаты натрия. Регулятор кислотности, разрыхлитель, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию (разрешен максимальный уровень в мясных продуктах – согласно ТИ).

[E1520 Пропиленгликоль](#). Влагоудерживающий, смягчающий и диспергирующий агент (разрешен максимальный уровень в биологически активные добавки к пище – 1 г/кг).

Для реализации поставленной цели было проведено ряд экспериментов по испытанию различных композиций вышеуказанных пищевых добавок для продления сроков хранения охлажденного мяса кур с доведением рН от 2 до 6,5.

Применение пищевых добавок (Е 221 Сульфит натрия, Е 262 Ацетаты натрия, Е 270 Молочная кислота, [Е 300 Аскорбиновая кислота](#), [Е 325 Лактат натрия](#), [Е 330 Лимонная кислота](#), [Е 332 Цитраты калия](#), Е 339 Фосфаты натрия, [Е 422 Глицерин](#), Е 450 Пирофосфаты, Е 452 Полифосфаты, Е 500 Карбонаты натрия, [Е 1520 Пропиленгликоль](#)) для обработки путем орошения охлажденного мяса птицы обеспечивает продление сроков хранения мяса птицы на трое и более суток по сравнению с контролем. Однако, увеличение сроков хранения мяса птицы при применении, указанных пищевых добавок, зависит от их взаимодействия между собой и рН рабочего раствора, полученной комплексной пищевой добавки. Наиболее эффективные соотношения пищевых добавок полученные экспериментальным путем представлены в таблице 1. Следует отметить, что определенные соотношения этих же пищевых добавок при обработке мяса птицы могут приводить не только к продлению срока хранения мяса птицы, а наоборот даже снижать сроки хранения по отношению к контролю

Таблица 1 – Оптимальные сочетания пищевых добавок для обработки мяса кур

№ п\п	Пищевые добавки														рН	Время экспозиции, превышающий контроль (сут)
	Е 221	Е 262	Е 270	Е 300	Е 325	Е 330	Е 332	Е 339	Е 422	Е 450	Е 452	Е 500	Е 1520			
1		+				+		+	++				+++	5,0	3	
2		+	+			+			++				+++	5,0	3	
3						+		+	++			+	+++	5,0	3	
4						+			++		+		+++	5,0	3	
5	+					+			++				+++	5,0	3	
6	+					+			++				+++	5,0	3	
7	+					+		+	++	+			+++	5,0	3	
8						+		+	++	+	+		+++	5,0	3	
9	+					+		+	++	+			+++	5,0	3	
10	+					+	+		++	+			+++	5,0	3	
11						+		+	+++			+	++	5,0	3	
12						+			++				+++	2,7	3	
13		+				+			+				++	5,5	3	
14						+	+		+				++	4,5	3	
15		+				+							++	4,5	3	
16		+				+							++	5,5	3	
17						+	+						++	3,5	3	
18						+	+						++	5,5	3	
19						+						+	++	5,5	3	
20					+	+							++	3,0	3	
21						+			+++				++	2,7	3	
22		+				+			++				+	4,5	3	
23					+	+			++				+	3,0	3	
24		+		+		+			++				+++	5,0	4	
25		+				+		+	+++				++	5,0	4	
26		+		+		+			+++				++	5,0	4	
27		+	+			+			+++				++	5,0	4	
28			+			+			+++			+	++	5,0	4	
29	+					+			++				+++	6,0	6	

Примечание: + - до 3 %; ++ - до 10%; +++ - более 10%.

Литература

1. Журавская, Н.К. и др. Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов. М.: Колос, 2001
2. Wittenberg J. // J.Exper.Biol. 2003, v.206, p.2011-2020
3. Постникова Г.Б. и др. // Биофизика. 2005, т.50, с. 297-306

4. Кудряшов, Л.С., Баймишев, Р.Х. // ИБ Мясные технологии, 2005, N 1, с. 20
5. Ленинджер, А. Биохимия. М.: Мир, 1984, с. 190
6. Рощупкин, Д.И. и др. В сб: Сверхслабые свечения в биологии. М.: МОИП. 1972. с. 75-77
7. Кулаев, И.С. Неорганические полифосфаты и их физиологическая роль. М.: Наука, 1975
8. Рогов, И.А. и др. Общая технология мяса и мясопродуктов. М.: Колос, 2000
9. Боровский, В.А. Энциклопедия по переработке мяса. М.: Солон-пресс, 2002, с. 259-260
10. Векшин, Н.Л. и др. // Мясной ряд, 2005, № 2, с. 32

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТЕПЛИЧНЫХ СОРТОВ ОГУРЦОВ

А.И. Жигулина, Н.И. Мезенцева

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск,*

В настоящее время культура огурца является преобладающей в тепличных хозяйствах. И для того, чтобы повысить её продуктивность специалисты хозяйств должны учитывать не только абиогенные факторы среды (питание, водоснабжение, аэрацию, освещение), но и не менее значимы биотические факторы. К ним относят: действие вредителей, микроорганизмов, а так же химических веществ, выделяемых самими растениями.

В связи с этим в агрономической практике всё большее значение приобретает применение различных регуляторов роста. На сегодняшний день их насчитывается более 5000. Большинство известных регуляторов роста растений относятся к химическим и, в основном, токсичным соединениям, поэтому в последние годы в растениеводстве и биотехнологических процессах все чаще применяются биорегуляторы роста и развития растительного происхождения [1].

Влияние растительных стимуляторов очень разнообразно: одними можно повысить эффективность корнеобразования у черенков многих растений, другими стимулировать процессы, связанные с развитием цветков, третьими влиять на образование плодов и другие, а кроме того и подавлять некоторые процессы. Например, задерживать пробуждение почек, препятствовать росту сорняков [2,3,4].

Для этого используют экстракты, отвары, настои лекарственных растений. Экстракты биологически активных лекарственных растений в основном содержат вещества вторичного метаболизма.

Мы обобщили данные по влиянию комплекса биологически активных веществ маральего корня и солодки уральской на рост и развитие культуры огурца.

Целью нашего исследования было сравнительное изучение влияния водных и водно-спиртовых экстрактов растений на рост и развитие двух сортов тепличных огурцов.

В задачи исследования входило:

- изучить биологическую активность водных и водно-спиртовых экстрактов левзеи софлоровидной и солодки уральской по воздействию на энергию прорастания огурцов;
- показать влияние растительных экстрактов на динамику роста корней и стеблей этой культуры;

- провести фенологические наблюдения за ростом и развитием культуры огурца;
- исследовать действие экстрактов на активность дыхательных ферментов;
- выявить оптимальные нормы расхода полученных экстрактов при прорастании огурцов

Опыты по изучению влияния экстрактов на рост и развитие огурцов проводились на кафедре биотехнологии и теплице ООО «Бийскэнерго».

Объектом исследования были выбраны два сорта, отличающиеся по способу опыления: сорт «Стелла» - самоопыляемый и сорт «Серпантин» - опыляемый пчелами. Первым этапом нашей работы было изучение энергии прорастания семян [5] огурцов данных сортов при действии водных и водно-спиртовых экстрактов левзеи сафлоровидной, солодки уральской.

Для определения биологической активности используемых экстрактов использовали самый простой показатель – значения энергии прорастания семян огурцов. Водный экстракт левзеи сафлоровидной существенно повысил энергию прорастания семян сорта «Серпантин» (на 40÷45%) во всех разведениях по сравнению с контролем (рисунок 1). А на энергию прорастания семян огурцов сорта «Стелла» все применяемые экстракты не оказали существенного влияния, возможно, было лучше качество самих семян.

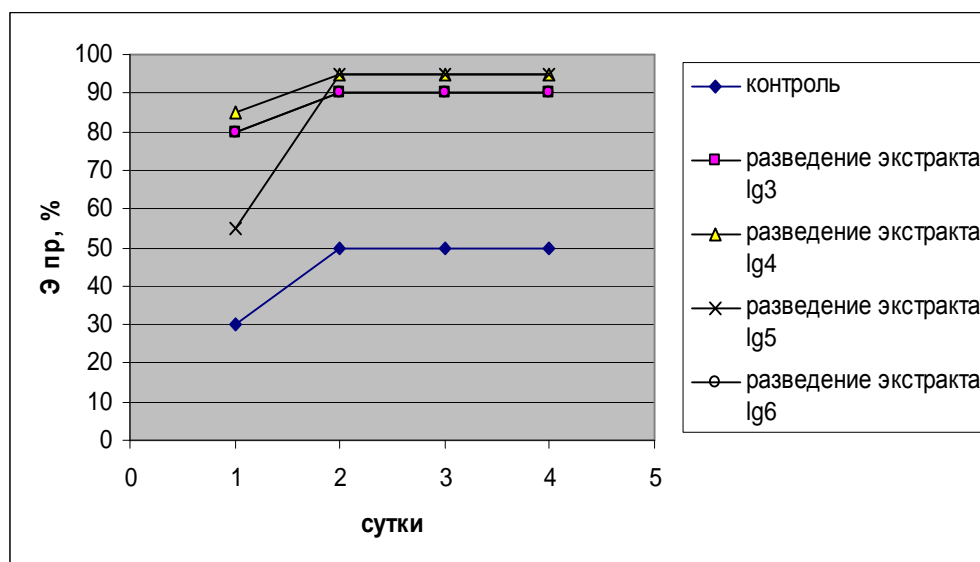


Рисунок 1 – Энергия прорастания семян огурцов сорта «Серпантин» при действии различных разведений водного экстракта левзеи сафлоровидной

Далее исследовали влияние используемых препаратов на динамику роста корня и стебля [5] сортов огурцов. Активирующее влияние, водного экстракта левзеи сафлоровидной, на рост корня проявляется уже на первые сутки при разведении lg4 и lg5. На четвертые сутки стимуляция роста отмечена и при действии других норм расхода препаратов (рисунок 2).

Рост корней огурцов сорта «Стелла» не показал существенного отличия от контрольного варианта (рисунок 3).

Наибольший ростстимулирующий эффект наблюдали при действии стотысячного разведения водно-спиртового экстракта левзеи сафлоровидной на стебель сорта «Серпантин», где длина стебля на 50-е сутки составляет 35см, а разница между ним и контролем составила – 20см. Для сорта "Стелла" по этому показателю используемые экстракты оказались не активны, за исключением, водного экстракта солодки уральской в самом высоком разведении. Здесь наблюдалось увеличение роста стебля по сравнению с контролем на 4 – 5см.

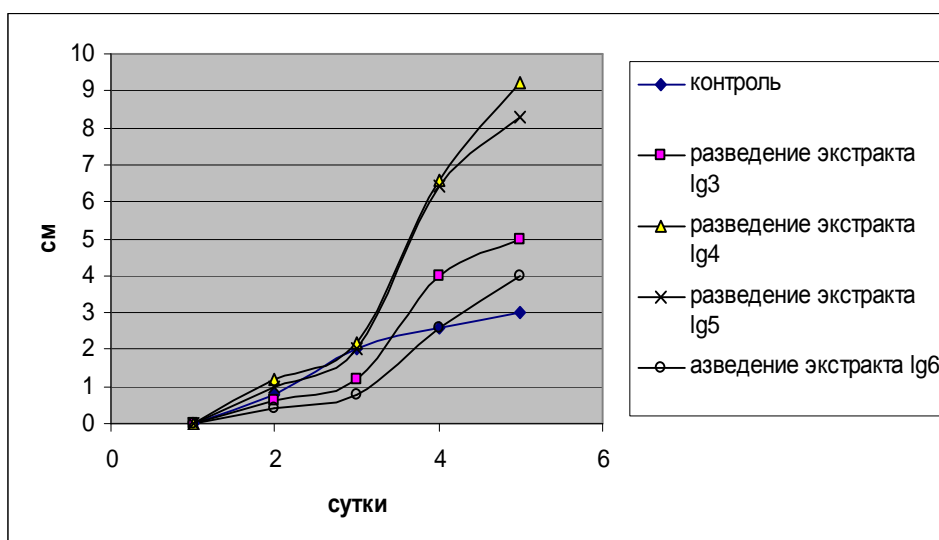


Рисунок 2 – Кривые роста корня огурцов сорта «Сerpантин» при действии водного экстракта левзеи сафлоровидной

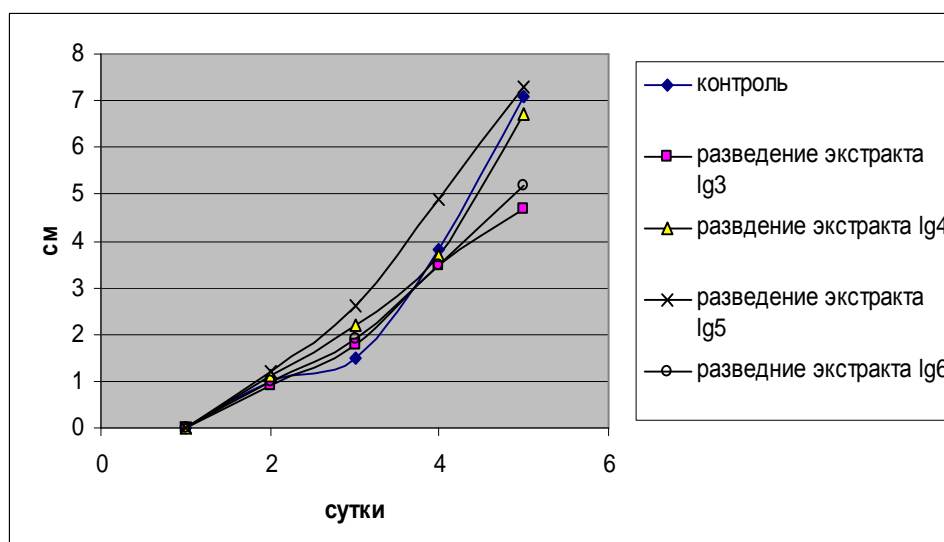


Рисунок 3 – Кривые роста корня огурцов сорта «Стелла» при действии различных разведений водного экстракта левзеи сафлоровидной

Также постоянно велись наблюдения за сменой фаз развития огурцов сортов: "Сerpантин", "Стелла"[5] их результаты вынесены в таблицу 1.

Учитывались варианты, которые подвергались влиянию оптимальных разведений используемых экстрактов. По данным фенологических наблюдений, представленных в таблице 1, наблюдаем корреляцию в закономерности смены фаз развития огурцов в зависимости от используемого в качестве стимулятора роста экстракта растения. В итоге отмечаем – сокращение числа дней до наступления фазы начала цветения от 4 до 9 суток при использовании водного экстракта солодки уральской для обоих сортов огурцов и на 8 суток при использовании водно-спиртового экстракта левзеи сафлоровидной на огурцах сорта "Сerpантин". Фаза плодоношения в двух вариантах наступила на 8-10 суток раньше.

Таблица 1 – Данные фенологических наблюдений

Варианты	Всходы, сутки		Формирование 3-его листа, сутки		Начало цветения, сутки	Образование плодов, сутки
	начальные	конечные	начальное	конечное		
Сорт "Серпантин"						
Контроль (без обработки)	2	2	25	31	49	65
Водный экстракт левзеи сафлоровидной	2	3	23	28	43	-
Водно-спиртовый экстракт левзеи сафлоровидной	2	2	22	27	41	55
Водный экстракт солодки уральской	2	2	23	29	44	-
Сорт "Стелла"						
Контроль (без обработки)	2	2	23	29	45	63
Водный экстракт левзеи сафлоровидной	2	2	23	30	47	-
Водно-спиртовый экстракт левзеи сафлоровидной	2	3	23	28	43	-
Водный экстракт солодки уральской	2	2	22	27	41	55

Изучение активности дыхательных ферментов проводили на вторые сутки развития семян огурцов [6, 7]. Самый высокий показатель активности пероксидазы при влиянии разных разведений экстрактов, как и в случае с каталазой, наблюдается у огурцов сорта "Серпантин", а у огурцов сорта «Стелла» активность этих ферментов не изменяется при действии изучаемых препаратов. Также следует отметить, что активность каталазы и пероксидазы повышается и понижается взаимно противоположно.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- выявлен сортоспецифический ответ огурцов по отношению к воздействию различных экстрактов растений;
- показано, что действие экстрактов не оказало существенного влияния на энергию прорастания семян огурцов сорта "Стелла";
- наиболее благоприятное действие на рост корня огурцов сорта "Серпантин" оказал водный экстракт левзеи сафлоровидной в разведении Ig4. Сорт "Стелла" оказался не восприимчив при прорастании к действию данного экстракта;
- эффективное воздействие на рост стебля огурцов "Стелла", проявил водный экстракт солодки уральской в оптимальном для данного сорта разведении. Стебель огурцов "Серпантин" лучше развивается при действии водно-спиртового экстракта левзеи сафлоровидной в разведении Ig5.
- по результатам проведенных фенологических наблюдений отмечено сокращение числа дней до наступления фазы начала цветения и плодоношения, при использовании водного экстракта солодки уральской для обоих сортов огурцов и при использовании водно-спиртового экстракта левзеи сафлоровидной для огурцов сорта "Серпантин".

В итоге, мы можем рекомендовать применение, в качестве ростстимулятора водный экстракт солодки уральской для сорта "Стелла" и водно-спиртовый экстракт левзеи сафлоровидной для сорта "Серпантин" в высоких разведениях.

Литература

1. Малеванная, Н.Н., Пермитинина, Г.В. Регуляторы роста растений на природной основе с использованием последних достижений Российской науки / Гавриш: НИИОЗГ, 2005. – № 1. – С. 19-20.
2. Сидоренко, Д.О. Бактериальные препараты в интенсивном овощеводстве / Гавриш: НИИОЗГ, 2000. – № 2. – С. 10.
3. Мезенцева, Н.И., Лаптев, С.В., Бастер, Ю. Влияние различных экстрактов *Convolvulus arvensis* на прорастание и активность гидролитических ферментов ячменного солода.
Материалы рег. научно-практ. конф. “Современные проблемы и достижения аграрной науки в животн., растен. и экономике”. – Томск: ТСХИ, 2005. – С. 223 -227.
4. Присянников, Е.В., Волков, А.В. Возможности повышения продуктивности агрофитоценоза огурца и устойчивости агропромышленной тепличной экосистемы с помощью копролита. / Гавриш: НИИОЗГ, 2004. – № 2. – С. 8-11.
5. Сказкин, Ф.Д., Миллер, М.С., Обухова, Г.А., и др. Летние практические занятия по физиологии растений. – М.: Просвещение, 1973. – С. 208.
6. Биохимический практикум / под ред. В.В Аникеева. – Киев: Высшая школа. 1988. – С. 126.
7. Руководство по организации внутриаптечного контроля / под ред. Ю.И. Логина. Алма-Ата: Наука, 1979. – С.68-70.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАХВАТЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИПОСОМ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

Н.С. Печенина

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, e-mail: nuts.pch@mail.ru*

В настоящее время одним из наиболее эффективных подходов контролируемого направленного транспорта биологически активных веществ к местам их специфического действия является использование липосом [1].

Липосомы представляют собой закрытые сферические везикулы, образованные из фосфолипидов, состоящие из гидрофильной головки и гидрофобного хвоста [2].

Основным и традиционным субстратом для образования липосом являются фосфолипиды, а из них – лецитин. Амфифильность придает фосфолипидам свойство самопроизвольно образовывать в воде мембраны, которые представляют собой двойной слой липидных молекул, обычно называемый липидным бислоем. Стремление максимально ограничить контакт неполярных цепей липида с водой приводит к тому, что бислой замыкается сам на себя, образуя липосомы [3].

Липосомы как потенциальные средства доставки лекарственных веществ рассматриваются по ряду причин: небольшой размер (минимальный - около 25 нм), благодаря чему достигается эффект пассивного нацеливания (вплоть до 200 нм); биосовместимость (липосомы состоят из фосфолипидов и холестерина – природных, не токсичных веществ); способность к включению как гидрофильных, так и амфифильных и гидрофобных веществ; защита инкапсулированного вещества от преждевременной деградации; обеспечение внутриклеточной доставки [4].

Круг веществ, включаемых в липосомы, необычайно широк - от неорганических ионов и низкомолекулярных органических соединений, крупных белков и нуклеиновых кислот до широкого круга фармакологически активных веществ.

Для получения липосом известны различные способы. Так, например, они могут быть получены способом дегидратации/регидратации, в соответствии с которым липид

растворяют в органических растворителях, таких как хлороформ, дихлорметан или спирт (метанол, этанол). Затем раствор высушивают с использованием роторного испарителя, после чего на стенке испарительной колбы образуется пленка липида. Добавление к сухой пленке воды или буфера приводит к образованию многослойных липосом. Образование именно этого продукта завершается первая стадия образования везикул с использованием различных методик. Последующая обработка может приводить к дегидратации/регидратации везикул. Альтернативно, при последующей обработке ультразвуком липидной суспензии получают однослойные липосомы [5].

Существуют различные методы, которые дают возможность получать липосомы разного размера, состава, структуры и внутреннего объема. Так как проникающие свойства липосом, образующихся из фосфолипидов в водной среде, в значительной степени зависят от способа их получения, представляет значительный интерес оценить различные методы по проценту включения лекарственных или биологически активных препаратов во внутренний объем везикул. В ходе образования липосом гидрофильные вещества обычно попадают в срединное водное пространство пузырьков, а липофильные субстанции встраиваются в фосфолипидный слой.

Размеры и форма липосом зависят от кислотности среды, присутствия солей, температурного режима и многих других факторов. Внешне липосомы не всегда выглядят как глобулярные частицы.

Стабильность липосомальной дисперсии сильно зависит от pH и ионной силы системы. Увеличение ионной силы растворов приводит к разрушению липосом.

К числу других факторов, которые также влияют на уровень включения, относятся индивидуальная природа реагента, такого как инкапсулируемое лекарственное средство, и, в частности, растворимость и количество такого реагента. При этом в некоторых случаях растворимость реагента может лимитировать то его количество, которое может быть растворено и далее включено в липосому. К числу других факторов, влияющих на количество включаемых реагентов, относятся взаимодействия реагента с липидами липосомы, а также проницаемость липосомы для реагента [4].

Таким образом, процент включения в липосомы для различных веществ не одинаков, зависит от вида липосом и способов их получения. Поэтому следует подбирать оптимальные условия для инкапсулирования веществ различной природы внутрь липосом.

Исходя из этого, целью нашей работы было изучение захватывающей способности липосом в различных условиях среды.

Эксперимент проводился по следующей схеме.

На рисунке 1 представлена последовательность получения липосом методом диспергирования в 5 %-ном этиловом спирте, инкапсулируемое вещество – глюкоза.

Соевый лецитин растворяли в 10 мл 5 %-ного раствора этилового спирта. Диспергирование проводили с помощью магнитной мешалки и ультразвука. Диспергирование на мешалке длилось 20 мин. Затем добавляли растворы глюкозы в разных концентрациях и вновь перемешивали на магнитной мешалке 20 мин для инкапсулирования глюкозы в липосомы. Далее образцы полученных липосом с включенной глюкозой осаждали центрифугированием при 3000 об/мин в течение 15 мин (центрифуга лабораторная медицинская TG16WS). Количество захваченной глюкозы (таблица 1) определяли по методу Хагендорна – Иенсена [6].

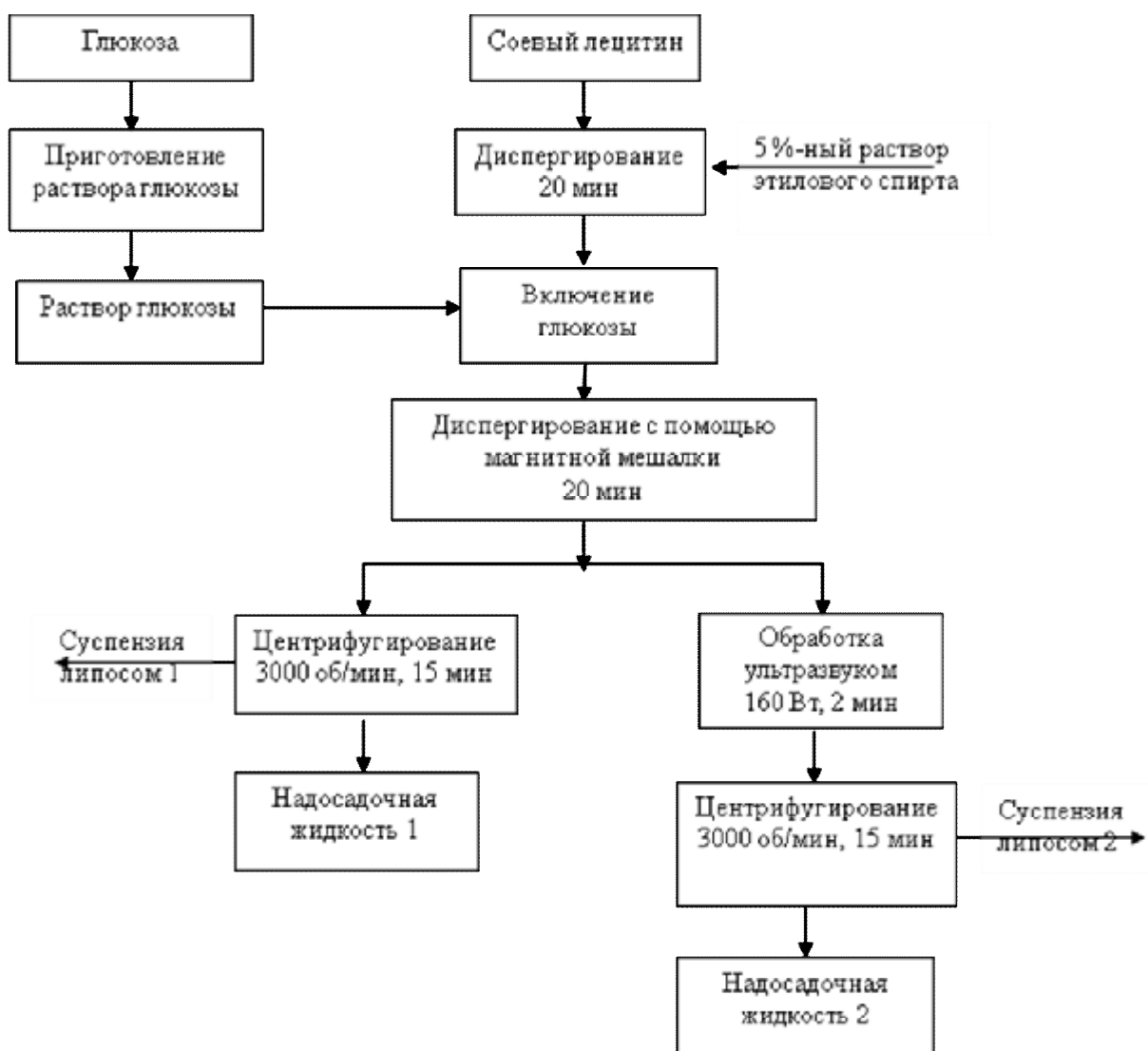


Рисунок 1 – Блок-схема получения липосом методом диспергирования в 5 %-ном этиловом спирте и включения в них глюкозы

Другой образец подвергали обработке ультразвуком с помощью аппарата «Волна»: мощность 160 Вт, частота 22 кГц, время воздействия 2 минуты. Для загрузки также использовался раствор глюкозы разной концентрации. После вновь осаждали липосомы центрифугированием. По затраченным на титрование пробы и контроля объемам тиосульфата натрия определяли массу глюкозы и вычисляли разность между массой глюкозы в контроле и пробе. Рассчитывали концентрацию глюкозы и определяли процент ее включения в липосомы. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность включения глюкозы в липосомы при различных соотношениях концентрации липосомы-глюкоза

Соотношение концентрации липосомы-глюкоза	% включения	
	Без обработки ультразвуком	С применением ультразвука
1: 2	45,4	43,8
1: 1,5	58,7	56,9
1:1	53,2	50,8

При использовании раствора глюкозы более высокой молярности процент включения в липосомы понижается, что можно связать с уменьшением меньший размера везикул.

Важным фактором, требующим контроля и во многом определяющим степень загрузки, является температура среды. Поэтому во второй части эксперимента изучался температурный режим загрузки липосом. Их получали выше описанным способом, но диспергирование с глюкозой проводили при различных значениях температуры (рисунок 1).

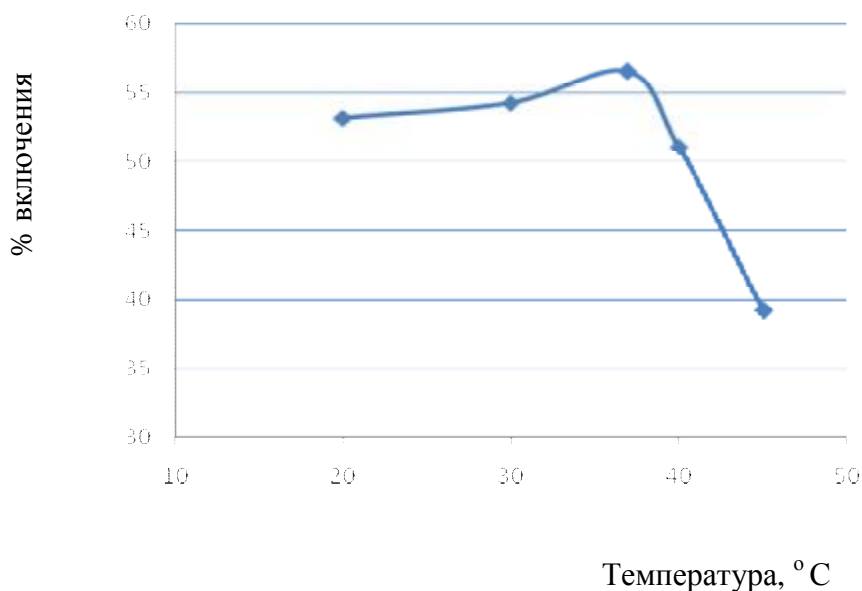


Рисунок 1 – Эффективность инкапсулирования глюкозы липосомами при различных температурах

При повышении температуры до 37 °C происходит увеличение загрузки липосом. Дальнейшее повышение температуры ведет к резкому снижению эффективности инкапсулирования, что, возможно, связано с протечкой или разрушением липосом при температуре выше 37 °C. Вероятно, целесообразно проводить загрузку липосом при температуре 37 °C.

Выводы:

- установлено, что захватывающая способность липосом максимальна при соотношениях концентраций липосомы-глюкоза – 1: 1,5;
- показано, что эффективность включения глюкозы в липосомы обработанные ультразвуком снижается, по сравнению с вариантом без обработки;
- при повышении температуры до 37 °C наблюдается рост захватывающей способности липосом.

Литература

1. Gregoriadis G. Liposome Technology. Volume I: Liposome Preparation and Related Techniques. – 2007. – 352 p.
2. Lasic, D.D., Papahadjopoulos D. Liposomes revisited / Science. – 1995. – 267 p.
3. Чазов, Е.И., Смирнов, В.Н., Торчилин, В.П. Липосомы как средства направленного транспорта лекарств / Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева, 1987. – № 5. – С. 502 – 513.
4. Безруков Д.А. Технологии получения комбинированных липосомальных препаратов доксорубина: Автореферат дисс. на соискание уч. степ. к.х.н.. – М., 2007. – 26 с.

5. Пат. 2216315 С2 Российская Федерация МПК А 61 К 9/127 Способ получения липосомы / Грегориадис Грегори, Зади Брахим, Джайасекера Прамукх Налака – № 2001101910/14; заявл. 27.11.2002; опубл. 20.11.2003. – 22 с.: ил.

6. Мезенцева, Н.И., Лаптев, С.В., Аверьянова, Е.В. Биохимия. Лабораторный практикум. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по курсу «Биохимия». Бийск: Изд-во БТИ, 2009. – 76 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ. НА ПРИМЕРЕ *CONVOLVULUS ARVENSIS L.*

Ю.Г. Хорова, Н.И. Мезенцева

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск

Объектом нашего исследования являлось рудеральное, многолетнее растение вьюнок полевой рода *Convolvulus*. Он широко распространен и доступен, экологически устойчив, содержит, по немногочисленным литературным данным, достаточно разнообразные вещества вторичного метаболизма. Вторичные метаболиты влияют на энергетический потенциал, мембраны, гормональную систему клетки, повышают жизненный статус растений в агроценозах. Поэтому вьюнок полевой возможно рассматривать в качестве перспективного растения в плане разработки ростстимулирующих препаратов для применения в растениеводстве.

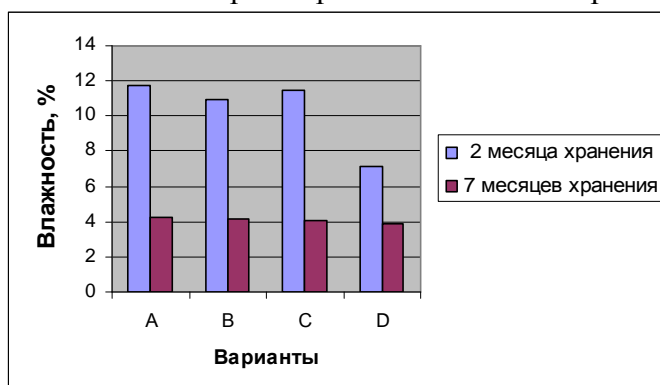
Целью нашей работы являлось изучение влияния разных экологических условий на содержание вторичных метаболитов в образцах вьюнка полевого.

В задачи исследования входило:

- определение суммарного количества экстрактивных веществ в сырье вьюнка полевого, собранного в разных экологических зонах;
- определение процентного содержания в сборах веществ фенольной природы, а также алкалоидов и аскорбиновой кислоты;
- проведение анализа сырья на загрязнение ксенобиотиками.

Исследуемые образцы были собраны в черте города Бийска, Бийском, Смоленском районах и Тюменской области. Заготовка проводилась в августе 2010 года, в период массового цветения.

На первом этапе работы определялась первоначальная влажность сухого сырья вьюнка полевого в зависимости от срока хранения и места сбора.

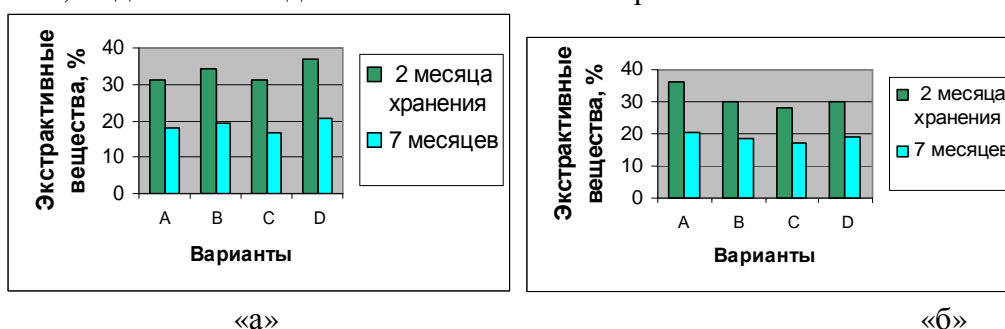


Примечание: А – техногенная зона; В – 30 км от города, С – 50 км от города, D – 150 км от города – экологически чистые зоны.

Рисунок 1 – Определение влажности в образцах вьюнка полевого, собранного в разных экологических зонах

Данные показывают, что влажность уменьшается в процессе хранения. Наибольшая влажность сохранилась в сырье из техногенной зоны, наименьшая – в сырье, собранном в зоне D.

Далее изучалось суммарное количество экстрактивных веществ в сборах вьюнка полевого, выделенных водой и 70 % этиловым спиртом.



Примечание: обозначения те же, что и на рисунке 1.

Рисунок 2 – Суммарное содержание экстрактивных веществ в сборах вьюнка полевого, (экстрагенты – вода «а» и 70 % спирт «б»)

Наибольший показатель экстрактивности наблюдается в более свежем сырье. При этом самое высокое количество водорастворимых экстрактивных веществ у сборов из экологически чистых мест, а спирторастворимых – у образца собранного в городской черте.

В следующем блоке эксперимента исследовался состав вторичных метаболитов в данном растительном сырье. Было определено суммарное содержание фенольных соединений (таблица 1) в надземной части вьюнка полевого, растущего в различных экологических условиях [1, 2].

Таблица 1 – Влияние экологических условий на суммарное содержание фенольных соединений в сырье вьюнка полевого (в % от массы сухого сырья)

Варианты	Антоцианы в пересчете на цианидин-3,5-дигликозид, %		Сумма флавоноидов в пересчете на рутин, %		Оксикоричные кислоты в пересчете на цикориевую кислоту, %		Дубильные вещества в пересчете на танин, %	
	а	б	а	б	а	б	а	б
A	0,026	0,008	1,44	0,61	–	0,22	8,36	3,5
B	0,062	0,041	1,64	0,84	–	0,14	8,62	3,71
C	0,05	0,034	1,41	0,61	–	0,24	8,8	3,94
D	0,049	0,032	1,53	0,81	–	0,24	6,75	2,9

Примечание: A,B,C,D – обозначения те же; срок хранения сырья: а – 2 месяца, б – 7 месяцев.

Результаты в зоне А по содержанию антоцианов, флавонолов, дубильных веществ понижены, по сравнению с результатами в экологически чистых зонах.

Определение суммарного количества оксикоричных кислот по методу Н.Н. Малеванной [3] проводилось только в долгохранящемся сырье, поэтому данные не так однозначны. Нужно отметить значительное разрушение фенольных метаболитов и в процессе хранения травы.

Помимо фенольных соединений, определялось суммарное количество алкалоидов и витамина С (таблица 2).

Тенденция уменьшения содержания вторичных метаболитов в экологически загрязненной зоне сохраняется. В промышленной среде растения интенсивно используют свои антиоксидантные возможности, вероятно, поэтому в сборе, собранном в городе наблюдается значительное снижение содержание аскорбиновой кислоты, уменьшение идет в пределах от 30 до 50 %.

Таблица 2 – Суммарное содержание алкалоидов и аскорбиновой кислоты в сырье вьюнка полевого, собранного в различных экологических условиях

Вариант	Алкалоиды в пересчете на гиосциамин, %		Аскорбиновая кислота, мг %	
	а	б	а	б
А	0,62	0,22	0,11	0,041
В	0,74	0,28	0,23	0,088
С	0,66	0,23	0,21	0,075
Д	0,84	0,39	0,17	0,054

Примечание: А,В,С,Д; а,б – обозначения те же.

Далее представлены результаты по экспертизе сырья вьюнка полевого (таблица 3) на предмет содержания загрязняющих веществ химического происхождения.

Таблица 3 – Содержание токсичных элементов в сырье вьюнка полевого, заготовленного в различных экологических зонах

Вариант	А	В	С	Д
Токсичные элементы				
Тяжелые металлы, мг/кг (нормы по СанПиН 2.3.2 1078-01):				
Свинец (не более 6,0)	1,2645	0,7122	0,2462	2,1125
Мышьяк (не более 0,5)	0,0637	0,0178	0,0376	0,0109
Кадмий (не более 1,0)	0,0248	0,0823	0,0121	0,0739
Ртуть (не более 0,1)	0,0155	0,0031	0,0263	0,0024
Хлорорганические пестициды, мг/кг (нормы по СанПиН 2.3.2 1078-01):				
ГХЦГ (не более 0,1)	Не найден	Не найден	Не найден	Не найден
Альдрин (не допускается)	Не найден	Не найден	Не найден	Не найден
Гептахлор (не допускается)	Не найден	Не найден	Не найден	Не найден
ДДТ и его метаболиты (не более 0,1)	0,0026	0,0030	0,0041	0,0036
Радионуклиды, Бк/кг (нормы по СанПиН 2.3.2 1078-01):				
Цезий -137 (не более 400)	42,50±40,40	22,60±38,80	41,30±79,40	12,63±39,71
Стронций -90 (не более 200)	58,50±93,60	0,00±78,0	0,00±96,40	91,0±100,0

Примечание: А,В,С,Д – обозначения те же.

Можно отметить наличие тяжелых металлов и мышьяка во всех сборах травы [4]. Наиболее чистое сырье по этому показателю - в образцах зон В и С. Содержание хлорорганических пестицидов находится в норме, соответствуя требованиям СанПиНа [5, 6]. Однако во всех образцах обнаружено ДДТ и его метаболиты. Измерение удельной активности радионуклидов цезия и стронция по всем вариантам показало соответствие нормативам СанПиНа [7].

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- выявлена тенденция снижения количества вторичных метаболитов растений при воздействии экологически неблагоприятных условий;
- показано снижение содержания фенольных соединений в образцах из экологически загрязненных мест, что, вероятно, связано с активированием полифенолоксидазы, переходом фенолов в хиноны, и с нарушением проницаемости мембран вакуолей;
- содержание аскорбиновой кислоты значительно падает в образцах, собранных в промышленных зонах;
- алкалоиды в меньшей степени накапливаются в сырье, заготовленном в техногенных зонах, тем самым, подтверждая их защитное действие в стрессовых условиях.

Исходя из этого, желательно заготавливать растительное сырье в местах, отдаленных от городов и населенных пунктов не менее 30 км.

Литература

1. Государственная фармакопея СССР XI, вып. 1. Общие методы анализа / Э.А. Бабаян, М.Д. Машковский, А.Н. Обоймакова. – М.: Медицина, 1987. – 332 с.
2. Государственная фармакопея СССР XI, вып. 2. Общие методы анализа, лекарственное растительное сырье / Э.А. Бабаян, М.Д. Машковский, А.Н. Обоймакова. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
3. Пат. 2257059 РФ. Рострегулирующий комплекс, способ его получения, препарат на его основе и применение в сельскохозяйственной практике / Малеванная Н.Н. / МПК А01N39/00, А01N39/02, 2005.
4. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – С. 22-27.
5. ГОСТ 30349-96. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 17 с.
6. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: ФГУП ИнтерСЭН, 2002. – 168 с.
7. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного бета, гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». – Менделеево, 2004.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СУШКИ БЕРЕЗОВОГО ЛУЩЕНОГО ШПОНА

С.Н. Цыганок, В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, Г.А. Титов

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, e-mail: www.escalot@qip.ru

Введение

Шпон – это основной полуфабрикат, который служит для изготовления слоистой древесины. Шпон получают двумя основными способами: лущением и строганием. Наибольшее распространение получил лущеный шпон. Его производство характеризуется процессом срезания с цилиндрической поверхности, предварительно замоченной и пропаренной заготовки (отрезка древесины), тонкого слоя. Толщина шпона может изменяться от 0,3 до 4 мм [1].

Начальная влажность шпона, в зависимости от условий доставки и подготовки сырья, может изменяться от 50 до 130 %. Конечная влажность шпона в зависимости от назначения должна быть от 6 до 12 %. Для его сушки используют три способа: контактный, конвективный и наиболее распространенный – комбинированный [2].

Постановка задачи исследования

Применяемые в промышленности сушилки шпона характеризуются рядом недостатков, основные из которых: высокая стоимость, требующая значительных первоначальных затрат на организацию производства; большие производственные площади (от 300 м и более на одну сушилку); трудность очистки внутренних калориферов от пыли и выпавших сучков; трудность очистки поверхности роликов от смолы (при использовании сушилки для сушки шпона хвойных пород древесины); необходимость создания огнестойких помещений для газовых сушилок; высоким энергопотреблением (200–250 кВт·ч/м³) – без учета энергии, затраченной на нагрев сушильного агента; коробление и растрескивание шпона в процессе сушки, вследствие высоких температур сушильного агента (300-350 °С) [3].

Таким образом, для устранения вышеуказанных недостатков необходимо предложить альтернативные способы сушки шпона, разработать и практически реализовать предложенные конструкции и провести сравнительные эксперименты для подтверждения их эффективности.

Физические основы ультразвуковой сушки

Сушка древесины заключается в удалении из нее влаги в окружающую среду с поверхности древесины (в воздух или смесь воздуха с паром или топочными газами). Прилегающие к древесине слои агента сушки быстро насыщаются, и испарение влаги из древесины (сушка) прекращается. Поэтому для непрерывности процесса сушки агент сушки у поверхности древесины постоянно должен заменяться свежим, т.е. необходимо осуществлять его циркуляцию. Чем выше температура агента сушки, ниже его влажность и больше скорость движения у поверхности материала, тем интенсивнее происходит испарение, и, следовательно, высушивание поверхностных слоев материала. Увеличение скорости движения сушильного агента при влажности поверхности материала ниже предела гигроскопичности не оказывает влияния на интенсивность перемещения влаги из внутренних слоев древесины к наружным [4].

Интенсифицирующее действие ультразвука возможно на разных стадиях процесса сушки. Ускоряющими факторами являются: уменьшение толщины диффузионного пограничного слоя; уменьшение вязкости жидкости под действием ультразвука, способствующее ускоренному перемещению влаги из глубины материала на поверхность; выдавливание влаги из материала кавитационными пузырьками газа, возникающими под действием ультразвуковых колебаний и колеблющимися в жидкости; радиационное давление, выдавливающее жидкость из материала [5].

Положительный эффект от ультразвукового воздействия на сушку древесных материалов известен давно [6, 7], но нет исследований, направленных на выявление оптимальных режимов и условий сушки, применительно к контактному ультразвуковому воздействию на процесс сушки шпона.

Стенд для ультразвуковой сушки шпона

В состав стенда для исследований процесса ультразвуковой сушки шпона вошло следующее оборудование:

- электронный генератор и пьезоэлектрическая ультразвуковая колебательная система (см. рисунок 1, а);
- устройство для осуществления прижима с различными опорами и измерительное оборудование.

Основные технические характеристики ультразвукового оборудования:

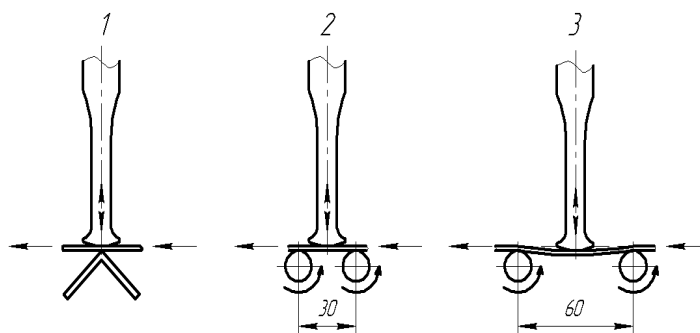
- частота механических колебаний $18 \pm 1,35$ кГц;
- максимальная потребляемая мощность (полная/активная) 1000 ВА/ 300 Вт;
- амплитуда колебаний на торцевой поверхности рабочего инструмента при максимальной мощности 42 ± 2 мкм.

Ультразвуковая колебательная система имела рабочую излучающую поверхность цилиндрической формы (R25, длиной 190 мм, шириной 20 мм).

В качестве устройства прижима использовалось плоское основание, на котором применялись различные опоры, обеспечивающие разные варианты прижима колебательной системы, и, следовательно, различные варианты ультразвукового воздействия (см. рисунок 1, б).



а)



б)

Рисунок 1 – Ультразвуковое оборудование для контактной сушки (а) и варианты прижима излучающей поверхности к шпону (б)

Вариант № 1 обеспечивал контакт высушиваемого шпона и излучающей поверхности рабочего инструмента по линии; варианты № 2 и № 3 – по поверхности. Эксперименты показали, что вариант 3 является неприемлемым, так как при увеличении осевого расстояния между прижимными валиками происходило механическое разрушение шпона.

Экспериментальная часть

В качестве экспериментальных образцов использовался березовый шпон производства ЗАО «Петронефть – Бийск». Шпон получен в момент среза, исходная влажность по предварительным оценкам более 100 %. Для исследований изготовлены образцы размером 300x160 мм толщиной 2 мм. Дополнительно использовались аналогичные экспериментальные образцы и образцы размером 300x1200 мм толщиной 1,5 мм и 2 мм из шпона березового, производства Новокузнецкого фанерного комбината.

Для набора статистических данных и увеличения достоверности результатов, для каждого из режимов сушки было подготовлено по 10 образцов шпона различной толщины. Таким образом, на графиках представлены усредненные результаты.

Скорость протяжки образцов между излучающей поверхностью и опорой составляла в процессе сушки 0,3 м/мин. Измерения влажности образцов осуществлялись методом взвешивания на электронных весах с точностью до 0,1 г.

В качестве опорной площадки использованы два цилиндра диаметром 15 мм, расположенные на расстоянии 30 мм (между центрами). Первоначально эксперименты проводились с вариантом № 1 прижима, а затем были изменены условия прижима (вариант № 2).

Полученные результаты представлены на графиках (рисунке 2), характеризующих процесс ультразвуковой сушки в сравнении с естественной сушкой (25 °С), а также в сравнении с результатами сушки по варианту № 1. Ряд 1 – сушка с ультразвуковым воздействием (прижим вариант № 2), ряд 2 – сушка в естественных условиях (25 °С), ряд 3 – сушка с ультразвуковым воздействием (прижим вариант № 1).

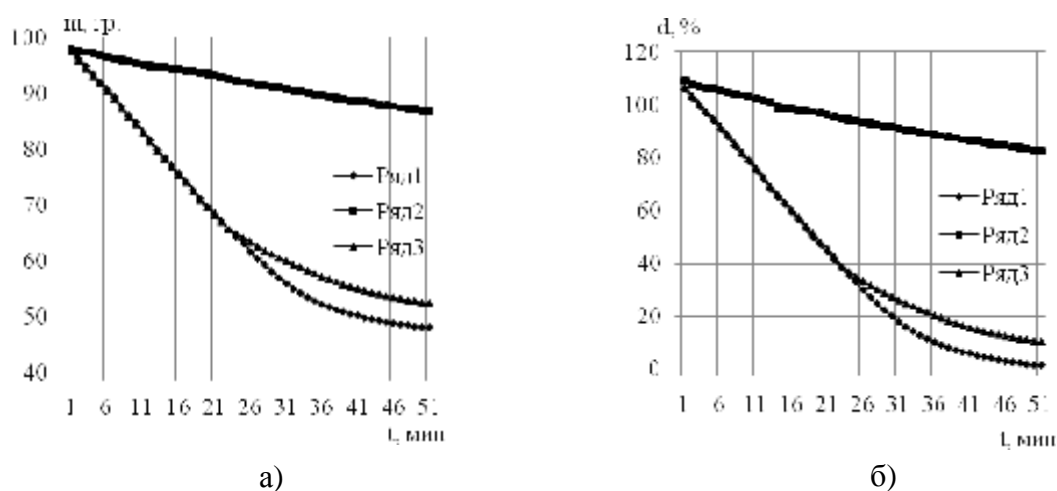


Рисунок 2 – Зависимость массы образцов (а) и влагосодержания в образцах шпона (б) от времени сушки

Анализ результатов показал возможность ускорения процесса сушки в 5–7 раз в сравнении с конвективной сушкой в естественных условиях. Увеличение площади контакта позволило повысить эффективность ультразвукового воздействия: произошло ускорение процесса сушки в 1,5–2 раз в сравнении с сушкой в случае прижима по варианту № 1, причем заметное расхождение в зависимостях начинается с влажности, близкой к 40 %.

Так как скорость протекания процесса сушки зависит от скорости циркуляции сушильного агента вдоль поверхности древесины, то были проведены эксперименты по интенсификации процесса сушки под действием ультразвуковых колебаний при обдуве образцов шпона горячим воздухом – наиболее близкие к производственным режимам сушки. Параметры сушильного агента: температура 60–70 °С, расход 25 м³/ч, потребляемая мощность нагревателя 1–1,2 кВт.

Результаты сушки березового шпона толщиной 1,5 мм представлены на рисунке 3, а толщиной 2 мм – на рисунке 4. Ряд 1 – сушка с ультразвуковым воздействием, ряд 2 – комбинированная сушка с ультразвуковым воздействием и обдувом, ряд 3 – сушка при обдуве горячим воздухом.

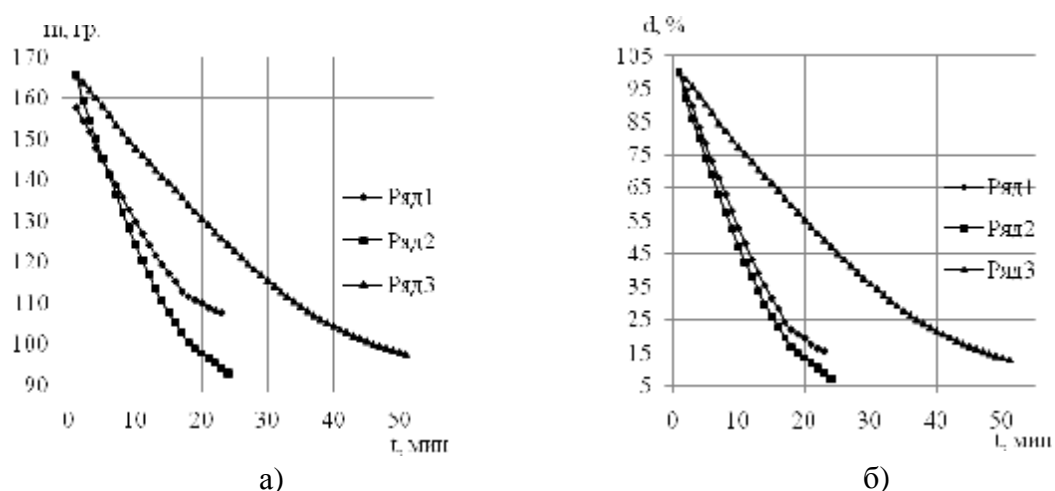


Рисунок 3 – Зависимость массы образцов (а) и влагосодержания в образцах шпона (б) от времени сушки

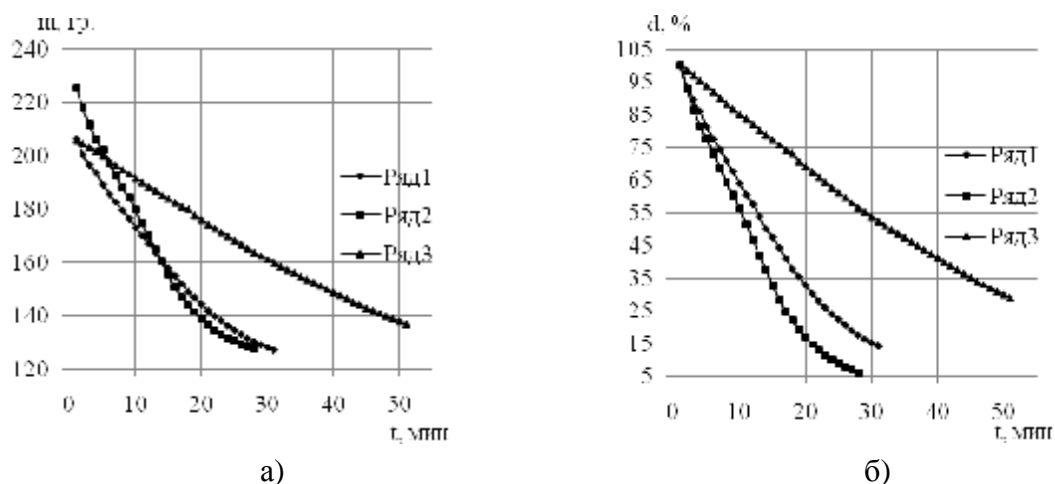


Рисунок 4 – Зависимость массы образцов (а) и влагосодержания в образцах шпона (б) от времени сушки

Таким образом, при комбинированной сушке 1,5 мм шпона (с ультразвуковым воздействием и обдувом горячим воздухом) за 25 мин сушки обеспечена конечная влажность в 7 %, а для 2 мм шпона за 29 мин. При сушке только ультразвуковым воздействием время сушки 1,5 мм шпона до указанной влажности составило 30 мин, 2 мм шпона – 40 мин. При сушке без ультразвукового воздействия время сушки для 1,5 мм шпона составило 60 мин, а для 2 мм шпона – 88 мин.

Анализ результатов

Анализ экспериментальных результатов позволил установить, что максимальная скорость сушки обеспечивается при комбинированном воздействии горячим воздухом с одновременным ультразвуковым воздействием на частоте $18 \pm 1,35$ кГц, при амплитуде 42 ± 2 мкм. В сравнении с естественной сушкой – в 2,4–3 раза и с принудительным обдувом горячим воздухом – в 1,2–1,4 раза до конечной влажности около 7 %.

При анализе энергетических затрат установлено: на сушку различных образцов до указанной влажности принудительным обдувом горячим воздухом затрачено примерно 1,2–1,8 кВт·ч, в то время как на сушку аналогичных образцов только при ультразвуковом воздействии было затрачено 0,15–0,2 кВт·ч, а на комбинированное воздействие было потрачено 0,6–0,7 кВт·ч.

Выводы

Для практической реализации ультразвуковой сушки было предложено и разработано оборудование для реализации ультразвукового контактного способа сушки и проведены экспериментальные исследования по сушке березового шпона.

В результате исследований установлено, что комбинированное воздействие на процесс сушки – ультразвуковое воздействие и принудительный обдув горячим воздухом – по сравнению с традиционными способами сушки не только ускоряет скорость технологического процесса, но и уменьшает энергетические затраты на его реализацию.

Литература

1. Производство шпона [Электронный ресурс]. – Технология деревообработки. – Режим доступа: <http://www.woodtechnology.ru/tehnologii-proizvodstva-kleenoj-drevesiny/proizvodstvo-shpona.html>.
2. Сушка шпона [Электронный ресурс]. – Технология деревообработки. – Режим доступа: <http://www.woodtechnology.ru/tehnologii-proizvodstva-kleenoj-drevesiny/sushka-shpona.html>.

3. Берзегов Аморбий [Электронный ресурс]. – Деревообработка: Сушка шпона. – Режим доступа: <http://moshud.info/moshud-process/kleenaja-sloistaja-drevesina/sushka-shpona/>.

4. Физические явления, происходящие при сушке древесины [Электронный ресурс]. – Сушка древесины. – Режим доступа: <http://www.technologywood.ru/sushka-drevesiny/fizicheskie-yavleniya-proisxodyashhie-pri-sushke-drevesiny.html>.

5. Розенберг, Л.Д. Физические основы ультразвуковой технологии [Текст] / Под ред. Л.Д. Розенберга. – М.: Наука, 1970. – 689 с.

6. Хмелев, В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве [Текст] / В.Н. Хмелев, Г.В. Леонов, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов – Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2007. – 414 с.

7. Хмелев, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности [Текст] / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов – Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕПТИДОВ БЕЛКОВ МОЛОКА ФЕРМЕНТАТИВНЫМ ГИДРОЛИЗОМ

М.Г. Курбанова¹, С.А. Сухих², Ю.С. Малова²

¹ *Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, г. Кемерово*

² *Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г. Кемерово, e-mail: Stas-asp@rambler.ru*

Одним из основных факторов, определяющих здоровье человека, является питание, которое должно не только удовлетворять потребности организма в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные цели [1]. Важная роль в питании человека принадлежит биологически активным пептидам, которые представляют собой фрагменты белков, состоящие из 2–4-х аминокислот. Многие природные пептиды обладают биологической активностью [2, 3].

Целесообразность использования пептидов как компоненты пищевых продуктов также обусловлена геропротекторными свойствами этих веществ. Исследования показали, что при экзогенном введении пептидов с учетом отсутствия их расщепления ферментами желудочного сока происходит временное замещение поврежденного звена физиологической регуляции, позволяющее организму восстановить ослабленную или утраченную функцию, а затем уже самостоятельно поддерживать ее в течение длительного времени. Механизм такого действия основан, в первую очередь, на способности пептидов восстанавливать и поддерживать синтез белка в соответствующем органе на уровне, свойственном молодому организму. При этом происходит восстановление белков клеточных рецепторов, что нормализует чувствительность клеток и к другим гуморальным регуляторам [4].

Пептиды влияют на состояние сердечно-сосудистой, иммунной, половой, эндокринной, пищеварительной и других систем, изменяют энергетический обмен в организме, Особенно эффективны в регуляции работы центральной нервной системы [5].

Настоящее исследование направлено на определение и выбор рациональных параметров обработки биологических систем протеолитическими ферментами, содержащих молочные белки, с целью получения гидролизатов заданного состава. Реализация данной задачи позволит создать эффективную технологию получения пептидных комплексов на основе белков молока.

С целью понимания процессов, протекающих при ферментативном гидролизе белков молока, представляется целесообразным рассмотреть все возможные аспекты, в том числе особенности фермент-субстратного взаимодействия, параметры технологической обработки в связи с целенаправленной трансформацией наиболее важных свойств белков, которые учитывают при создании специализированных продуктов питания.

Разработка технологии гидролизатов с заданным составом и свойствами сводится, главным образом, к получению препаратов с необходимой степенью гидролиза, которая, в свою очередь, зависит от многих факторов, поэтому на начальном этапе исследования проводили эксперименты по изучению особенностей направленного гидролиза казеина эндопептидазами: трипсином, химотрипсином и термолизином. В каждый раствор белка вносили 0,1 %-ный раствор фермента с таким расчетом, чтобы соотношение «фермент – субстрат» составляло 1:25, 1:50 и 1:100. Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунке 1.

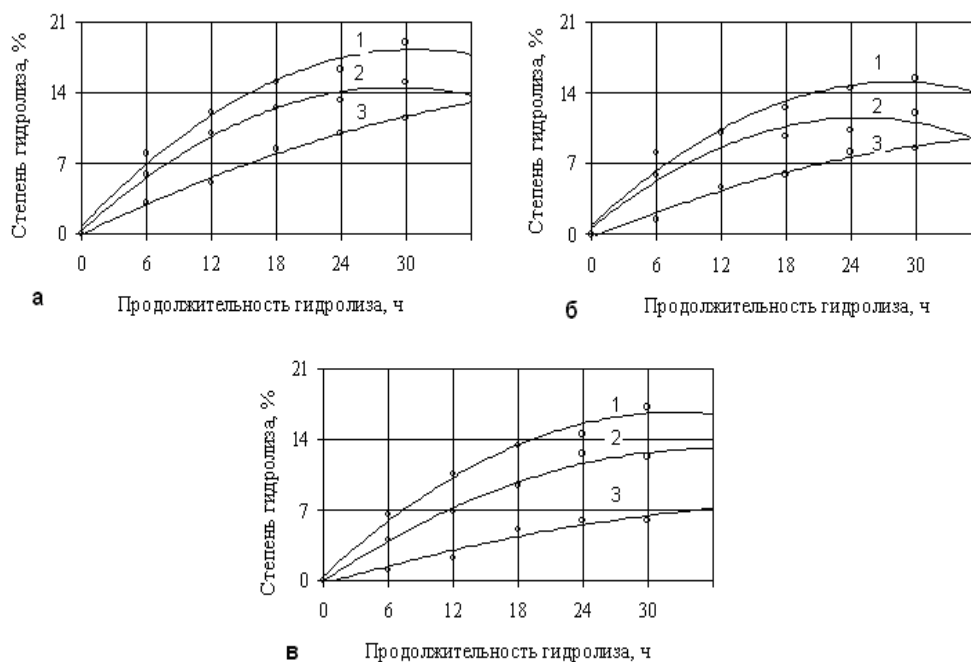


Рисунок 1 – Зависимость степени гидролиза казеина от продолжительности при соотношении «фермент – субстрат»: 1 – 1:25; 2 – 1:50; 3 – 1:100 (при обработке: А – трипсином, Б – химотрипсином, В – термолизином)

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что в серии экспериментов с трипсином при фермент-субстратном соотношении 1:25 реакция протекает с высокой эффективностью и через $6,00 \pm 0,05$ ч степень гидролиза составляет более 3,0 %, а через $12,00 \pm 0,05$ ч – более 5,0 %. Во второй серии экспериментов при фермент-субстратном соотношении 1:50 значения аналогичных параметров составляют 5,8 и 10,0 %.

В серии экспериментов с трипсином при фермент-субстратном соотношении 1:100 степень гидролиза значительно выше отмеченных ранее и составляет 12,0 % после шести часов ферментации. Установлено, что величина рН реакционной смеси при различных фермент-субстратных соотношениях изменяется незначительно и на всем протяжении процесса ферментации находится в пределах оптимальной работы фермента 7,0-8,0.

При анализе данных в серии экспериментов с химотрипсином наблюдается аналогичная ситуация. При фермент-субстратном соотношении 1:25 степень гидролиза через $6,00 \pm 0,05$ ч составляет 1,5 %, а через $12,00 \pm 0,05$ ч – 4,7 %. При соотношении 1:50 и 1:100 степень гидролиза увеличивается с 5,8 до 11,2 % и с 8,6 до 14,4 %, соответственно.

Что касается термолизина, фермент обладает выраженной протеолитической активностью в отношении казеина. При фермент-субстратном соотношении 1:100 степень гидролиза составляет 9,6 %, что, вероятно, связано с конкурентным ингибированием субстрата, а увеличение концентрации фермента и проведение гидролиза при фермент-субстратном соотношении 1:25 является нецелесообразным, что связано с высокой стоимостью термолизина.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для получения гидролизата с высокой степенью расщепления белка (85-98 %) наиболее специфичными ферментами являются трипсин и химотрипсин, а для получения гидролизата со средней степенью гидролиза белка (52 %) наиболее специфичным является ферментный препарат термолизин.

Литература

1. Научно-технические основы биотехнологии молочных продуктов нового поколения: учебное пособие / А.Г. Храмцов, Б.М. Синельников, И.А. Евдокимов и др. - Ставрополь, 2002. – 118 с.
2. Ленинджер, А. Основы биохимии. В 3-х т. Т.1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 367 с.
3. Покровский, А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопр. питания. – 1975. – № 3. – С. 25-35.

НАУЧНЫЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

П.В. Митрохин, А.И. Морозова, Е.А. Якимова, К.С. Четина

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,

г. Кемерово, e-mail: stas-asp@rambler.ru

Современная концепция совершенствования и развития производства базируется на ресурсосбережении, как реальном источнике усиления сырьевой базы перерабатывающих отраслей аграрной промышленности. Однако в отечественной мясоперерабатывающей отрасли около 14 % белоксодержащих ресурсов остаются невостребованными, хотя такие продукты имеют существенный потенциал в создании медицинских и косметических средств и препаратов, высокоценных кормов для домашних животных, обогащенных животным белком, а в основном протеинсодержащее вторичное сырье применяется для создания функциональных продуктов питания.

Мировые тенденции в области питания связаны с созданием ассортимента продуктов, способствующих улучшению здоровья при ежедневном потреблении в составе рациона функциональных продуктов. В последнее время популярность здоровой пищи сильно возросла. Функциональные продукты определяются тремя основными качествами: пищевая ценность, вкусовые качества и физиологическое воздействие. Поскольку процесс питания является функцией взаимосвязи человека с окружающей средой, пища должна способствовать адаптации организма человека к неблагоприятным внешним условиям и помимо основной функции удовлетворения физиологических потребностей организма человека в пищевых веществах и энергии должна выполнять профилактические задачи, то есть обеспечивать умственное и физическое развитие человеческого организма.

Актуальной задачей в настоящее время является разработка технологий получения высококачественных пищевых продуктов, с низкой стоимостью из отечественного сырья. В связи с быстрым ростом населения, недостаточным производством и переработкой различных продуктов питания на земном шаре ощущается острый белковый дефицит. Белковый дефицит очень опасен для живого организма, так как могут развиваться такие тяжелые заболевания, как гипотония мышц и их дистрофия, снижение тургора тканей. Рано появляются отеки (вначале скрытые, затем явные), что маскирует падение массы тела. Недостаток белка приводит к характерным изменениям кожи - она теряет свою упругость, становится сухой и дряблой, образуются преждевременные морщины, появляется вялость, гиперпигментация и слоистое шелушение в местах наибольшего трения об одежду. Волосы становятся редкими, тонкими, теряют эластичность. При тяжелой белковой недостаточности могут иметь место глубокие изменения в печени, нарушение деятельности желез внутренней секреции, изменение гормонального фона, ухудшение усвоения питательных веществ, проблемы с сердечной мышцей, ухудшение памяти и работоспособности. Дефицит белка уменьшает устойчивость организма к инфекциям, так как снижается уровень образования антител [5].

Одним из путей устранения белкового дефицита продуктов, является улучшение использования сырьевых ресурсов за счет внедрения безотходных технологий и ликвидации производственных потерь. Требования наиболее полного и рационального использования сырья диктуются как экономическими предпосылками, так и необходимостью создания экологически безопасных производств. Наибольшая эффективность в использовании животного сырья может быть достигнута только при направленном регулировании его технологических свойств и показателей качества. Малоотходность подразумевает включение в технологический процесс такого нетрадиционного сырья как субпродукты и животные ткани.

Отходами птицеперерабатывающих предприятия на сегодняшний день считаются: кровь, малоценное перо – подкрылок, отходы перопухового производства, кости. К отходам, получаемым на мясокомбинатах, относятся кровь, кость, рога, копыта, шерсть, шкура. Непищевые отходы сельскохозяйственных животных богаты минеральными и органическими веществами (белками, жирами, витаминами и углеводами). Химический состав некоторых малоценных отходов представлен в таблице [1].

Таблица 1 – Химический состав непищевых отходов сельскохозяйственных животных

Наименование отхода	Содержание, %			
	Протеина	Жиры	Минеральных солей	Влаги
Пух, перо	76,40	3,30	1,50	18,80
Яичная скорлупа	3,30	–	95,10	1,60
Кровь птицы	6,00	0,10	0,50	93,40
Кость	18,00	19,00	23,00	40,00
Кровь крупного рогатого скота	17,30	0,60	0,80	80,90
Рога	87,55	1,88	2,02	8,55
Копыта	88,96	0,65	1,96	8,70
Шерсть	83,90	2,50	6,90	6,70
Шкура	18,00	16,00	1,00	80,00

Исходя из табличных данных, наибольшим содержанием белка характеризуются перо, рога, копыта и шерсть. Массовая доля белка в этих отходах в среднем составляет 84,20 %, что в 6 раз превышает массовую долю протеина, содержащегося в остальных отходах. Основным белком, содержащимся в этих отходах, является кератин, который обладает такими незаменимыми аминокислотами, как лизин, аргинин и гистидин,

недостаток которых в организме человека может привести к серьезным нарушениям функционирования различных органов и тканей. Так, например, недостаток лизина в пище приводит к тому, что нарушается кровообразование, уменьшается число красных кровяных телец - эритроцитов, уменьшается количество гемоглобина, также нарушается обмен азота, отмечается истощение мышц, нарушается кальцификация костей и возникает ряд изменений в печени и легких.

Согласно таблице помимо белка в отходах животноводства присутствуют минеральные вещества, и наибольшее их количество содержится в кости и скорлупе. Минеральные вещества в этих отходах, как правило, представлены фосфорнокислыми и углекислыми солями кальция, магния, а также содержат хлористый кальций, фтористый кальций, соли натрия, железа и калия [6, 7].

Отличительной особенностью крови по наличию минеральных элементов является высокое содержание в ней железа. Этот элемент в составе молекул миоглобина и гемоглобина участвует в процессе связывания, переноса и передачи кислорода. Кроме того, кровь характеризуется высокой усвояемостью, обладает свойствами пенообразователя, что очень важно для пищевой и медицинской промышленности. Так, например некоторые лекарственные препараты (иммуноглобулины, сыворотки) изготавливаются из крови животных (чаще всего лошадей). В 1990-х начались исследования влияния на человека препаратов крови алтайского марала, были разработаны пантогематоген и другие продукты.

В составе животных жиров присутствуют насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Наибольшую долю ненасыщенных жирных кислот составляют олеиновая, линолевая, линоленовая, а также арахидоновая кислоты. В свою очередь линолевая и линоленовая кислоты являются незаменимыми для человека, так как они не синтезируются в организме и должны постоянно поступать с продуктами питания. В тоже время из них может синтезироваться арахидоновая кислота, которая входит в состав всех клеточных мембран, является частью фермента сердечной мышцы, а также участвует и в холестеринном обмене. Без этой кислоты не обходятся гормоны и иммунные реакции [4].

В непищевых отходах содержатся также углеводы, главными из которых являются гликоген, глюкоза, мукополисахариды. Углеводы в виде моносахаридов (глюкозы и фруктозы) содержатся в крови [2].

Исходя из, выше описанных данных можно сделать вывод о том, что отходы сельскохозяйственных животных целесообразно использовать для получения белковых компонентов с целью их дальнейшего применения в медицинской, фармацевтической и пищевой промышленности для выпуска функциональных продуктов питания и продуктов специального назначения [3]. Но к сожалению переработка такого сырья затруднена, в связи с низкой развитостью технологических процессов и способов получения белковых и углеводных компонентов.

Этот комплекс проблем можно решить с помощью биотехнологических приемов. Наиболее рациональным приемом при глубокой и комплексной переработке вторичного сырья и непищевых отходов является воздействие микробными препаратами, которые обладают способностью синтезировать специфические ферменты, расщепляющие животные белки с фибриллярной упроченной структурой до аминокислот, пептидов, полисахаридов, витаминов, макро- и микроэлементов, которые имеют высокую биологическую ценность и находят всё более широкое применение в медицине, ветеринарии и животноводстве. Микробные ферменты не требуют большого количества энергии, высоких давлений и температур, сложного дорогостоящего оборудования и токсичных химических реагентов. Они не загрязняют окружающую среду, не расходуют дорогое и дефицитное сырье, а вполне довольствуются бросовой органикой для ее переработки в ценные продукты.

Наряду с термическими и химическими приемами, ферментативная переработка имеет ряд преимуществ, во-первых, это высокая скорость протекания процесса,

во-вторых, наибольший выход белка из сырья и увеличение его питательной ценности и в-третьих, при применении микробных ферментов не разрушаются незаменимые аминокислоты и повышается их усвояемость.

Следует отметить, что на данный момент проведены определённые исследования и обобщения по эффективности микробных препаратов при расщеплении белков животных тканей. Однако лишь для немногих из них глубоко изучены физико-химические свойства, проведена идентификация функциональных групп каталитического центра, исследованы кинетика гидролиза субстратов и субстратная специфичность, расшифрована первичная структура. Поэтому применение консорциума микроорганизмов представляет определенный интерес и является актуальной и насущной проблемой для научных и практических работников мясной промышленности.

Литература

1. Антипова, Л.В. Биохимия мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, Н.А. Жеребцов. – Воронеж: ВГУ, 1991. – 184 с.
2. Антипова, Л.В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб: ГИОДР, 2006. – 384 с.
3. Использование коллагенсодержащего сырья в мясной промышленности / Е.И. Титов, С.К. Апраксина, Л.Ф. Митасева, А.Ю. Соколов // Мясная индустрия. – 2008. – № 6. – с. 49-51.
4. Либерман, Г., Петровский, В.П. Рациональные способы извлечения жира из кости / Г. Либерман, В.П. Петровский. – М.: ЦНИИТИПищепром, 1965. – 27 с.
5. Молчанова, О.П. Роль белка в питании // XII съезд гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов. – М. – 1949. – Т.1. – с. 222-230.
6. Файвишевский, М.Л. Переработка непищевых отходов мясоперерабатывающих предприятий. – СПб: ГИОДР, 2000. – 256 с.
7. Файвишевский, М.Л. Переработка пищевой кости. – М.: Агропромиздат, 1986. – 176 с.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ МАЛОЦЕННОГО СЫРЬЯ В КОМБИКОРМА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

А.И. Морозова, П.В. Митрохин

*Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
г. Кемерово, e-mail: Blackann@list.ru*

В настоящее время в России общая масса отходов пригодных для переработке оценивается на уровне 630-650 млн. т в год. Проблема безотходного производства имеет большое социально-экономическое значение как для повышения экономического уровня и создания современного промышленного потенциала, так и для обеспечения связанного с этим экологического взаимодействия производства, общества и окружающей природной среды.[1]

Основными растительными отходами сельскохозяйственной промышленности являются: солома, ветки, грубостебельчатое сено, стебли и кочерыжки кукурузы, сахарной свеклы, хлопчатника, шелуха зерен, камыш, листья деревьев, ботва сельскохозяйственных растений. Лишь одна треть таких отходов перерабатывается, остальная часть сжигается, либо захороняется. В то время как такие отходы являются идеальным сырьем при производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных. В связи с этим, актуальным является разработка технологии переработки малоценного растительного сырья в комбикорма для сельскохозяйственных животных [2].

Правильное кормление – главное условие достижения высоких результатов в животноводстве. Критерии продуктивности сельскохозяйственной животных становятся более жесткими, вместе с ними возрастают и требования к качеству и сбалансированности кормов. Пример рациона для коров с различным удоем приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Примерный рацион для коров с различным удоем

Живая масса коровы, кг	Рацион	Количество корма, кг при суточном удое			
		8	12	16	20
400	Сено луговое	14	11	10	8
	Кормовая свекла	-	10	15	10
	Картофель	5	5	5	5
	Морковь красная	2	4	5	3
	Комбикорм	-	2	3.5	6
	Силос из кормовой капусты	-	-	-	10
Всего		21	32	38.5	42
500	Сено луговое	15	12	11	9
	Кормовая свекла	-	10	15	10
	Картофель	5	5	5	5
	Морковь красная	3	4	5	3
	Комбикорм	-	2	3.5	6
	Силос из кормовой капусты	-	-	-	10
Всего		23	33	39.5	43
600	Сено луговое	16	13	12	10
	Кормовая свекла	-	10	15	10
	Картофель	5	5	5	5
	Морковь красная	3	4	5	3
	Комбикорм	-	2	3.5	6
	Силос из кормовой капусты	-	-	-	10
Всего		24	34	40.5	44

Кормление сельскохозяйственных животных нормируют по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ и обменной энергии. Полноценность белкового питания животного контролируют по содержанию в комбикорме комплекса незаменимых аминокислот[3].

Так на пример в 1 кг луговой травы содержится в среднем 0.23 кормовой единицы, 25 г переваримого протеина, 2.9 г кальция, 0.7 г фосфора, 30-70 мг каротина. За сутки корова потребляет до 70 кг зеленого корма.

В 1 кг лугового сена содержится 0.45 кормовой единицы и 48 г переваримого протеина, 6.4 г кальция, 1.8 г фосфора, 11 мг каротина. В клеверном сене – соответственно 0.5 кормовой единицы, 81 г переваримого протеина, 12.9 г кальция, 3.4 г фосфора и 25 мг каротина [8].

Солома содержит много клетчатки, в ней отсутствуют витамины и очень мало протеина. Ее можно скармливать в смеси со свеклой, силосом, тыквой, дертью зерновых, отрубями, жмыхами или комбикормом.

Солома озимых культур в неподготовленном виде (не измельченная и не запаренная) не пригодна к скармливанию.

Солома яровых культур (ячменная, овса, проса, гороховая) по питательности выше озимой, она гораздо мягче и прекрасно поедается без всякой подготовки.

Веточный корм с листьями приравнивается к яровой соломе, но содержит больше витаминов. Ветки хвойных деревьев (ели, сосны, пихты) используют для приготовления витаминной муки, а также в натуральном виде. Их можно давать до 0.5-2 кг в сутки на корову [9].

В настоящее время остро стоит проблема нехватки природного белка, витаминов, и минеральных веществ в кормах для животных, а компоненты синтетических препаратов усваиваются всего на 25 %. Для повышения усвояемости, и переработки идеально подходят комплекс промышленно значимых микроорганизмов, позволяющий повысить питательность малоценного растительного сырья, обогатить его протеином, витаминами, ферментами, ароматическими веществами и биокатализаторами, тонизирующими организм животного. При этом технология биоферментации, будучи несложной и недорогой, является экологически чистой, так как не дает вредных выбросов в биосферу и соответствует действующим экологическим нормам [6].

В мировом животноводстве издавна применяют три основных способа обработки малоценного растительного сырья: физический, химический и биологический. Физическая обработка (измельчение, запаривание) существенно не повышает питательности кормов. Химические вещества (щелочи, кислоты и др.) гидролизуют клетчатку, но их применение бывает опасно для людей, животных и окружающей среды. Биологический метод – самый надежный и перспективный. Он раскрывает для человечества неограниченные возможности [5].

Новизна данной разработки заключается в использовании промышленно значимых микроорганизмов и ферментов. Альтернативный путь получения кормового белка микроорганизмов - выращивание их поверхностным способом на твердом субстрате.

Комплекс микроорганизмов, входящих в состав биопрепарата позволит повысить не только энергетическую составляющую в кормах за счет увеличения количества растворимых сахаров при разрушении клетчатки, но и увеличить его белковую составляющую, за счет образования дополнительно микробного белка при использовании доступных источников азота [4].

Биоферментация обеспечивает эффективное разрушение клетчатки и других полисахаридов с последующим синтезом микробного белка. Перевариваемость такого белка на 25-30 % выше перевариваемости белков растительного происхождения. Белок, как известно, участвует в построении мышечной массы, тем самым, обеспечивая дополнительные привесы, а также получение другой белковой продукции (молока, яиц и др.).

При этом технология биоферментации, будучи несложной и недорогой, является экологически чистой, так как не дает вредных выбросов в биосферу и соответствует действующим экологическим нормам.

Применение промышленно значимых микроорганизмов повышает энергетическую составляющую комбикорма за счет увеличения количества сахаров при разрушении клетчатки, а микробиологическая ферментация с применением микроорганизмов увеличивает его белковую составляющую за счет образования дополнительно микробного белка при наличии источников азота. Получаемый в процессе ферментации микробный белок усваивается в организме животного до 95 %. Кроме того, будут происходить значительные биохимические изменения в сырье, снизится содержание клетчатки на 40-45 %, увеличится количество кормовых единиц, перевариваемого протеина, будут синтезироваться витамины В, D, РР, Е, К, Н [4].

Процесс переработки включает следующие технологические операции: измельчение сырья (при необходимости), его увлажнение и выдержка при температуре 40-60 °С. Для заквашивания подходит любое малоценное растительное сырье: отруби, отходы крупяного производства, солома, лузга, шелуха любого зерна, жмых, пивная дробина и другие продукты переработки зерна, также свекловичный жом, ветки и другие отходы растительного производства [7].

Разработанная технология позволит: повысить перевариваемость малоценного сырья с помощью биоферментации; увеличить белковую составляющую кормов; повысить усвояемость, предположительно на 40-45 %; обогатить витаминами; снизить стоимость корма при увеличении его питательности; исключить из рациона животных сахарную патоку.

Литература

1. Баранников, В.Д. Охрана окружающей среды в зоне промышленного животноводства: / В.Д. Баранников – М.: Россельхозиздат, 1985. – С. 3.
2. Баяндина, Г.В. Влияние технологии приготовления белковых кормов на их химический состав и питательную ценность / Г.В. Баяндина, О.Н. Сороколетов, Н.Ф. Скроботова // Тез. докл. науч. – практ. конф. «Проблемы реализации продовольственной программы сибирского региона в новых условиях хозяйствования» Новосиб. гос. аграр. ун - т. – Новосибирск 1989. – С. 9-10.
3. Билай, В.И. Трансформация целлюлозы грибами Текст / В.И. Билай, Т.Н. Билай, Е.Г. Мусич. – Киев: Наукова думка, 1982. – 296 с.
4. Скрыбин, Г.К. Глубинная и твердофазная ферментация соломы и опилок Текст. / Г.К. Скрыбин // Микология и фитопатология. – 1986. – № 5. – С. 976-983.
5. Сороколетов, О.Н. Совершенствование биологической переработки отходов животноводства / О.Н. Сороколетов // Проблемы АПК в условиях рыночной экономики: Тез. докл. юбил. регион, науч. - практ. конф. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. - Новосибирск, 1996. – С. 118-119.
6. Кретович, В.Л. Биохимия растений Текст / В.Л. Кретович. – М.: Высш. шк., 1986. – 530 с.
7. Малер, Г. Основы биологической химии Текст / Г. Малер, Ю. Кордес. – М.: Мир, 1970. – 568 с.
8. Физиология растений Текст / Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. - М.: Академия, 2007. – 640 с.
9. Дмитроченко, А.П. Кормление сельскохозяйственных животных / А.П. Дмитроченко, П.Д. Пшеничный. – Л., 1975. – 480 с.

ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОСТИ L-ФЕНИЛАЛАНИН-АММОНИЙ-ЛИАЗЫ, ВЫДЕЛЕННОЙ ИЗ *RHODOSPORIDIUM TORULOIDES* С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

О.О. Бабич, И.С. Разумникова, С.А. Сухих, Ю.С. Малова

*Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
г. Кемерово, e-mail: olich.43@rambler.ru*

Фенилпировиноградная олигофрения – наследственное заболевание группы ферментопатий, связанное с нарушением метаболизма фенилаланина, сопровождается накоплением аминокислоты и его токсических продуктов, что приводит к тяжёлому поражению ЦНС, проявляющемуся, в частности, в виде нарушения умственного развития. При подтверждении диагноза биохимическими методами необходима специальная диетотерапия, которая заключается в резком ограничении одной аминокислоты – фенилаланина, что гарантирует нормальное развитие ребенка. Диета исключает мясные, рыбные, молочные продукты и другие продукты, содержащие животный и, частично, растительный белок, кроме того, запрещается употребление в пищу газированных напитков, жевательных резинок и некоторых лекарственных препаратов. Для лечения

заболевания назначают белковые гидролизаты, такие как цимогран, лефаноллак, берлофен, гипофенат именно они становятся главными продуктами питания, обеспечивающими потребность в белке. Их применяют с фруктовыми и овощными соками.

В Российской Федерации имеется государственный заказ на обеспечение детей, страдающих фенилкетонурией специальным питанием для предотвращения развития у них умственной отсталости, который в настоящее время, к сожалению, реализуется посредством импорта продуктов, не всегда оказывающих эффективное воздействие на патологическое состояние больного, кроме того, импортные продукты специального назначения очень дорогостоящие и характеризуются низкими органолептическими показателями.

Целью настоящей работы явилось измерение каталитической активности L-фенилаланин-аммоний-лиазы, выделенной методом клонирования и экспрессии гена из *Rhodospiridium toruloides* с дальнейшим применением его в пищевой промышленности для создания функциональных и специализированных продуктов питания для больных фенилкетонурией.

Определение количественного содержания ферментов в биологических объектах представляет известные трудности, поскольку, за редким исключением, ферменты в тканях присутствуют в ничтожно малых концентрациях. Поэтому о количестве ферментов судят по скорости катализируемой реакции в определенных, согласованных условиях измерения. При оптимальных условиях температуры, pH среды и полном насыщении фермента субстратом скорость катализируемой реакции пропорциональна концентрации фермента. О скорости ферментативной реакции судят или по скорости убыли субстрата, или по скорости образования продукта реакции.

Для выражения активности в практической работе с ферментами часто пользуются произвольными понятиями удельной и молярной активности. Удельную активность фермента принято выражать числом единиц ферментативной активности на 1 мг белка (или числом каталов на 1 кг активного белка). Количество молекул субстрата, подвергающихся превращению одной молекулой фермента в продукт в процессе реакции в единицу времени при полном насыщении фермента субстратом, принято называть числом оборотов фермента, или молярной активностью

В работе определяли каталитическую активность фермента в стандартных оптимальных условиях при pH 8,5 для этого его разводили в 50 раз в следующих буферных растворах: цитрат-HCl, ацетат- NaOH, KH_2PO_4 -NaOH, Трис-HCl, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ - NaOH с pH от 2 до 12 с концентрацией буфера 0,1М. Затем пробы инкубировали при +30 °С в течение 10 мин и отбирали и вносили аликвоты в инкубационную среду для анализа. Для построения диаграммы стабильности L-фенилаланин-аммоний-лиазы в зависимости от pH использовали среднее арифметическое значение активности при соответствующем активной кислотности, выраженной в процентах от активности фермента после 10 мин инкубации при pH 8,5. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

Данные, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о том, что L-фенилаланин-аммоний-лиаза при кислых значениях pH (ниже 7,0) практически не активен, так например, при значении активной кислотности 5,0 его каталитическая способность сохраняется на 83 %, а при pH 4 PAL уже полностью инактивировался после 10 минутной инкубации при +30 °С. Фермент выражает свою стабильность при щелочных значениях среды, так уже при значении активной кислотности 7,0 увеличилась по сравнению с pH 5,0 в 1,2 раза. Максимальная активность выделенного фермента наблюдается в интервале активной кислотности 8,5 до 11,5, при этих значениях pH каталитическая активность составила 105 %, т.е. по сравнению с каталитической активностью при pH 5,0 она выросла в 1,26 раз. По-видимому, это объясняется тем, что ингибирование L-фенилаланин-аммоний-лиазы является обратимым и происходит быстрее при pH 11,0.

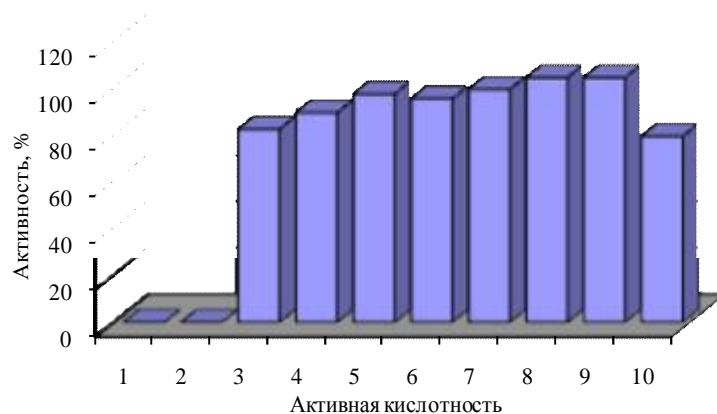


Рисунок 1 – Каталитическая активность L-фенилаланин-аммоний-лиазы при различных значениях активной кислотности

Зависимость активности PAL от температуры определяли в стандартной реакционной смеси, которую предварительно выдерживали 10 мин при температуре реакции. Измерения проводили на спектрофотометре с термостатом, поддерживающим нужную температуру с точностью $\pm 0,1$ °C. Реакцию начинали ферментом (10,1 мг/мл), предварительно разведенным в 50 раз 0,1 М Трис-HCl буфером pH 8,5. Для расчета активности фермента использовали линейный участок кинетической кривой. При построении диаграмм применяли средние арифметические значения полученных удельных активностей. Результаты опыта представлены на рисунке 2.

Результаты анализа, представленного на рисунке 2, свидетельствуют о том, что оптимальной температурой работы L-фенилаланин-аммоний-лиазы является температура +50 °C, именно при этой температуре реакции наблюдается максимальная каталитическая активность (2,0 Е/мг белка). Также из диаграммы следует, что каталитическая активность снизилась почти в 2,0 раза при повышении температуры реакционной среды до +60 °C. Причем это снижение активности не может быть вызвано необратимой денатурацией фермента. Так, было показано, что при данной температуре фермент теряет 50 % активности за 15 мин, тогда как время реакции в данной серии экспериментов составляло 4 минуты. Это также подтверждается тем, что во время реакции не наблюдалось значительных отклонений от линейности, как, очевидно, должно было бы быть при денатурации белка в кювете.

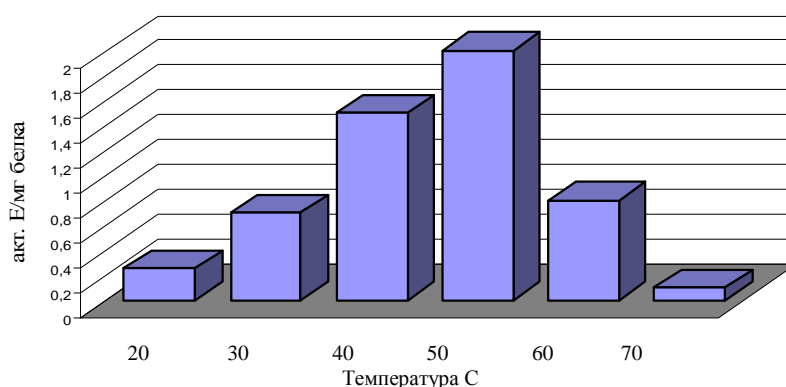


Рисунок 2 – Каталитическая активность L-фенилаланин-аммоний-лиазы при различных значениях температуры

Таким образом, в результате исследований определена каталитическая активность фермента в зависимости от различной активной кислотности и различной температуры реакционной среды. Эти показатели являются очень важными, так как от них зависит разработка технологических режимов при производстве продуктов питания специального назначения, предназначенных для больных фенилкетонурией. Такие продукты максимально сбалансированы по основным пищевым компонентам и соответствуют физиологическим потребностям живого организма, но содержат минимальную массовую долю аминокислоты – фенилаланина.

Литература

1. Sarkissian, C.N. Phenylalanine ammonia lyase, enzyme substitution therapy for phenylketonuria, where are we now? / C.N. Sarkissian, A. Gamez // *Mol. Genet. Metab.* - 2005. – № 86. – P. 22-26.

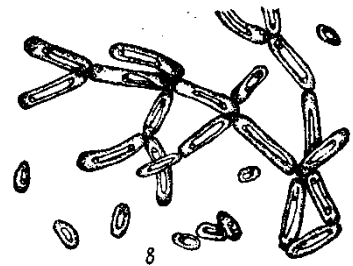
2. A different approach to treatment of phenylketonuria: Phenylalanine degradation with recombinant phenylalanine ammonia lyase / C.N. Sarkissian, Z. Shao, F. Blain, R. Peeters, H. Su, R. Heft, T.M.S. Chang, C.R. Scriver // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 1999. – № 96. – P. 2339-2344.

3. Biotransformation of trans-cinnamic acid to L-phenylalanine: Optimization of reaction conditions using whole yeast cells / C.T. Evans, K. Hanna, C. Payne, D. Conrad, M. Misawa // *Enzyme Microb. Technol.* – 1987. – № 9. – P. 417-421.

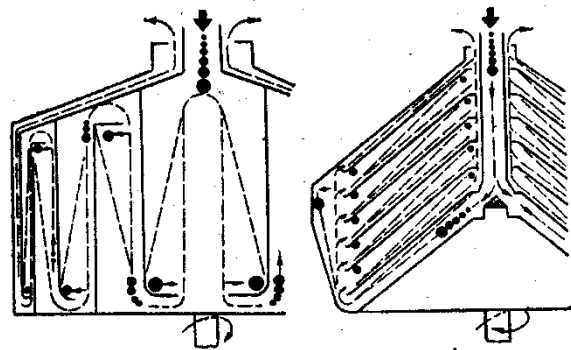
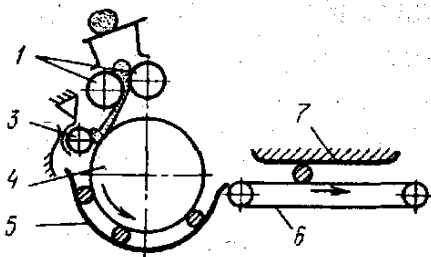
Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, гос. Контракт № 02.740.11.5133.

СЕКЦИЯ 3

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ



$$S^2 = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] : (n - 1);$$



ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «КИТ»

А.С. Дунин, Е.А. Климонова
ООО «КиТ», г. Буйск, dunin@mail.bysk.ru

Характерной особенностью современных продуктов является сложность их рецептурных составов, то есть наличие в составе продукта большого числа ингредиентов, различной химической природы. Применение ингредиентов независимо от того, каким путем они получены, помогает решать проблемы качества, увеличения сроков хранения, расширения ассортимента продуктов, а также ускоряет и облегчает ведение технологических процессов.

Отечественный рынок ингредиентов (включая экстракты) для пищевой и косметической индустрии, а также для рынка БАД характеризуется интенсивным развитием, расширением ассортимента, ростом производства, активным внедрением удешевляющих производство добавок и, к сожалению, доминированием импортной продукции.

Большинство предприятий при производстве БАД, пищевой и косметической продукции по-прежнему используют сухое тонко измельченное растительное сырье, которое непосредственно вводится в продукт. Растительное сырье обладает большим непостоянством по составу, который зависит от многих факторов, таких как район произрастания, время сбора, условия сушки, заморозки и хранения. За счет механохимических процессов может происходить значительная структурная модификация биологически активных веществ, приводящая к снижению биологической активности. Эта проблема решается при использовании экстрактов, извлеченных из соответствующего растительного сырья, которые можно стандартизировать по биологически активным веществам.

ООО «КиТ» более 15 лет успешно производит сухие, густые и жидкие экстракты, полученные путем переработки плодово-ягодного и лекарственного растительного сырья. Известно, что растительное сырье обладает большим непостоянством состава, который зависит от многих факторов, таких как район произрастания, время сбора, условия сушки, заморозки и хранения. Экстракты, производимые ООО «КиТ», – это продукты с высокой концентрацией биологически активных веществ, свойственных одноименному сырью, имеющие большой срок хранения (до трех лет). Они технологичны, экономически выгодны при транспортировке и хранении, удобны в приготовлении напитков и функциональных продуктов, растворимы в воде. Наши экстракты используются в производстве кондитерских и хлебобулочных изделий, безалкогольных напитков, чаев, функциональных продуктов, а также биологически активных добавок (БАД) и косметики.

Предприятие регулярно участвует в специализированных международных выставках и ярмарках («Пищевые ингредиенты, добавки и пряности»-2009, г. Москва, «Аптека-2009», г. Москва, «Медсиб-2009», г. Новосибирск), что позволяет динамично развиваться нашей компании, расширять географию продаж, разрабатывать новые виды продукции и производить востребованную продукцию высокого качества.

Высокое качество выпускаемой продукции, широкий ассортимент, индивидуальный подход к клиенту, надежность в работе – все эти факторы позволили нашей компании стать постоянным поставщиком экстрактов ряда крупных предприятий не только на внутреннем, но и на внешнем рынке.

Выделением биологически активных веществ (БАВ) из растений, или экстракцией, человек начал заниматься очень давно, поскольку даже самое незамысловатое извлечение сока растения в древнейших знахарских рецептах есть не что иное, как экстракция в самом широком смысле этого слова.

Традиционные методы экстракции, до сих пор используемые многими изготовителями, достаточно экономичны и просты, однако позволяют извлекать очень малое количество биологически активных веществ, часть из которых разрушается во время концентрирования и сушки.

Используемый нами метод вакуум-импульсной экстракции позволяет наиболее полно извлечь биологически активные вещества за короткий период времени. Также отличительной особенностью нашей уникальной технологии является то, что весь процесс изготовления как густых, так и сухих экстрактов проходит при низких температурах, не превышающих 45 °С, что полностью сохраняет все термолabile вещества. Весь процесс автоматизирован, что сводит к минимуму контакт человека с продуктом.

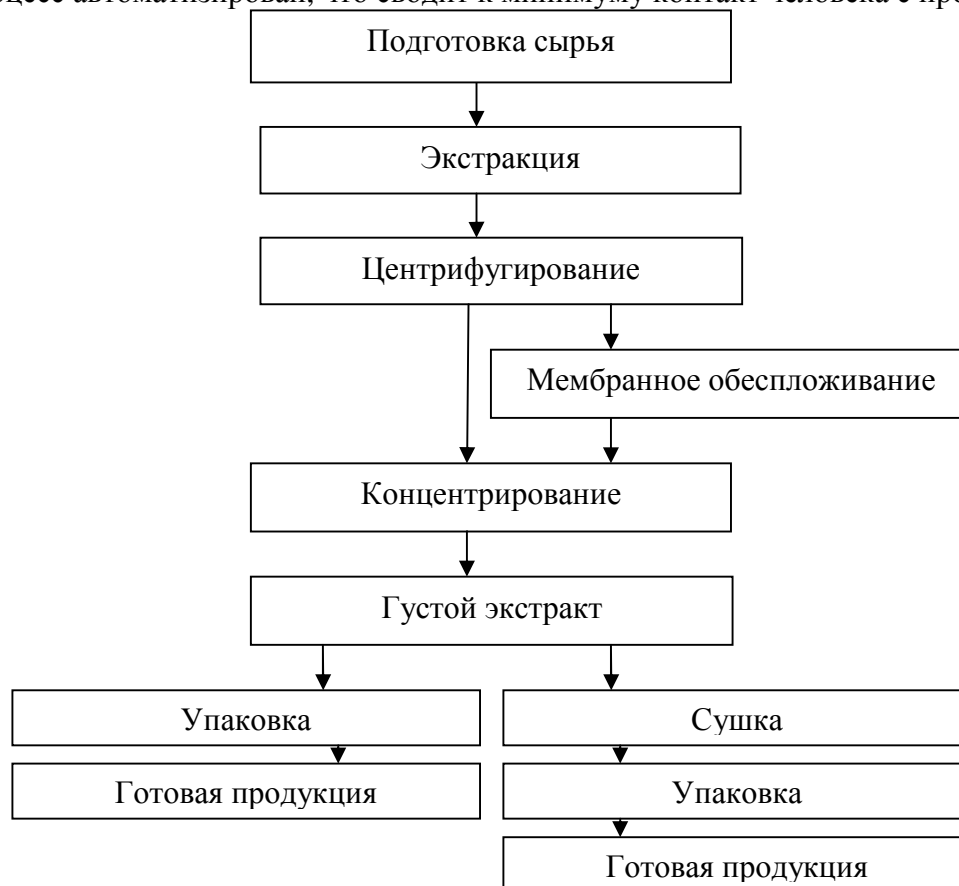


Рисунок 1 – Технологическая схема производства экстрактов

Технологическая схема состоит из следующих стадий (рисунок 1):

1. Подготовка сырья – происходит его сортировка и мойка, затем сырье подсушивается и измельчается, при этом учитывается, что мелкоизмельченное сырье обладает низкой степенью смачиваемости, крупноизмельченное – большей поверхностью экстрагирования. И то и другое способствует снижению эффективности экстрагирования.

2. Экстракция. Ее производят в вакуум-аппаратах из нержавеющей стали. Измельченную массу заливают экстрагентом с температурой 30-45 °С и кипятят в режиме вакуум-импульса в течение 2 ч. Для каждого вида сырья соотношение сырье/экстрагент было подобрано теоретически и в настоящее время доведено до оптимального. В качестве экстрагируемого материала может быть любое сырье растительного происхождения (корни, ветви, стебли, листья, почки, плоды, цветы и т.д.), экстрагент - дистиллированная вода, водно-спиртовой раствор или другой растворитель по желанию заказчика. При экстракции происходит более полное извлечение основного вещества из сырья, что позволяет получить высококачественную продукцию, удовлетворяющую или превосходящую требования стандартов по содержанию витаминов, микроэлементов и других биологически активных веществ.

3. Центрифугирование. После экстракции отбирают пробы экстракта и определяют в нем концентрацию растворенных веществ. Их содержание в экстракте должно быть не менее 3 %. После экстрагирования шрот удаляют путем отжима в закрытом нутч-филт্রে. Для удаления остатков шрота, взвешенных частиц и полного осветления экстракта используется каскад отстойных центрифуг, скорость вращения которых составляет от 1500 до 2000 об/мин.

4. Мембранное обеспложивание. Стерилизация холодным способом осуществляют на мембранных установках (ультрофилтрация).

5. Концентрирование. Концентрирование проводят в роторном вакуум-аппарате пленочного типа до концентрации сухих веществ, равной 60-80 %.

6. Сушка. Сушка осуществляется в кондуктивной сушилке периодического действия в течение 10 мин до остаточного содержания влаги не более 10 %. Температура рабочей поверхности сушилки составляет 70-80 °С, температура продукта – 42 °С.

7. Упаковка. Сухие экстракты упаковываются в вакуумный пакеты, густой экстракт расфасовывается по банкам, ведрам и бочкам в зависимости от размера заказа и пожеланий клиента.

Созданная нами установка позволяет производить быструю переналадку оборудования и подбор технологических режимов с целью быстрого перехода с одного вида экстракта на другой, что позволяет удовлетворить потребности заказчика в небольшом количестве экстракта. По предварительной договоренности с заказчиком возможно производство продукта нестандартным способом экстракции с использованием различных экстрагентов.

За внедрение специалистами нашей компании вакуумно-импульсной технологии по производству экстрактов из растительного сырья, предприятие было отмечено жюри конкурса ярмарки «МедСиб-2008» серебряной медалью выставки: «За разработку низкотемпературной вакуумно-импульсной технологии получения БАД – экстрактов из плодов лекарственных растений» в номинации «Оздоровительное питание, использование современных биотехнологий в его производстве».

Предприятие «КиТ» предлагает покупателям широкий ассортимент экстрактов. За время существования компании было отработано получение растительных экстрактов более чем из 140 видов растительного сырья. Широкий ассортимент используемого для производства растительного сырья требует привлечения значительных сырьевых ресурсов, но из-за отсутствия сырьевой базы на территории Алтайского края, наша фирма вынуждена закупать сырье, выращенное в различных регионах России, а также в странах дальнего и ближнего зарубежья. При производстве наших экстрактов используется сырье, произрастающее на территории Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии, а также странах Америки и Африки.

При этом доставка сырья из других регионов России и стран дальнего и ближнего зарубежья создает трудности в сохранение комплекса веществ в составе лекарственных растений, придающих им дополнительные полезные свойства, которых нет у индивидуальных соединений, выделенных из тех же растений. Поэтому очевидно, что идеальным является извлечение из клетки природного комплекса биологически активных веществ. Это легко сделать, разрушив оболочку клетки сочного свежего растительного сырья и "выпотрошив" ее содержимое. Преимуществом извлечения из свежего сырья по сравнению с селективной экстракцией биологически активных веществ из высушенного сырья является не только более полное извлечение биологически активных веществ, но, прежде всего, группы активных ферментативных веществ, которые разрушаются при сушке сырья. Несмотря на это, при производстве наших экстрактов сотрудники предприятия приоритетно работают со свежесобраным сырьем, которое намного богаче биологически активными веществами, нежели высушенное.

Качество продукции, выпускаемой ООО «КиТ», подтверждено наличием свидетельств о ее государственной регистрации, санитарно-эпидемиологическими заключениями на производство сухих и жидких концентратов и экстрактов.

В перспективе компания ООО «КиТ» планирует провести:

- разработку и создание установки непрерывной сушки экстрактов, а так же создание автоматизированной промышленной линии по производству экстрактов из растительного сырья;

- создание биологически активных добавок на основе производимых сухих экстрактов (черники, клюквы, овса молочной спелости, боярышника, шиповника), на основе густого экстракта перца стручкового;

- создание продуктов функционального питания на основе производимых сухих плодово-ягодных экстрактов (брусники, клюквы, малины, облепихи, калины, рябины, шиповника, черники, черной смородины, черноплодной рябины).

Проблемы предприятия ООО «КиТ» при внедрении инновационных технологий:

- отсутствие инвестиций для закупа оборудования необходимого для производства экстрактов с заданными клиническими свойствами и оформление разрешительных документов;

- отсутствие отработанных и общепринятых методик контроля качества, которые характеризуют клинические свойства препаратов на растительной основе;

- отсутствие единого аналитического центра для проведения исследований и разработки методов контроля качества, регистрации нормативно-технической документации;

- отсутствие аграрного предприятия для культивирования растительного сырья для производства экстрактов на территории Алтайского края.

Несмотря на проблемы, компания ООО «КиТ» активно развивается и является успешным производителем высококачественных экстрактов изготовленных из экологически чистого растительного сырья не только на территории России, но и за ее пределами.

Литература

1. Индустрия напитков. Экстракция биологически активных веществ: спец. журн. / учредитель ООО «Информационное агентство «ВЕКО». – 2008, № 7 – С.-Петербург: ВЕКО, 2008.

2. Индустрия напитков. Растительные и плодово-ягодные экстракты ООО «КиТ»: спец. журн. / учредитель ООО «Информационное агентство «ВЕКО». – 2010, № 5 – С.-Петербург: ВЕКО, 2010.

ХАРАКТЕРИСТИКА НАПИТКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

А.Г. Галстян, С.В. Фролов

*Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
г. Кемерово, tl@kemtipp.ru*

Одной из серьезных проблем промышленности является организация переработки молочной сыворотки. К сожалению, часть этого сырья расходуется нерационально. Между тем, молочная сыворотка является ценным белково-углеводным сырьем.

В настоящее время в России на основе молочного сырья (лактата и сыворотки) разрабатывают алкогольные тонирующие напитки. Алкогольсодержащие напитки из такого сырья характеризуются жидкой консистенцией, без образования сгустка, мути, опалесценции. Молочная промышленность с помощью новых технологий производит пиво и виноподобные напитки, напитки с низким содержанием алкоголя, спирт и крепкие напитки [1].

Напитки, вырабатываемые из молочного сырья, различаются по способу производства, составу, пищевой и биологической ценности [2]. Их получают чаще всего путем сквашивания молочнокислыми заквасками. Для повышения биологической ценности в них добавляют витамины, различные белковые добавки растительного и животного происхождения, а также натуральные соки, мед, патоку, ягоды, морсы, яйца, сахар, пряности, пищевые красители [3].

Для молокоперерабатывающей отрасли актуальна проблема утилизации молочной сыворотки, которая, как известно, обладает высокой пищевой и биологической ценностью, что делает привлекательным ее применение в производстве функциональных продуктов. Роль активных ингредиентов в них могут играть дрожжевые клетки, поскольку обладают выраженным лакто- и бифидогенным эффектом. При этом ассортимент продуктов, содержащих активные клетки дрожжей, ограничен и, в основном, представлен продуктами с использованием традиционных заквасок лактозосбраживающих дрожжей. Тогда как спектр дрожжевых культур, может быть значительно расширен за счет использования в различных климатических зонах местных рас штаммов, как наиболее жизнеспособных в данных эколого-географических условиях.

Среди разнообразного ассортимента продуктов из молочной сыворотки перспективным направлением остается производство сывороточных напитков. Представляют интерес напитки, вырабатываемые из молочной сыворотки, при получении которых используются все компоненты сыворотки, в том числе содержащиеся незаменимые аминокислоты, сывороточные белки, принимающие участие в структурном обмене, образовании гемоглобина и плазмы крови [5].

С одной стороны, разнообразие подходов к разработке тонизирующих напитков, а с другой – отсутствие четкой системы и требований к созданию таких напитков в молочной отрасли обуславливают необходимость проведения соответствующих исследований, в том числе поиск дополнительных возможностей использования в качестве природных биостимуляторов ингредиентов и компонентов молочного сырья.

Перспективным направлением является развитие биотехнологий альтернативных вариантов напитков из молочного сырья с заданными свойствами на основе теоретических предпосылок и экспериментальных исследований [4]. В наших исследованиях это направление получило дальнейшее развитие, поскольку тонизирующие напитки на основе сыворотки пользуются все большим спросом у потребителей. На основании комплексных научных исследований получены практические результаты, нашедшие применение в молочной промышленности.

С учетом вышеизложенного, разработка технологии тонизирующего напитка с функциональными свойствами актуальна в рамках решения социальной проблемы организации здорового питания.

Целью работы явилось исследование и разработка технологии тонизирующих напитков с функциональными свойствами на основе молочной сыворотки.

Разработана технология новых видов продукции, основу которой составляют технологические уровни, определяющие многообразие свойств и характеристик тонизирующих напитков, а также учитываются закономерности и принципы формирования их качества, физико-химические свойства ингредиентов, их функции в организме человека. В соответствии с этим намечены направления дальнейшего совершенствования ассортимента и технологии тонизирующих напитков на основе молочной сыворотки и различных вкусовых компонентов.

На первой стадии производственного процесса поступившую молочную сыворотку оценивают по нормативным документам. В том случае, если поступившее сырье имеет удовлетворительные показатели качества, его направляют на сепарирование на сепараторах-осветлителях с целью удаления белковых хлопьев.

Для снижения общей бактериальной обсемененности и патогенной микрофлоры в профильтрованной молочной сыворотке ее направляют на пастеризацию при

температуре 75 ± 2 °С в течение 15 с, затем молочную сыворотку охлаждают до температуры 4 ± 2 °С и смешивают с компонентами, согласно рецептуре. Перед внесением дополнительных сухих или жидких компонентов в технологический процесс их растворяют или смешивают в рассчитанном количестве охлажденной молочной сыворотки. Сахар-песок просеивают с последующим растворением в емкости с обогревающей рубашкой и мешалкой в присутствии молочной сыворотки.

После внесения всех компонентов тонизирующего напитка согласно рецептуре смесь перемешивают, охлаждают до температуры 4 ± 2 °С в течение 3-5 мин, после чего тонизирующий напиток на основе молочной сыворотки фасуют и реализуют.

Основными свойствами пищевых продуктов и функциональных напитков, обуславливающими хорошие потребительские показатели качества и высокий спрос на пищевые продукты и напитки, являются органолептические показатели и физико-химические свойства.

По органолептическим и физико-химическим показателям напитки должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели сывороточных тонизирующих напитков

Показатель	Характеристика
Вкус и аромат	Кисловато-сладкий, специфический для используемого растительного сырья
Консистенция	Однородная жидкость
Цвет	Сывороточный с оттенком наполнителя
Массовая доля сухих веществ, %, не менее,	5,5-6,5
Массовая доля этилового спирта, %, не более	2,5-3,0
Кислотность, °Т, в пределах	70-100

Анализ результатов, представленных в таблице 1, свидетельствует о том, что тонизирующие напитки на основе молочного сырья обладают высокими органолептическими свойствами, хорошей консистенцией, по потребительским свойствам не уступают аналогичным молочным напиткам, произведенным из обезжиренного молока и пахты.

Важным критерием оценки качества продуктов является их пищевая, биологическая и энергетическая ценность. Пищевая ценность зависит от химического состава продуктов, а биологическая и энергетическая являются ее производными. Химический состав и энергетическая ценность разработанных тонизирующих напитков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и энергетическая ценность напитков

Наименование показателя	Численные значения показателя
Белки, %	2,9-3,3
Жиры, %	2,5-4,0
Моно- и дисахариды, %	2,5-5,6
Органические кислоты, %	0,8-2,3
Зола, %	1,1-1,4
- Na, мг/100 г	45-59
- K, мг/100 г	112-143
- Ca, мг/100 г	95-120
- Mg, мг/100 г	23-36
- P, мг/100 г	123-160
- Fe, мг/100 г	0,2-0,4

Продолжение таблицы 2

Витамины:	
В ₂ (рибофлавин), мг/100 г	0,2-0,7
В ₆ (пиридоксин), мг/100 г	0,01-0,02
В ₁₂ (кобаламин), мг/100 г	0,05-0,12
В ₉ (фолацин), мкг/100 г	1,10-3,53
Ниацин, мг/100 г	0,3-1,4
Биотин, мкг/100 г	0,35-0,92
Пантотеновая кислота, мг/100 г	0,10-0,54
Холин, мг/100 г	3,0-5,8
Энергетическая ценность, ккал	118-205

Биологическая ценность напитков представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Биологическая ценность тонизирующих напитков

Незаменимые аминокислоты	Шкала FAO/WHO, мг/1 г белка	Аминокислотный скор, %
Валин	50,0	100-110
Изолейцин	40,0	108-121
Лейцин	70,0	118-124
Лизин	55,0	134-145
Метионин + цистин	35,0	94-98
Треонин	40,0	101-104
Триптофан	10,0	123-129
Фенилаланин + тирозин	60,0	100-102

В связи с погрешностью аминокислотного анализа на приборе Аракус не более 10 % можно признать, что скор по незаменимым аминокислотам, которые в некоторой степени лимитируют белки цельного молока (метионин и цистин), колеблется на уровне 94-98 %, и как следствие, белок напитков является полноценным.

Согласно результатам исследований срок годности готовых тонизирующих напитков на основе молочного сырья, гарантирующий микробиологическую чистоту и стабильность физико-химических показателей на протяжении всего срока хранения составляет не более пяти суток при температуре 4±2 °С. Внедрение данной технологии производства тонизирующих напитков на основе молочной сыворотки приведет к удешевлению напитков, улучшению их потребительских свойств, повышению пищевой и биологической ценности, увеличению сроков реализации.

Таким образом, ведущую роль в производстве напитков по праву занимает молочная промышленность. Для выпуска большого ассортимента тонизирующих напитков перспективно проведение исследований с использованием обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки, за счет этого напитки способны обладать не только тонизирующим действием, но и повышенной пищевой ценностью.

Литература:

1. Поляков, В.А. Теоретические и практические основы совершенствования технологии спирта. – М.: ВНИИПБТ, 2008. – 264 с.
2. Храмцов, А.Г. Прогнозирование напитков на основе молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, С.В. Васи́лин, И.А. Евдокимов, Т.С. Воротникова // Молочная промышленность. – 1996. – № 5. – С. 18-19.
3. Жукова, Л.П. Использование молочной сыворотки в производстве продуктов питания // Пищевая промышленность. – 1996. – № 12. – С. 24
4. Костин, Я.Г. Продукты из молочной сыворотки // Молочная промышленность. – 1993. – № 2. – С. 5.
5. Свириденко, Ю.Я. Научное обеспечение промышленной переработки молочной сыворотки // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 18-19.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ОВОЩЕЙ И ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ β -КАРОТИН-ЛИНОЛЕАТ

В.П. Бординова, Н.В. Макарова

*Самарский государственный технический университет,
г. Самара, white-kitten-63@mail.ru*

Ведущее место среди наиболее опасных заболеваний в последние десятилетия занимают онкологические, сердечно-сосудистые и желудочно-кишечные заболевания. Многие ученые связывают их развитие с процессом окисления в организме человека важнейших веществ – белков, жиров, углеводов, ДНК. Процесс окисления идет по радикально-цепному механизму и происходит в клетках нашего организма, начальными продуктами которого являются разнообразные по строению пероксиды и гидропероксиды; вторичные продукты окисления – спирты, альдегиды, кетоны, кислоты и их производные. Для предотвращения «оксидативного стресса» могут быть использованы природные защитные антиоксидантные системы с разным принципом действия. При недостаточном синтезе и содержании подобных веществ в организме, необходимо восполнить их запасы поступлением антиоксидантов с пищей и, прежде всего, с продуктами, постоянно присутствующими в рационе питания любого человека. И такими продуктами в первую очередь является растительное сырье – овощи и овощные полуфабрикаты.

Они относятся к таким продуктам, которые в наименьшей степени можно заменить какими-либо другими пищевыми продуктами. Их значение как продуктов питания заключается в том, что они являются основными поставщиками активной клетчатки и пектиновых волокон, углеводов, минеральных элементов щелочного характера, витаминов, органических кислот и антиоксидантов. Учеными изучается их антиоксидантная активность по различным методам [1].

Зарубежными исследователями, по данным статей, обнаружено, что ряд овощей обладает антиоксидантной активностью: лук [2], томат [3], перец [4], брокколи [5], шпинат [6], картофель [7] и др. По химической структуре антиоксиданты – это в большинстве своем вещества, имеющие в составе фенольную группу. Содержание таких веществ, препятствующих развитию процесса радикального окисления, у разных овощей различно.

В качестве объектов исследования антиоксидантных свойств нами были выбраны овощи и овощные полуфабрикаты: томат «Перцевидный», морковь «Каратель», картофель «Пензенская скороспелка», баклажан «Фиолетовое чудо F1», кабачок «Белогор F1», перец «Кардинал F1» (сиреневый), репа; томатный концентрат, перцевая масса, тыквенный концентрат, томатный сок, в связи с потенциально высоким показателем антиоксидантной активности, а, следовательно, содержанием в них фенольных веществ и возможностью их введения в продукты питания в качестве добавки функционального действия, а также наибольшей распространенностью возделывания овощных культур, из которых они изготовлены [8].

Задачей наших исследований является определение уровня антиоксидантной активности различных овощей и полуфабрикатов биохимическим методом в системе β -каротин-линолиевая кислота. Данный метод основан на фиксировании перехода окраски раствора с желтой в бесцветную в результате реакции β -каротина с продуктами распада линолевой кислоты [9]. В присутствии антиоксиданта, содержащегося в овощном экстракте разложение β -каротина замедляется. Реакция контролируется по изменению оптической плотности на приборе КФК-3-01 при 470 нм.

Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2. По величине антиоксидантной активности образцы овощей были условно разделены на 3 группы: с наивысшей, средней и слабой антиоксидантной активностью. На рисунке 1 представлен график, иллюстрирующий данное разделение.

Из него видно, что к группе с наименьшей антиоксидантной активностью относятся кабачок и перец сиреневый. Эти образцы ингибируют процесс окисления на 33,30 и 36,00 %, соответственно. В группу со средними показателями антирадикальной активности вошли баклажан, морковь и репа. Уровень ингибирования окислительного процесса их соответственно: 50,36; 64,75 и 76,26 %. Наиболее активным из них является репа. К категории образцов, обладающих наивысшей антиоксидантной активностью относятся картофель и томат. Их противорадикальная сила 88,40 и 92,45 %.

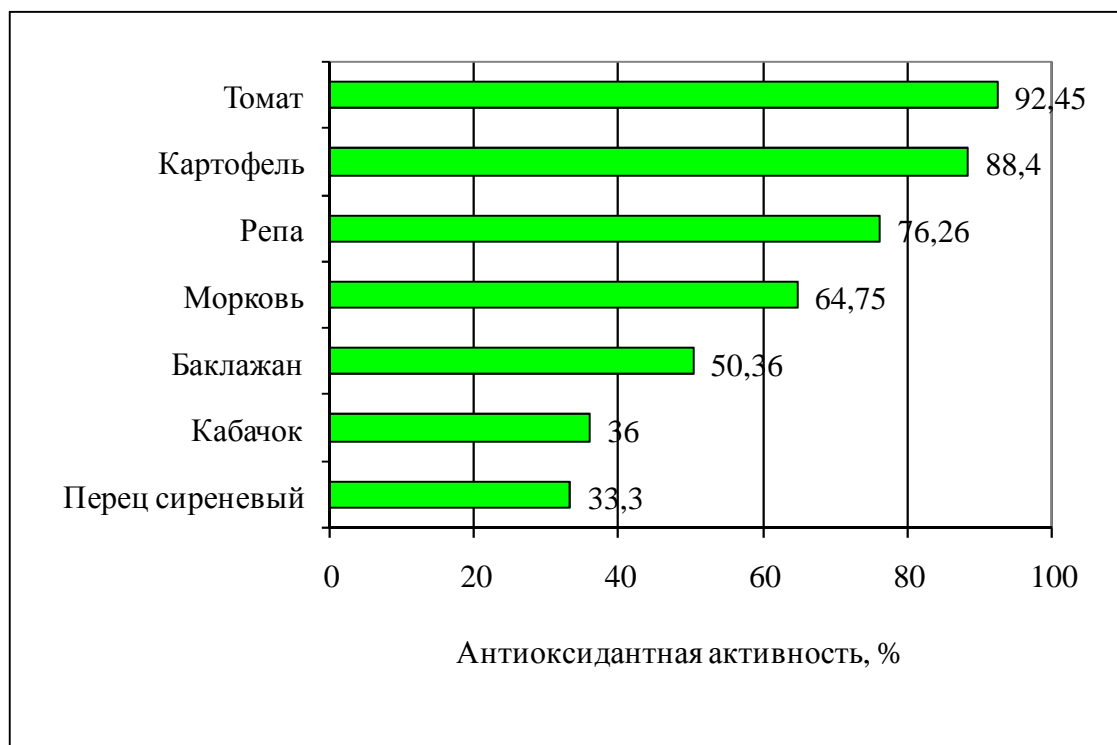


Рисунок 1 – Антиоксидантная активность овощей

В образцах полуфабрикатов (томатном концентрате, томатном соке, перцевой массе и тыквенном концентрате) можно также наблюдать увеличение противорадикальных свойств в последовательности, соответствующей рисунку 2.

По величине антиоксидантной активности образцом овощных полуфабрикатов с наивысшей антиоксидантной активностью является томатный сок. Его антиоксидантная способность оказалась 98,92 %. Наименьшей силой обладает перцевая масса – 23,45 %. Томатный же концентрат и тыквенный концентрат имеют промежуточные значения антиоксидантной силы – 69,1 и 90,4 % соответственно. Но тыквенный концентрат более сильный, чем томатный. На рисунке 2 представлен график, иллюстрирующий данную градацию.

Из него видно, что результаты исследований по проведенным анализам показали, что наименьшими противокислительными свойствами обладает перцевая масса, а наибольшей антиоксидантной активностью – томатный сок, а также тыквенный концентрат. В связи с чем, рекомендуется их использовать в качестве добавок противорадикального действия при приготовлении изделий с профилактическими и оздоравливающими функциями, а также в качестве добавок для увеличения срока годности изделий.

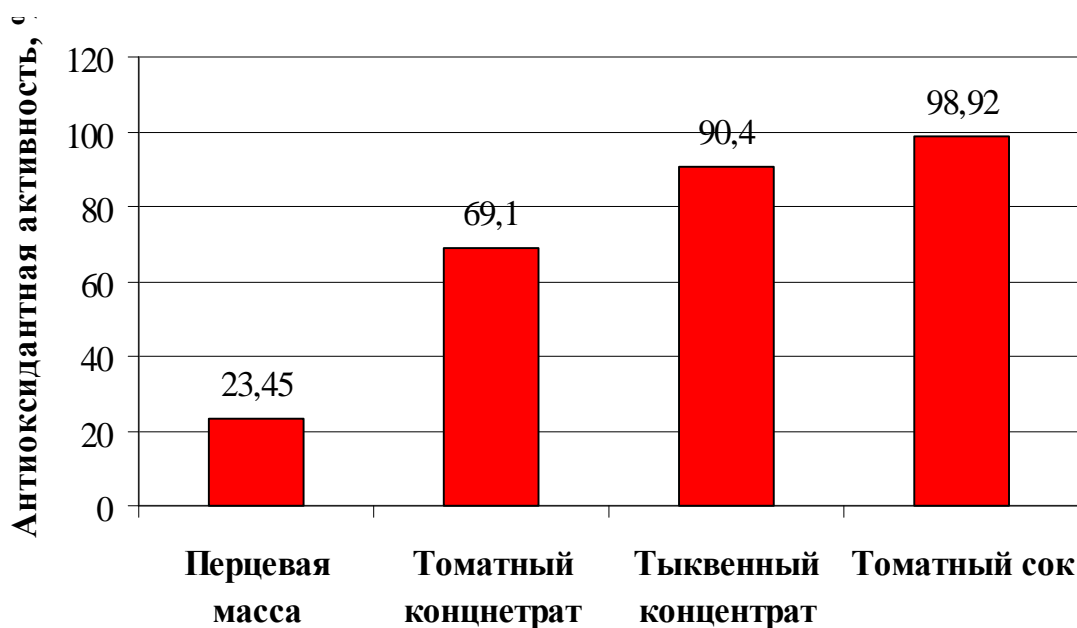


Рисунок 2 – Антиоксидантная активность овощных полуфабрикатов

Таким образом, результаты исследований по проведенным анализам показали, что наименьшими противоокислительными свойствами обладает кабачок и перцевая масса, а наибольшей антиоксидантной активностью – томат и томатный сок. В связи с чем, рекомендуется использовать их в качестве добавок антиоксидантного действия при приготовлении изделий с профилактическим и оздоравливающим действием.

Литература

1. Chang Ch., Lin H., Chang Ch., Liu Y. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze dried and hot-air-dried tomatoes. – J. Food Eng. – 2006. Vol. 77 – № 3. – P. 478-485.
2. Yin M., Cheng W. Antioxidant activity of several Allium members. – J. Agr. and Food Chem. – 1998. Vol. 46 – № 10. – P. 4097-4101.
3. Chang Ch., Lin H., Chang Ch., Liu Y. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze dried and hot-air-dried tomatoes. – J. Food Eng. – 2006. Vol. 77 – № 3. – P. 478-485.
4. Oboh G., Rocha J. B. T. Polyphenols in red pepper [*Capsicum annuum* var. *aviculare* (Tepin)] and their protective effect on some pro-oxidants induced lipid peroxidation in brain and liver. – Eur. Food Res. and Technol. – 2007. Vol. 226 – № 1-2. – P. 239-247.
5. Zhang D., Hamazu Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. – Food Chem. – 2004. Vol. 88 – № 4. – P. 503-509.
6. Gil M. I., Ferreres F., Tomas-Barberan F. A. Effect of postharvest storage processing on the antioxidant constituents (flavonoids and vitamin C) of fresh-cut spinach. – J. Agr. and Food Chem. – 1999. Vol. 47 – № 6. – P. 2213-2217.
7. Fridman M. Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. A review. – J. Agr. and Food Chem. – 1997. Vol. 45 – № 5. – P. 1523-1540.
8. Cao G., Sofic E., Prior R. L. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. – J. Arg. and Food Chem. – 1996. Vol. 44 – № 11. – P. 3426 – 3431.
9. Sun T., Ho Ch. Antioxidant activities of buckwheat extracts. – Food Chem. – 2005. Vol. 90 – № 4. – P. 743-749.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ПАСТЕРИЗАЦИИ И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ЯБЛОЧНО-ЧЕРНИЧНОГО СОКА

Н.В. Макарова, А.В. Зюзина

Самарский государственный технический университет,
г. Самара, e-mail fpp@samgtu.ru

Как показали новейшие исследования, множество лекарственных растений, обладающих фармакологической активностью и успешно использующихся в медицине для лечения различных заболеваний, проявляют противорадикальные свойства [1]. Ученые это связывают с наличием комплекса полифенольных соединений. Однако такими биоактивными компонентами богаты и пищевые системы. Кроме полифенольных соединений противорадикальную активность способны проявлять витамины А, Е, β-каротин, минералы селен и цинк [2]. Натуральные антиоксиданты нейтрализуют свободные радикалы, предотвращая возникновение окислительного стресса в организме, последствиями которого могут быть тяжелейшие заболевания: рак, аллергия, сердечная недостаточность, диабет, нервные расстройства и т.д.

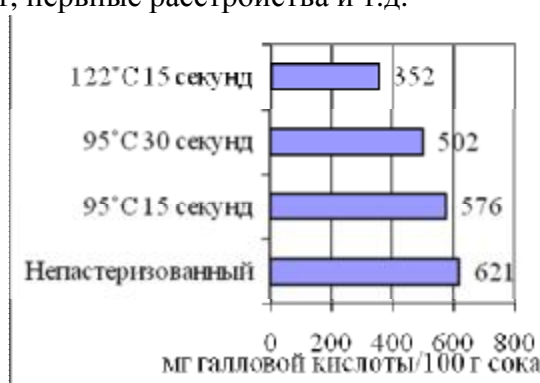


Рисунок 1 – Общее содержание фенолов в яблочно-черничном соке

Пастеризация соков – классический метод консервирования. Консервирование является комплексным технологическим процессом переработки пищевых продуктов с целью удлинения сроков их хранения. Целью пастеризации восстановленных плодово-ягодных соков является уничтожение микроорганизмов, вызывающих порчу сока. Однако, под действием температуры может изменяться химический состав сока: сокращаться содержание ароматических веществ, витаминов, сахаров, азотистых веществ и т.д. [3]. В литературе нами не найдены данные по исследованию влияния параметров пастеризации на антиоксидантную активность соков.

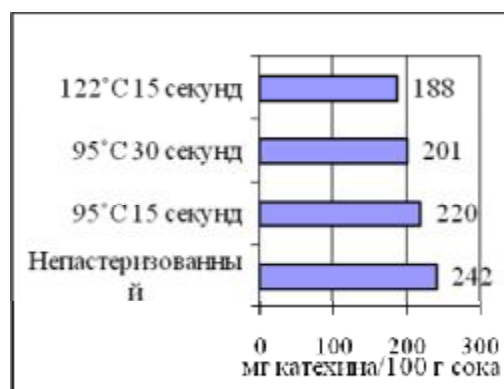


Рисунок 2 – Общее содержание флавоноидов в яблочно-черничном соке

В качестве объекта исследования был выбран яблочно-черничный сок «Улыбка», рецептура которого нами была разработана с учетом наших предыдущих исследований

химического состава и антиоксидантной активности исходного сырья: ягодных и яблочного концентратов [4-6]. Целью данной работы является оценка параметров пастеризации на изменение химического состава и антиокислительного потенциала яблочно-черничного сока «Улыбка». В качестве параметров пастеризации были выбраны три режима наиболее часто используемых для пастеризации плодово-ягодных соков [3]: 1) нагревание при 95 °С в течение 15 сек; 2) нагревание при 95 °С в течение 30 сек; 3) нагревание при 122 °С в течение 15 сек.

Для сока были определены такие показатели химического состава как общее содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов. Результаты были рассчитаны в мг галловой кислоты по калибровочной кривой и представлены на рисунке 1. Анализ результатов, представленных на рис. 1 убедительно свидетельствует о снижении содержания фенолов за счет термической обработки. Самое существенное уменьшение наблюдается в случае режима пастеризации 122 °С – 15 сек. Флавоноиды в экстрактах соков были определены спектрофотометрическим методом при длине волны 510 нм с использованием нитрита натрия и хлорида алюминия и пересчитаны в мг катехина по калибровочной кривой (рисунок 2). Такая же картина как для фенолов наблюдается и для флавоноидов. Хотя снижение этого показателя не столь значительно как в случае общего содержания фенолов. Содержание антоцианов определялось в водно-спиртовых экстрактах полуфабрикатах спектрофотометрическим методом в смесях экстракт и буфер с рН 1.0 и 4.5 при длине волны 515 и 700 нм. Результаты измерений были пересчитаны на содержание мг цианидин-3-гликозида (рисунок 3).

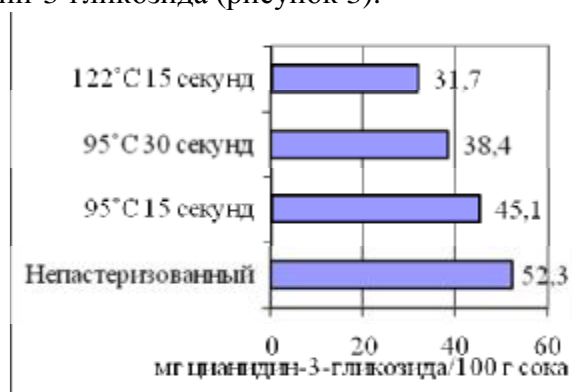


Рисунок 3 – Содержание антоцианов в яблочно-черничном соке

Антоцианы являются крайне нестойкими соединениями к воздействию температуры [3]. Это же и подтверждают данные рис. 3. Если нагревание при 95 °С в течении 15 сек лишь незначительно снижает содержание антоцианов, то пастеризация при 95 °С – 30 сек и 122 °С – 15 сек более существенно понижает этот показатель.

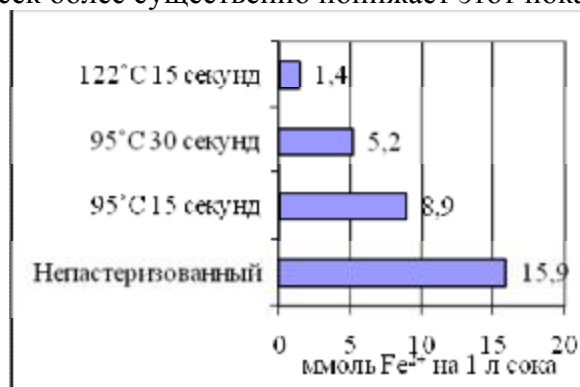


Рисунок 4 – Значение FRAP для яблочно-черничного сока

Антиоксидантная активность соков была оценена по методу определения восстанавливающей силы FRAP и способности улавливания свободные радикалы методом

DPPH. FRAP реагент готовится путем смешения ацетатного буфера, 2,4,6-трипиридил-*s*-триазина, FeCl₃. Затем реагент смешивается с экстрактом сока. Результаты были пересчитаны по калибровочной кривой с FeSO₄ в ммоль Fe²⁺ на 1 л сока (рисунок 4).

По данным рисунка 4 восстанавливающая емкость соков очень значительно зависит от температуры. Уже нагревание при 95 °С – 15 сек снижает значение FRAP в 2 раза, в течение 30 сек в 3 раза, а пастеризация при 122 °С – 15 сек дает уменьшение этого показателя в 10 раз.

Изучение DPPH теста проводилось спектрофотометрическим методом со спиртовым раствором радикала DPPH при длине волны 517 нм. В результате статических испытаний измерения были проведены через 30 мин и построены кривые зависимости % ингибирования радикалов DPPH от концентрации исходного антиоксиданта. Одним из основных показателей, характеризующих антирадикальную активность по методу DPPH, является E_{C50} – концентрация экстракта антиоксиданта, при которой наблюдается 50 %-ное ингибирование радикалов DPPH. Чем ниже показатель E_{C50}, тем выше способность пищевой системы улавливать свободные радикалы. На рисунке 5 видно, что этот показатель изменяется не так значительно как значение FRAP.

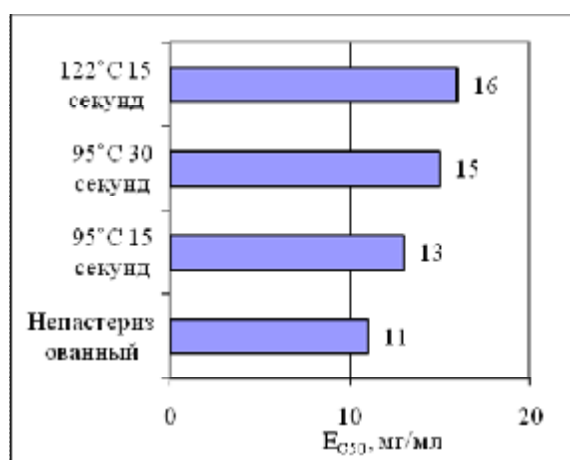


Рисунок 5 – Данные по E_{C50} для яблочно-черничного сока

Таким образом, результаты экспериментального исследования влияния параметров пастеризации на химический состав и антиоксидантную активность яблочно-черничного сока «Улыбка» позволяют сделать ряд выводов:

1) тепловая обработка разрушает часть веществ, ответственных за антиокислительное действие: фенолов, флавоноидов, антоцианов. В большей степени происходит снижение фенолов;

2) снижение содержания этих веществ приводит и к снижению антиоксидантной активности. Хотя способность улавливать свободные радикалы DPPH изменяется незначительно, в противоположность чему восстанавливающая емкость падает до десятка раз;

3) чем выше температура и время пастеризации, тем значительнее изменение химического состава и как следствие антиоксидантной силы.

Таким образом, при разработке технология производства соков с профилактическим антиоксидантным действием необходимо тщательно подбирать параметры пастеризации, учитывая не только показатели микробиологической чистоты соков, но и минимальное воздействие на химический состав, а, следовательно, антиокислительную силу.

Литература

1. Sokół-Łętowska A., Oszmiański J., Wojdyło A. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap. // Food Chemistry. 2007. Vol. 103. N 3. P. 853-859.

2. Ferreira I.C.F.R., Baptista P., Vilas-Boas M., Barros L. Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: individual cap and stipe activity. // Food Chemistry. 2007. Vol. 100. N 4. P. 1511-1516.

3. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: Научные основы и технологии. СПб.: Профессия, 2004. 640 с.

4. Зюзина, А.В., Макарова, Н.В. Оценка антиокислительных свойств полуфабрикатов производства соков. // Пиво и напитки. 2010. N 5. С. 54-55.

5. Макарова, Н.В., Зюзина, А.В., Мирошкина, Ю.И. Спектрофотометрический метод для определения содержания фенольных соединений. // Пищевая промышленность. 2010. N 4. С. 41-42.

6. Макарова, Н.В., Зюзина А.В. Антиоксидантная активность яблок различных сортов. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2010. N 4. С. 31-33.

ВЫБОР ВИДА САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРОЖЖЕВЫХ СЛОЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.В. Хабарова, Е.П. Ларионова

Тамбовский государственный технический университет,

г. Тамбов, www.lkp68@mail.ru

По данным официальной статистики сахарным диабетом в России страдают более 2 млн. человек, эта цифра вычисляется по обращаемости, т.е. по записи в медицинской карте. Ведущие специалисты считают, что эта цифра существенно занижена и на самом деле число больных диабетом в России в 2-3 раза превышает официальные данные и может достигать 7 млн. человек.

При этом заболевании повышается уровень глюкозы в крови, что связано с нарушением количества или активности инсулина, гормона, который обеспечивает транспорт глюкозы из крови к клеткам организма. Клетки используют ее в дальнейшем для получения энергии. Существует два наиболее часто встречаемых типа сахарного диабета. Тип 1 (инсулинзависимый) встречается чаще у молодых людей и требует постоянных инъекций инсулина. Тип 2 (инсулиннезависимый) наблюдается в старшем возрасте, при этом в некоторых случаях достаточно только соблюдать диету и делать зарядку, чтобы заболевание не переходило в более тяжелую форму.

Люди больные диабетом должны следить за количеством калорий, потребляемых в течение дня и, особенно, за количеством углеводов. Врачи рекомендуют уменьшить потребление сахара, полностью исключить соль (употреблять только в составе каких-либо продуктов), сладости и даже некоторые фрукты (например, виноград, арбуз).

Рекомендуется уменьшить потребление быстроусвояемых углеводов. Быстроусвояемые, "незащищенные", углеводы – это: сахар, продукты с сахаром (конфеты, пирожные, шоколад, торт, глюкоза). Поэтому диабетикам зачастую потребляют различные сахарозаменители.

Частная пекарня индивидуального предпринимателя Ларионова П.Н. (г. Тамбов) специализируется на производстве хлебобулочных изделий. Повышенным спросом в настоящее время пользуются слоеные изделия – круассаны, ушки, конвертики с различными начинками. Руководитель предприятия поставил перед собой цель: наладить выпуск функционального продукта для диабетиков. В связи с этим перед нами стояла задача выбора сахарозаменителя, который наиболее целесообразно использовать при производстве слоеных хлебобулочных изделий.

Заменители сахара бывают синтетические и натуральные. Синтетические выведены искусственным путем и содержат намного меньше калорий, чем натуральные. Но у них есть и побочное действие: они способствуют усилению аппетита. Это обусловлено

тем, что организм, чувствует сладкий вкус ожидает поступления углеводов. А поскольку они не поступают, появляется чувство голода. К синтетическим сахарозаменителям относятся сукразит, сахарин, аспартам и другие.

Но есть и натуральные заменители сахара. Некоторые из них не уступают по калорийности сахару, но зато намного полезнее. Кроме того, существование таких сахарозаменителей для диабетиков – это отличный выход из ситуации, когда потреблять сахар не стоит. К естественным сахарозаменителям относятся мед, ксилит, сорбит, фруктоза и другие.

При производстве продуктов, предназначенных для людей, страдающих диабетом принято использовать такие заменители сахара как сорбит, ксилит, фруктоза и сахарин.

Сорбит и ксилит относят к группе сладких многокомпонентных спиртов – полиолов. Они практически полностью усваиваются организмом человека. Сладость ксилита и сорбита составляет 0,85 и 0,6 % от сладости сахарозы соответственно. Данные сахарозаменители используются при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий.

В Европе ксилит применяется достаточно широко, а в США использование ксилитола ограничено, так как в опытах на животных установлено, что в определённых условиях он может вызывать образование опухолей. К тому же в больших количествах данный сахарозаменитель мешает нормальному функционированию активных компонентов слюны. О последнем минусе этих веществ написано на упаковке жевательной резинки. При излишнем употреблении ксилит вызывают диарею, но для этого нужно съесть более 30 граммов подсластителя.

Сахарин относят к группе синтетических сладких веществ и представляет собой о-сульфимид бензойной кислоты. Сахарин в 300-500 раз слаще сахарозы и обычно используется в виде натриевой соли. Но при этом зачастую отмечают «металлический» привкус сахарина, а объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам неоднократно рассматривал вопрос о безопасности сахарина. Допустимое суточное потребление сахарина 2,5 мг на 1 кг массы тела, безвредность сахарина требует дальнейшего изучения.

Фруктоза или плодовый сахар. В свободном виде присутствует почти во всех сладких ягодах и плодах. Многие предпочитают заменять сахар не синтетическими препаратами, а природной фруктозой. Диетологи высоко оценили достоинства фруктозы: ее можно включать в рацион диабетиков, так как для ее усвоения не требуется инсулин. По мнению специалистов, диабетики могут ежедневно съедать примерно 0,5 – 1,0 г фруктозы на килограмм массы тела.

Ее гастроэнтерологи считают виновником более чем трети случаев синдрома раздраженного кишечника. Под синдромом раздраженного кишечника (СРК) обычно понимают клинический симптомокомплекс нарушений функции кишечника (запоры, поносы, метеоризм, боли в животе) без очевидных органических изменений желудочно-кишечного тракта. СРК – одна из наиболее распространенных гастроэнтерологических патологий в развитых странах.

Анализируя отобранный материал, мы пришли к выводу, что в хлебопечении целесообразно использовать в качестве заменителя сахара ксилит или фруктозу.

Учитывая, что количество сахара влияет на степень ферментации дрожжей, а соответственно на качество теста и качество готового продукта. На следующем этапе перед нами стоит задача определение соотношения количества сахарозаменителя, дрожжей и жира в рецептуре слоеных дрожжевых изделий.

Планируется проведение серии экспериментов, в которых при определенном количестве дрожжей будет варьироваться количество сахарозаменителя. При этом мы должны проанализировать кислотность, влажность, содержание сахара и дать органолептическую оценку готовому продукту.

Кроме того, во внимание будут приняты технологические параметры проведения процесса, т.е. длительность отлежки, время расстойки, время и температура выпечки, которые должны позволить использование в технологической линии современного оборудования: Полилайн - Rondo Doge (Швейцария).

Литература

1. http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6301&cat_id=6&page_id=2
2. <http://www.medkrug.ru/article/show/391>
3. <http://dia-vita.ru/svoystva-fruktozi.html>
4. И.В. Матвеева, И.Г. Белявская Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных кондитерских изделий. – М.; 2001. – 116 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСЛА ИЗ СЕМЯН ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ, ПОЛУЧЕННОГО ПРЕССОВАНИЕМ

А.В. Карлюк, Е.С. Баташов, Ю.А. Кошелев
ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск

Представленная работа является продолжением исследований по разработке технологии комплексной переработки плодов облепихи.

Облепиха (*Hippophae rhamnoides*) – перспективная ягодная культура, одним из наиболее ценных продуктов переработки, которой является масло. В России облепиховое масло получают в основном экстракционным способом (подсолнечным маслом или органическими растворителями) [1]. В зарубежных странах (Китай, Канада, США, Индия) производители подходят к переработке облепихи более комплексно, получая масло из мякоти и из семени ягод, применяя сверхкритическую CO₂ – экстракцию или механическим способом выделения масла [2]. В настоящее время на ЗАО «Алтайвитамины» ведется разработка безотходной технологии переработки ягод облепихи, позволяющая получать из ягоды различные продукты – сок, масло из мякоти и масло из семян.

Целью нашей работы стало получение прессового масла из семян плодов облепихи, изучение его физико-химических показателей и проведение сравнительной характеристики жирнокислотного состава с другими растительными маслами.

В качестве исходного сырья для получения масла была взята ягода облепихи промышленного сбора урожая 2010 г. Семена отделяли протиранием на протирочной машине марки КПУ – М, затем сушили при температуре не выше 45 °С под вакуумом. Далее часть семян отвеивали для удаления плодовой оболочки. Масло получали из трех образцов:

- образец 1 – семена, полученные протиранием на протирочной машине с содержанием сора 10 %;
- образец 2 – чистые семена, отвеянные на лабораторном циклоне с содержанием сора менее 1 %;
- образец 3 – плодовая оболочка, полученная с циклона при очистке семян.

Масличность семян определяли по стандартной методике [3], жирнокислотный состав – на хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000.1» [4], сумму каротиноидов – в пересчете на β – каротин [5]. Перекисное, кислотное, йодное число и число омыления определяли стандартными методами, принятыми ГОСТами на растительные масла [6]. На первом этапе было исследовано исходное сырье. Данные по физико-химическим характеристикам образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико–химическая характеристика исходного сырья

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Содержание суммы каротиноидов в пересчете на β – каротин, мг %	8,3	5,7	62,5
Масличность, %	7,1	7,0	7,3
Влажность, %	7,4	7,6	5,5

На следующем этапе проводили выделение масла прессованием исходного сырья. В качестве пресса использовали лабораторный шнек-пресс с числом оборотов вала 60 об/мин и оснащенный регулируемым нагревом. Образцы подвергались прессованию на разогретом до 75 °С шнек-прессе при одинаковых условиях. Полученное масло из образцов 1 и 2 содержало значительное количество твердой фазы, которую удаляли в процессе фильтрации под вакуумом. Прессование плодовой оболочки оказалось невозможным из-за высокого содержания целлюлозы в ее составе и в результате вызвало заклинивание шнека. Поэтому для исследования 3-го образца применили метод экстракции в аппарате Сокслета. Выделенные масла представляли собой жидкость от желтого до красного цвета со специфическим запахом. Данные по физико–химическим показателям представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели исследуемых образцов

Показатель	Масла		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
1	2	3	4
Содержание суммы каротиноидов в пересчете на β – каротин, мг %	60,0	16,9	977,6
Кислотное число мгКОН/г	1,2	0,55	18,7
Перекисное число ммоль /кг $\frac{1}{2}$ O	5,5	2,5	29,3
Йодное число г I/100 г	167,1	188,2	142,8
Число омыления мг КОН/г	191,0	188,2	142,8
Выход масла, %	45,0-50,0	70,0-75,0	98,0

Образцы 1 и 2 отличались показателями каротиноидов. Это можно объяснить наличием в образцах разного количества оболочки, вследствие чего произошла диффузия высококаротинного масла. Значительное содержание плодовой оболочки в 1-м образце повлияло на количество выхода масла, который уменьшился на 20-25 % по сравнению со 2-м образцом. Хотя сушка и хранение всех образцов проводились при одинаковых условиях (температура сушки не более 45 °С, хранение в прохладном хорошо проветриваемом помещении), масло из оболочки оказалось менее стабильным и как следствие произошло его прогоркание и гидролиз триацилглицеридов с образованием свободных кислот. Для увеличения выхода и повышения его стабильности можно использовать аспирационные системы для более глубокой очистки семечки от плодовой оболочки и мякоти.

Следующим этапом стало исследование жирнокислотного состава полученных образцов масла. Как известно качество и биологическая активность растительных масел определяется липидным составом. Главную роль отводят незаменимым полиненасыщенным жирным кислотам семейств ω -3 (α -линоленовая) и ω -6 (линолевая). Рекомендуемое их соотношение для профилактического и лечебного питания составляет от 1:3 до 1:5 [2]. В связи с этим важное значение приобретает сравнительная характеристика масла из семян облепихи с такими широко известными маслами, как льняное, кедровое, которые содержат в своем составе значительное количество линолевой кислоты (до 30 % в льняном и 69 % кедровом). Хорошо известное потребителям оливковое масло содержит незначительное количество полиненасыщенных жирных кислот. Однако оно богато олеиновой кислотой, которая по своему действию на организм приравнивается к ПНЖК. Льняное масло представляет собой ценный пищевой продукт, отличающийся от большинства масел высоким содержанием незаменимой линоленовой кислоты (до 67 %). Данные по сравнительной характеристике жирных кислот масел представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Жирнокислотный состав исследуемых масел

Показатели	Наименования прессового масла				
	Образец 1	Образец 2	Льняное [7]	Оливковое [7]	Кедровое [7]
миристиновая, %	0,2	0,2	0,2	-	-
пальмитиновая, %	8,0	6,7	5,4-11,3	7,0-20,0	3,0-3,9
пальмитолеиновая, %	1,9	0,6	0,1	0,2	-
стеариновая, %	3,0	3,2	2,5-8,0	1,5-4,3	3,4-4,1
олеиновая, %	15,1	15,3	13,0-36,0	56,0-83,0	22,1-36,0
линолевая, %	37,8	39,7	8,3-30,0	3,3-20,0	36,0-69,0
α - линоленовая	31,1	32,5	30,0-67,0	0,4-1,5	-
γ - линоленовая	-	-	-	-	18,0-24,3
ω 3/ ω 6	1/1,2	1/1,2	2/1	1/13	

Как видно из данных, представленных выше, отличие жирнокислотного состава образцов 1 и 2 незначительно. Это подтверждает необходимость полной очистки семян от плодовой оболочки с целью повышения выхода масла. При анализе данных кедрового масла по сравнению с маслом из семян облепихи выявилось полное отсутствие жирных кислот, принадлежащих к семейству ω -3 (α – линоленовая), что снижает его биологическую активность. Оливковое масло содержит незначительное количество незаменимых жирных кислот. Хотя по сравнению с маслом из семян облепихи отличается высоким содержанием олеиновой кислоты до 83 %. Наиболее близким по составу к маслу из семян облепихи оказалось льняное масло. На основании данных о липидном составе масла из семян плодов облепихи было установлено, что в нем содержание линолевой кислоты (ω - 6) и α - линоленовой (ω - 3) наиболее сбалансировано (в отличие от масла льна и других масел). Также масло из семян облепихи содержит β -каротин, многократно увеличивающий его биологическую ценность.

Таким образом, масло, полученное прессовым способом из семян плодов облепихи – ценный продукт, характеризующийся высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (содержание линолевой и линоленовой – более 70 %). Оно не уступает по своему качеству и биологической эффективности многим растительным маслам, а с учетом природного антиоксиданта β – каротина превосходит их.

Литература:

1. Кошелев, Ю.А. Облепиха / Ю.А. Кошелев, Л.Д. Агеева. – Бийск, 2003. – 423 с.
2. Seabuckthorn (*Hippophae L.*): A Multipurpose Wonder Plant. Vol.3 (V.Singh, Editor – in – Chief, 2008), p.409-424, Daya Publishing House, New Delhi, India.
3. ПР № 65–0262–29–90. Промышленный регламент на переработку свежих плодов облепихи. – Введ. 1990 – 11 – 10. Бийск, 1990. – 89 с.
4. ГОСТ 30418-96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. – Введ. 1998 – 01 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 11 с.
5. ГОСТ 51443-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания общих каротиноидов и их фракционного состава. – Введ. 1999 – 12 – 22. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 6 с.
6. Экспертиза качества растительных масел. Методическое руководство МВШЗ МР -001 – 96. М., 1996.
7. ГОСТ 30623-98. Масла растительные и маргариновая продукция. Метод обнаружения фальсификации. – Введ. 2000-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 16 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МАССИРОВАНИЯ ГОВЯДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕНТРАТА ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

А.П. Никифорова, И.А. Ханхалаева

*Восточно-Сибирский государственный технологический университет,
г. Улан-Удэ, e-mail: metrolog@esstu.ru*

В настоящее время производитель заинтересован в производстве качественных, конкурентоспособных продуктов высокого качества и минимизации собственных затрат. Для решения этой задачи могут применяться биотехнологические методы, предполагающие внесение в сырье бактериальных препаратов. Особый интерес представляет совместное использование биотехнологических и механических методов интенсификации производства.

В связи с этим, изучение массирования говядины с использованием бактериальных препаратов представляет несомненный интерес. Объектом исследования служила говядина. Известно, что говядина содержит большое количество соединительной ткани, что снижает нежность продукта.

В качестве бактериального препарата использовался замороженный концентрат пропионовокислых бактерий *Propionibacterium shermanii* КМ-186 (ТУ), разработанный в научно-производственной лаборатории кафедры «Технология молочных продуктов. Товароведение и экспертиза товаров» Восточно-Сибирского государственного технологического университета.

Известно, что положительное воздействие на продукт достигается при применении умеренных механических воздействий. Слишком длительная обработка приводит к нарушению структуры мяса, снижению ВСС. Как правило, продолжительность массирования мяса составляет (6-8) ч. В этой связи для исследований был принят интервал массирования – от 0 до 8 часов при скорости вращения барабана 16 об/мин с отбором проб для исследования через 2 часа.

Опытные образцы шприцевали бактериальным концентратом в количестве 3 единицы активности и выдерживали при температуре (20±2) °С в течение 4 часов, затем производили заливку рассолом и массирование. Контролем служили образцы без добавления бакконцентрата.

Одним из важнейших показателей при посоле соленых продуктов является влагосвязывающая способность (ВСС), которая должна быть максимальной. Из полученных данных (Рисунок 1) видно, что влагосвязывающая способность опытных образцов мяса выше по сравнению с контрольными.

Согласно представленным данным, ВСС контрольного образца непрерывно возрастает, начиная с 62,62 % до 65,01 % к 8 часам массирования. В опытном образце значения ВСС выше, чем в контрольном. Значение, соответствующее максимальному значению контрольного образца достигается уже после 4 часов массирования. Дальнейшее массирование приводит к повышению ВСС, причем максимальное значение показателя достигается после 6 часов массирования, затем наблюдается постепенное его снижение.

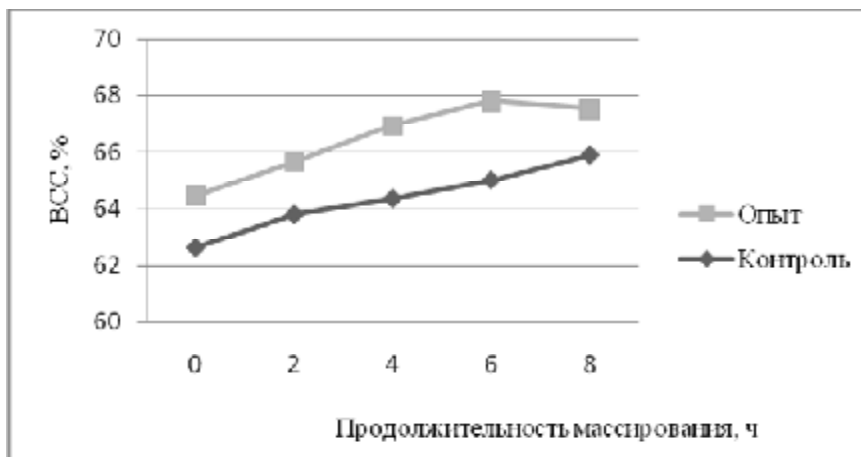


Рисунок 1 – Изменение влагосвязывающей способности в процессе массирования

Вероятно, это объясняется тем, что пропионовокислые бактерии в значительных количествах синтезируют полифосфаты, которые восполняют органические фосфорные соединения, экстрагируемые из мяса солевым раствором. Биосинтез полифосфатов пропионовокислыми бактериями обуславливает увеличение набухания, адгезии мяса и последующего влагоудержания при варке.

Анализ полученных результатов показал, что напряжение среза образцов непрерывно уменьшается в течение всего времени массирования (Рисунок 2).

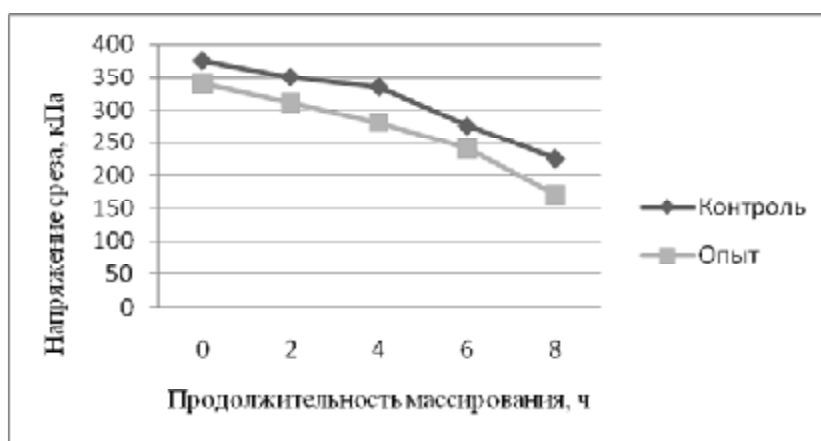


Рисунок 2 – Изменение напряжения среза в процессе массирования

Значения контрольных образцов изменяются с 400 кПа до 225 кПа к 8 часам массирования. Напряжение среза опытного образца достигает минимального значения контрольного образца к 6 ч механической обработки, затем оно постепенно снижается до 170 кПа.

Одним из важных структурно-механических показателей при посоле мяса, является пластичность. Характер ее изменения представлен на рисунке 3. Значения контрольного образца непрерывно увеличиваются с $2,28 \times 10^{-4} \text{ м}^2$ до $2,4 \times 10^{-4} \text{ м}^2$. Пластичность опытного образца достигает максимального значения контрольного к 4 часам механической обработки, в дальнейшем пластичность продолжает увеличиваться до 6 часов массирования, затем постепенно снижается.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии пропионово-кислых бактерий в сочетании с массированием при посоле и созревании говядины на консистенцию мяса.

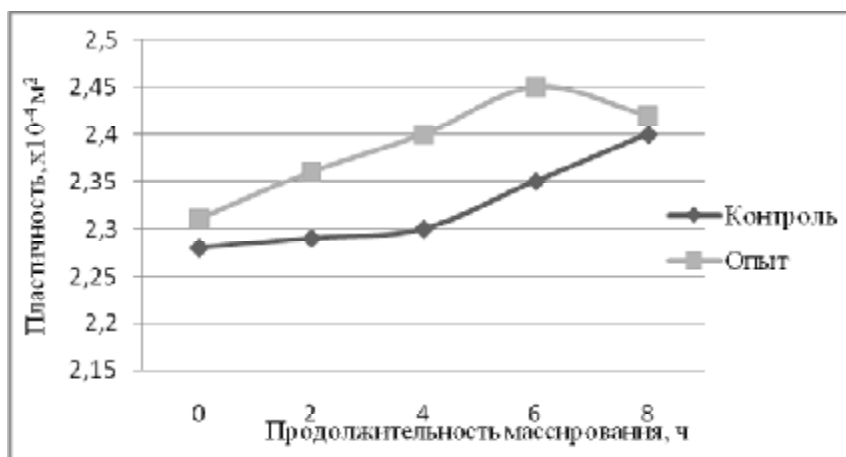


Рисунок 3 – Изменение пластичности мяса в процессе массирования

Полученные данные дают основание считать, что совместное действие бактериального концентрата и механической обработки оказывают позитивное воздействие на технологические свойства продукта.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при совместном использовании бактериального концентрата пропионовокислых бактерий и массирования сокращается процесс механической обработки говядины.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ЦЕЛОГО ЗЕРНА РЖИ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБА ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, А.А. Журавлев, Л.В. Логунова

Воронежская государственная технологическая академия,

г. Воронеж, e-mail: Nadinat@yandex.ru

Из современных тенденций развития рынка хлебобулочных изделий отмечается рост производства продуктов повышенной пищевой ценности, интерес к которым повышается с каждым годом при общем снижении потребления хлеба [1]. Одним из перспективных направлений их обогащения является использование целых зерновых культур.

Немецкой фирмой «Ирекс» разработан способ приготовления хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с применением подкисленного целого зерна ржи «Сафткорн» [2]. Однако в связи с высокой его стоимостью необходима разработка способов подготовки ржи, выращенной на территории Российской Федерации.

Целью работы явилось исследование влияния способов подготовки зерна ржи на показатели качества теста и хлеба из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта. Исследовали семь способов подготовки зерна: 1 – зерно ржи «Сафткорн» без подготовки; 2 – зерно ржи «Сафткорн», выдержанное 2 ч в воде; 3 – зерно ржи сорта

«Авангард», набухавшее 36 ч; 4 – зерно ржи сорта «Авангард», набухавшее 48 ч; 5 – зерно ржи сорта «Авангард», набухавшее 48 ч и прораставшее 12 ч; 6 – зерно ржи сорта «Авангард», набухавшее 72 ч; 7 – зерно ржи сорта «Авангард», набухавшее 72 ч и прораставшее 12 ч. Для подготовки зерна ржи «Сафторн» по способу 2, его предварительно выдерживали в расчетной массе воды, предназначенной для замеса полуфабриката. Зерно ржи, подготовленное по способу 2, выдерживали в воде температурой 80 – 90 °С при гидромодуле 1:2, по способам 3, 4, 5, 6, 7 – в воде температурой 20 ± 2 °С при гидромодуле 1:3.

Рожь «Сафторн» и рожь сорта «Авангард» вносили при замесе теста в дозировке 25 и 37 % к массе муки соответственно. Тесто замешивали при соотношении ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта 60:40. Полуфабрикат с зерном ржи сорта «Авангард» готовили на жидкой закваске с заваркой.

Во время брожения теста определяли изменение объема, титруемую кислотность. Качество хлеба оценивали после 14 ч хранения по органолептическим показателям: внешний вид, состояние мякиша, вкус, запах и физико-химическим: влажность, кислотность, удельный объем. В изделиях также определяли предел прочности зерен ржи, находившихся в мякише и на поверхности корки. Последний показатель исследовали в условиях одноосного сжатия между двумя параллельными пластинами на специально сконструированной для этого установке.

Установка состоит из станины, на которой закреплена нижняя неподвижная пластина, выполняющая функции предметного столика с помещенными на него исследуемыми образцами зерна. Верхняя (сжимающая) пластина приводится в поступательное движение с постоянной скоростью посредством электропривода. Сжимающее усилие, соответствующее началу разрушения зерна, фиксировали с помощью вторичного прибора, соединенного с тензодатчиком, который вмонтирован в неподвижную пластину.

Величину условного предела прочности зерна при одноосном сжатии σ , Па, определяли по формуле

$$S = F/S,$$

где F – сжимающее усилие, Н; S – площадь поперечного сечения зерна, м^2 .

Предварительные эксперименты показали, что условный предел прочности для образцов зерна, подготовленных при неизменных условиях, имеет существенный разброс. На наш взгляд, это объясняется сложным строением и биологической неоднородностью зерна, наличием поверхностных и объемных дефектов в виде микротрещин и пустот, а также пространственным расположением зародыша в зерне. В связи с этим было принято решение проводить эксперименты в десятикратной повторности с последующим вычислением среднего арифметического значения условного предела прочности.

Объем теста при внесении ржи «Сафторн», подготовленной по способу 2, за 120 мин брожения был выше, чем у всех остальных полуфабрикатов и составлял 125 см^3 (рисунок). Наименьшим объемом, за тот же период брожения, обладало тесто, приготовленное с зерном, подготовленным по способу 7, что на 32 % было меньше.

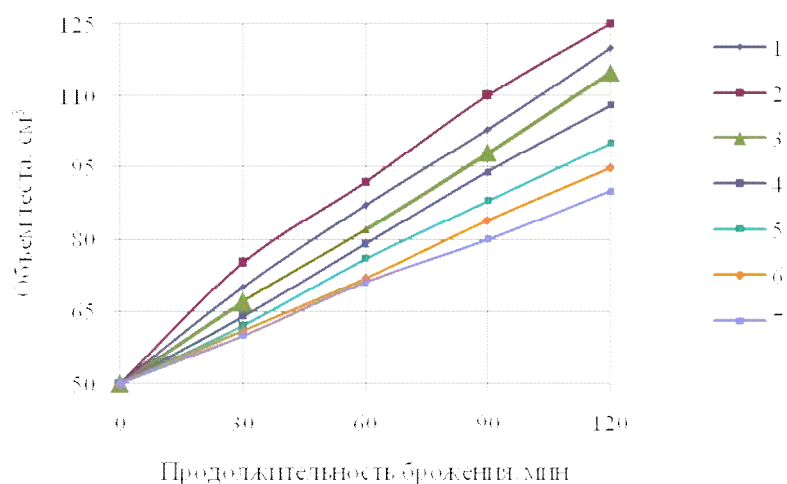


Рисунок 1 – Изменение объема теста в процессе брожения в зависимости от подготовки зерна: 1 – способ 1, 2 – способ 2, 3 – способ 3, 4 – способ 4, 5 – способ 5, 6 – способ 6, 7 – способ 7

Установлено, что с увеличением времени подготовки зерна, объем теста уменьшался. С возрастанием продолжительности выдерживания зерна в воде происходило увеличение его массы, оно становилось более тяжелым, что приводило к снижению объема полуфабриката.

Минимальная кислотность (7,3 град) через 120 мин брожения наблюдалась в тесте с применением зерна, набухавшего 36 ч, и была на 16 % меньше, чем в полуфабрикате с рожью, подготовленной по способу 7 (8,7 град).

Оценка качества изделий показала, что наименьшим удельным объемом обладал хлеб с применением зерна, подготовленного по способу 7 (204,6 см³/100 г), наибольшим (241,2 см³/100 г) – изделие с добавлением целого зерна ржи «Сафторн», подготовленного по способу 2 (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели качества хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с применением целого зерна

Наименование показателей	Значения показателей качества изделий по способам подготовки зерна ржи						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
Влажность, %	48,3	48,0	47,6	48,2	47,4	48,4	48,2
Кислотность, град	6,4	6,5	6,4	6,2	6,6	6,4	6,6
Удельный объем, см ³ /100 г	234,1	241,2	231,8	227,6	215,2	213,1	204,6
Внешний вид:							
форма	Правильная, соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка						
поверхность	Слегка шероховатая, без подрывов и трещин, с включениями целого зерна						
цвет	Золотисто-коричневый						
Состояние мякиша:							
пористость	Развитая, без пустот, с включениями целого зерна						
пропеченность	Пропеченный, не заминающийся						
Вкус и запах	Свойственный хлебу из смеси ржаной и пшеничной муки с целым зерном						

Оценка качества реологических свойств зерна показала, что наименьший предел прочности ржи наблюдался в мякише изделий, наибольший – на поверхности корки (таблица 2).

Таблица 2 – Предел прочности зерна ржи

Место отбора проб	Предел прочности зерна ржи, кПа, подготовленного по способам						
	1	2	3	4	5	6	7
Мякиш	460,7	403,5	451,9	447,6	430,5	425,1	410,5
Корка	469,7	410,8	471,1	453,8	453,2	452,7	450,1

Наименьшим пределом прочности обладало зерно ржи, подготовленное по способу 2. Предел прочности ржи, подготовленной по способу 4 и отобранной с поверхности корки, был больше на 9,5 % по сравнению с зерном – по способу 2. С увеличением продолжительности подготовки зерна ржи более 48 ч предел прочности снижался незначительно.

Исходя из полученных данных, следует, что нецелесообразно проводить набухание зерна ржи более 48 ч. Однако при этом необходимо разрабатывать мероприятия по снижению предела прочности зерен, подготовленных по способу 4, и получить значения, приближенные к пределу прочности ржи, подготовленной по способу 2. Кроме того, анализ качества хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки также выявил преимущества хлеба, приготовленного с зерном ржи «Сафторн».

Литература

1. Алферов, А. Рынок хлеба и хлебобулочных изделий: реалии, перспективы, тенденции развития [Текст] / А. Алферов // Хлебопродукты. – 2009. – № 4. – С. 65.
2. Акжигитова, Л.В. Хлебобулочные изделия фирмы «ИРЕКС» для здорового питания [Текст] / Л.В. Акжигитова // Хлебопечение России. – 2008. – № 1. – С. 27.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРНЯ ЛОПУХА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Н.В. Масалова, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина

*Тихоокеанский государственный экономический университет,
г. Владивосток, e-mail masalova77@mail.ru*

Корень лопуха может найти широкое практическое применение в качестве исходных сырьевых компонентов при получении новых продуктов, а также в качестве биологически активных добавок. [1].

Теоретическое обоснование использования корня лопуха в производстве пищевых продуктов с определенным составом и свойствами включает изучение функциональных свойств корня лопуха и влияние на них различных технологических факторов.

В сухом веществе лопуха содержатся белки до 15 %, жиры до 2 %, углеводы до 69 %, в том числе полисахарид инулин до 45 %, клетчатка до 22 %, а также эфирное масло, пальмитиновая, стеариновая кислоты, ситостерин и стигмастерин. Лопух по нашему мнению является новым и наиболее перспективным сырьем для получения высокомолекулярного инулина. Для достижения эффекта пищевого волокна требуется 8-10 г инулина в день.

К одним из наиболее важных технологических свойств растительных добавок, используемых в производстве функциональных пищевых продуктов относятся набухание и растворимость.

Растительные добавки, используемые в производстве функциональных пищевых продуктов, должны хорошо набухать, а следовательно, обладать хорошей водосвязывающей способностью. Применение их не должно существенно изменять технологию производства пищевых продуктов.

Набухание далеко не всегда кончается растворением. Очень часто после достижения известной степени набухания процесс прекращается.

На набухание корня лопуха сказывается его физическое состояние. При набухании часть воды поглощается продуктом, в результате диффузии молекул жидкости в продукт, а часть расходуется на сольватацию – взаимодействие растворителя с молекулами полимеров.

Степень набухания определялась весовым методом.

В качестве образца брали сухой измельченный лопух большой (*Arctium lappa*), состоящий из цилиндрических, частично разрезанных продольно, очищенных серовато-бурых снаружи, бледно-серых в изломе корней.

Анализ результатов исследования показывает, что набухание в значительной степени зависит от времени взаимодействия корня лопуха с растворителем (водой). Наиболее интенсивное набухание наблюдалось в первые 30 минут, в результате которого произошло увеличение его объема и массы. Опыт показал, что этот процесс зависит от продолжительности времени, затрачиваемого на набухание, - чем больше требуется времени, тем сильнее идет набухание. В результате исследования были найдены предельные точки набухания, по расчетам которых построен график на рисунке 1.

В результате разности осмотического давления, в дистиллированную воду перешли легкорастворимые вещества, которые придали раствору зеленовато-янтарный цвет с легким помутнением. В небольшой степени раствор приобрел вязкую консистенцию и при интенсивном взбалтывании дал на поверхности пену, не исчезающую со временем.

В результате проведения исследования по набуханию порошка из корня лопуха, раствор приобрел непрозрачный буро-зеленоватый цвет и слегка вязкую пастообразную консистенцию. Набухшие частицы корня лопуха после перемешивания раствора не равномерно распределены по всему объему растворителя, образуя взвесь.

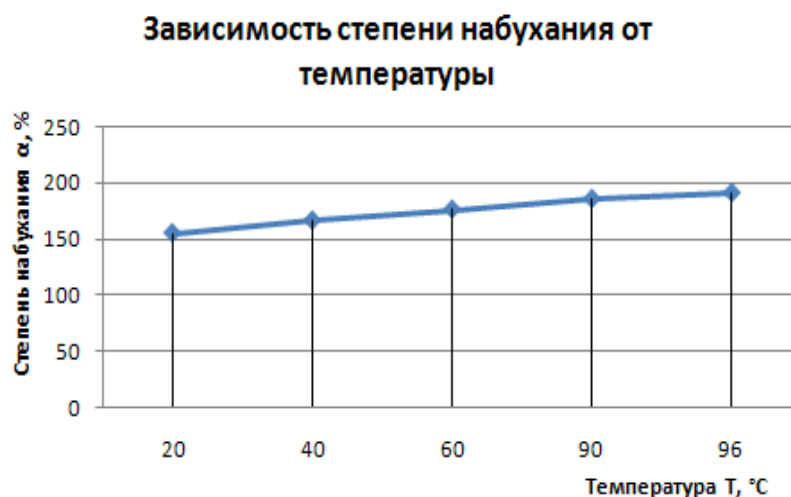


Рисунок 1 – Предельное набухание сухого корня в растворе дистиллированной воды

На следующем этапе было исследовано влияние pH среды на набухание сухого корня лопуха. Для этого корень поместили в слабокислую среду с pH = 4,0 и pH = 5,5 слабощелочную с pH = 8,0. Результаты представлены на рисунках 2 и 3. В результате исследований были сделаны следующие выводы:

В слабощелочном растворе корень лопуха за одинаковый промежуток времени набухает значительно больше, чем в слабокислотном растворе. При $\text{pH} = 4,7$ степень набухания возрастает, а с возрастанием кислотности $\text{pH} = 3,2$, вновь уменьшается. Полученные результаты объясняются частичным кислотным гидролизом, продукты которого имеют более высокие показатели растворимости углеводов.

Зависимость степени набухания от времени гидролиза при температурах $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ представлена на рисунках 2, 3.

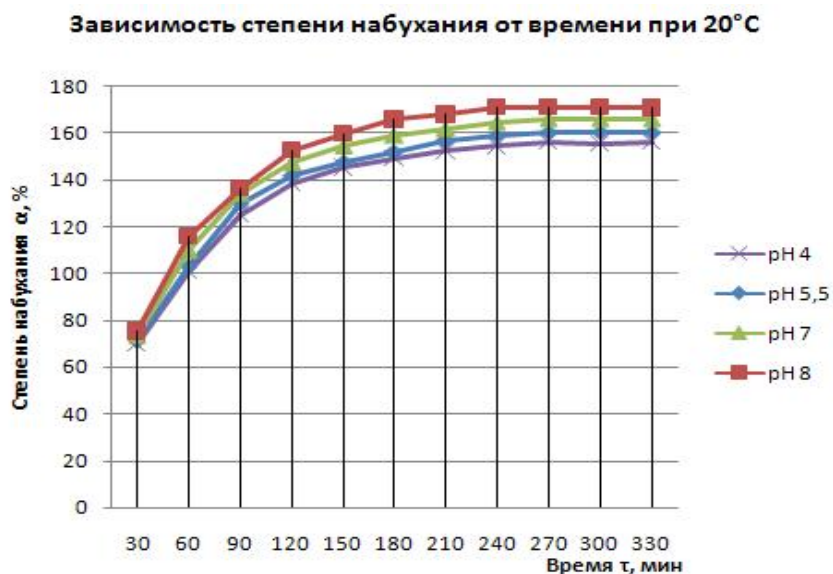


Рисунок 2 – Набухание сухого корня лопуха при различном pH раствора при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

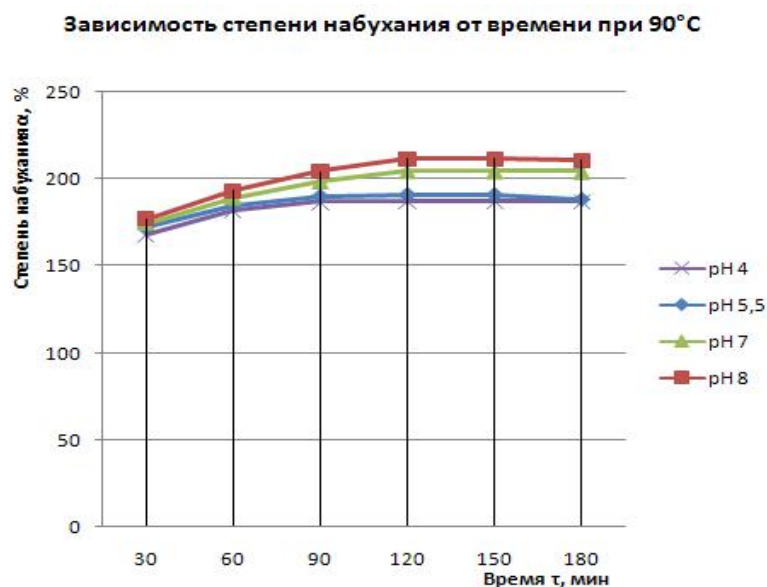


Рисунок 3 – Набухание сухого корня лопуха при различном pH раствора при $90\text{ }^{\circ}\text{C}$

В дальнейшем нами был произведен кислотный гидролиз сухого и замороженного корней лопуха с целью выделения инулина.

Получение фруктозы из инулинсодержащих дикорастущих растений путем кислотного гидролиза имеет важное значение в производстве функциональных продуктов питания.

По сравнению с обычным сахаром фруктоза более сладче, что помогает снизить калорийность пищевого продукта, а следовательно, важно с точки зрения диетического питания.

Для проведения гидролиза инулина с выделением фруктозы в сухом и замороженном корне лопуха была использована методика, которая описана нами в ранних работах [2].

Зависимость количества фруктозы в экстрактах гидролизованного сухого и замороженного корня лопуха от времени гидролиза представлена на рисунке 4.

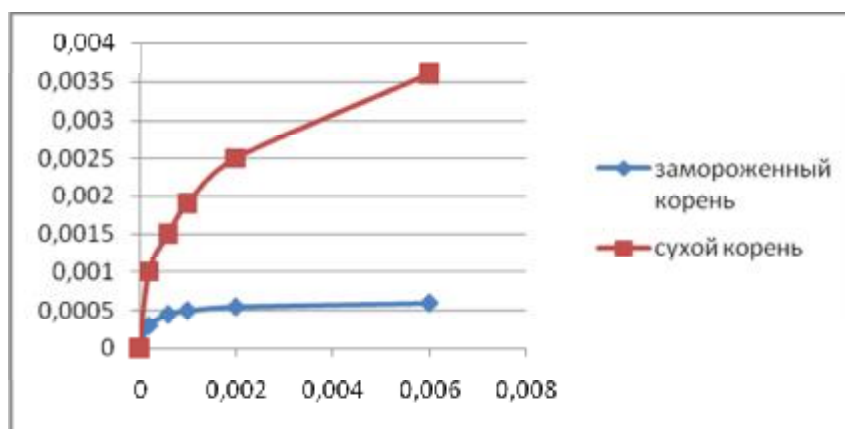


Рисунок 4 – Зависимость количества фруктозы в экстрактах гидролизованного сухого и замороженного корня лопуха от времени гидролиза

Исследования показали, что в сухом корне лопуха содержание продукта гидролиза составляет 0,036 мг/мл, тогда как в замороженном всего 0,006 мг/мл, следовательно, при хранении замороженного сырья происходит значительная потеря инулина.

В данной работе экспериментально отработаны рецептуры пряников заварных, в которых количество муки было заменено на гидролизованный корень лопуха в соотношении 10 %, 15 % и 20 %, с учетом массовой доли сухих веществ в лопухе, которые составили 47,4 % на 100 г. Сравнительный органолептический анализ показал, что по цвету и вкусу выше оценивалось изделие с добавлением 15 % корня лопуха к массе муки исходного сырья: пряничное изделие имело мягкую, пышную, однородную консистенцию, поверхность коричневого цвета, цвет внутри изделия имел светло-коричневую окраску, запах и вкус – пряно-медовый, без скрипа измельченного лопуха, который чувствовался в изделиях с негидролизированным корнем лопуха. По определению пищевой и энергетической ценности количество белков, жиров и углеводов составило 6,9 г, 5,9 г и 68,6 г соответственно, а энергетическая ценность 356 ккал в 100 г готового изделия.

Но наш взгляд, производство заварных пряничных изделий с корнем лопуха в настоящее время очень актуально, так как происходит дополнительное обогащение балластными веществами, в частности полисахаридами.

Литература

1. Пищевая химия / Нечаев А.П. под ред. Нечаева А.П., СПб.: – ГИОРД, 2001. – 592 с.
2. Чеснокова, Н.Ю., Левочкина, Л.В., Масалова, Н.В. Разработка технологии новых продуктов питания на основе гидролизованного корня лопуха. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2010», Том 5 Технические науки, Одесса 2010, стр. 69-70.
3. Физическая и коллоидная химия. Учебно-методическое пособие. Составитель Мельниченко В.И. 2007. – 89 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

И.С. Разумникова, С.А. Сухих, Г.В. Менх

*Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
г. Кемерово, tl@kemtipp.ru*

Важнейшим фактором, предопределяющим состояние здоровья нации, является питание, рациональное и адекватное по количественным и качественным показателям и медико-биологическим требованиям. В «Концепции государственной политике в области здорового питания населения России» большое внимание уделяется развитию биотехнологии новых видов пищевых продуктов с применением белковых пищевых добавок, биологически активных веществ, а также использованию побочного белково-углеводного сырья пищевой промышленности [1].

С другой стороны, в связи с изменениями в образе жизни, современный человек подвергается действию экологически неблагоприятных факторов, сопряженных с поступлением во внешнюю среду многочисленных ксенобиотиков. Поэтому важным является включение в продукты питания растительных пищевых волокон, в частности энтеросорбентов природного происхождения.

В процессе переработки зерновых культур на предприятиях получается от 20 до 25 % отрубей, основная часть которых традиционно используется в сельском хозяйстве для корма животных. Однако происшедшие в последние годы изменения в экономике страны привели к некоторому перераспределению использования отрубей, вследствие чего появились определенные резервы, требующие новых направлений их использования в народном хозяйстве [2, 3].

Перспективными видами растительного сырья, исключительно полезными по содержанию питательных веществ, обладающими широким спектром лечебно-профилактических свойств, уникальным набором биологически активных веществ, являются отруби [4]. Кроме того, отруби обладают целым комплексом полезных свойств, что позволяет рекомендовать их к использованию в питании человека в качестве белково-углеводной добавки (БУД). На сегодня доказано, что потребление отрубей полезно всем категориям населения, особенно при организации лечебно-профилактического питания. На основании проведенных исследований считаем, что отруби в качестве БУД должны найти широкое применение при создании комбинированных продуктов питания на молочной основе.

Получение продуктов с максимально возможным сохранением природной биологической ценности и функциональных свойств, давно занимает важное место в работе ученых. В последнее время большое внимание уделяется комбинированию животного и растительного сырья, в частности молочного и белково-углеводного сырья. Их высокая пищевая и биологическая ценность, функционально-технологические свойства и возможность использования в составе различных пищевых продуктов обуславливают актуальность создания новых технологий их переработки.

Целью настоящей работы явилось изучение состава и свойств белково-углеводного растительного сырья и использование его в технологии гелеобразных молочных продуктов.

Белково-углеводная добавка, являются перспективным сырьем при производстве гелеобразных продуктов, поскольку обладает ценным источником пищевых волокон, растительного белка и позволяют создавать такие формы пищи, которые способны удовлетворить не только потребительский спрос, но и сгладить проблему переработки молочной сыворотки, характерного в настоящее время для молочной отрасли.

Состава и функционально-технологических свойств различных белково-углеводных добавок (БУД), используемой в экспериментах, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика образцов белково-углеводной добавки

Показатель	Массовая доля, %		
	Отруби ржаные	Отруби пшеничные	Отруби овсяные
Влага	10,20±0,62	10,40±0,62	8,55±0,51
Белок	11,48±0,71	14,23±0,85	12,31±0,73
Жир	4,11±0,25	3,24±0,19	6,02±0,36
Крахмал	21,59±1,29	14,07±0,84	16,84±1,01
Зола	3,93±0,23	3,73±0,22	2,89±0,17
Пищевые волокна, в том числе	46,78±2,81	52,50±3,15	15,40±0,92
Целлюлоза	8,54±0,51	9,60±0,57	6,36±0,38
Гемицеллюлозы	34,74±2,08	23,85±1,43	8,12±0,49
Лигнин	3,50±0,21	12,31±0,73	1,49±0,08

Сухие вещества БУД представлены белками, липидами, углеводами и минеральными веществами. Из таблицы видно, что пшеничные отруби содержат 14,23±0,85 % белка и около половины составных компонентов БУД приходится на пищевые волокна (52,50±3,15 %), которые представляют собой комплекс биополимеров, включающий полисахариды (целлюлозу, гемицеллюлозу, пектиновые вещества), а также лигнин и связанные с ним белковые вещества. Вариации пищевых волокон в различных образцах БУД составили от 15,40 до 52,50 %. С позиции производства разработки молочных продуктов БУД представляет определенный интерес и может быть использованы для улучшения пищевой и биологической ценности конечного продукта. Колебания абсолютных значений основных составных компонентов БУД объясняются различиями в типах и сортности перерабатываемого зерна.

В образцах БУД содержится значительное количество протеина. В таблице 2 приведен качественный и количественный аминокислотный состав БУД, который определяли с помощью автоматического анализатора аминокислот Aracus PMA GmbH.

Таблица 2 – Аминокислотный состав белково-углеводной добавки

Наименование аминокислоты	Массовая доля аминокислот, мг на 100 г продукта		
	Отруби ржаные	Отруби пшеничные	Отруби овсяные
1	2	3	4
Незаменимые, в т.ч.:	3688,8	4539,1	3585,1
валин	125,8	638,3	606,3
изолейцин	612,2	439,9	414,4
лейцин	1022,9	936,2	712,6
лизин	591,7	666,6	385,2
метионин+цист.	375,7	524,8	416,7
треонин	396,5	553,2	332,4
триптофан	98,6	156,0	154,9
фенилаланин	465,4	624,1	562,6
Заменимые, в т.ч.:	7079,9	9375,5	5705,1

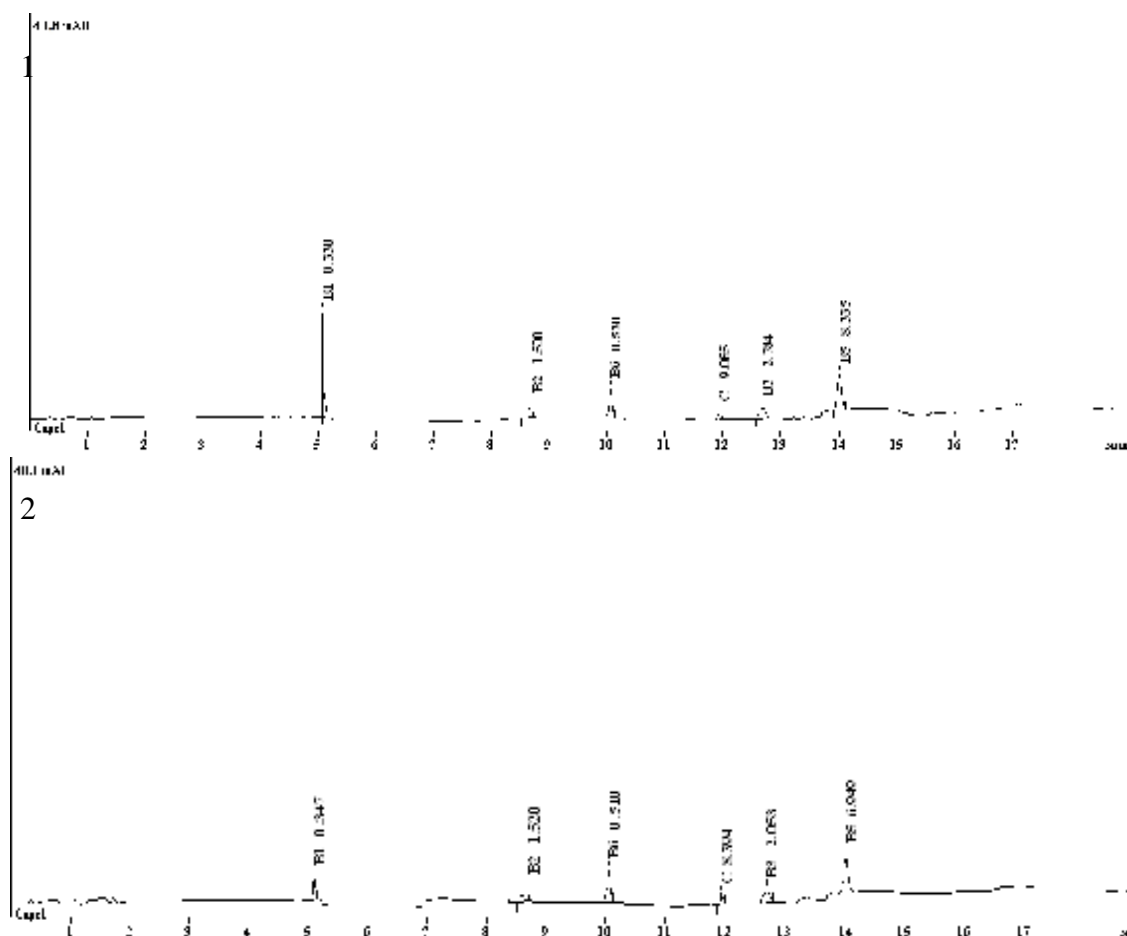
Продолжение таблицы 2

аланин	894,1	907,8	517,3
аргинин	747,6	1163,0	646,8
аспарагиновая кислота	1103,4	1262,4	804,1
гистидин	474,1	453,9	231,3
глицин	396,5	709,2	402,6
глутаминовая кислота	1914,7	3021,2	1738,8
пролин	610,6	851,0	487,0
серин	458,8	666,6	520,7
тирозин	480,1	340,4	356,5
Общее количество	11619,0	13914,6	9290,2

Анализ аминокислотного состава, приведенного в таблице 2 показал, что белок БД содержит все незаменимые аминокислоты. Видно, что в пшеничных отрубях общее количество аминокислот составило 4539,1 г/100 г, что в 1,2 раза больше по сравнению с ржаными и овсяными отрубями. В пшеничных отрубях преобладающими аминокислотами являются валин, аргинин, глутаминовая кислота, пролин. Однако наиболее ценную часть белков представляют незаменимые аминокислоты

Известно, что витаминизация пищевых рационов является актуальной задачей многих регионов, так как недостаточное потребление витаминов вызывает различные отклонения в нормальной регуляции организма. В связи с этим отруби являются богатым источником витаминов. В них содержится водорастворимые витамины группы В и жирорастворимые – токоферолы.

На рисунке 1 представлены хроматограммы содержания водорастворимых витаминов в исследуемом образце БУД. Сводная таблица витаминного и минерального состава БУД представлен в таблице 3.



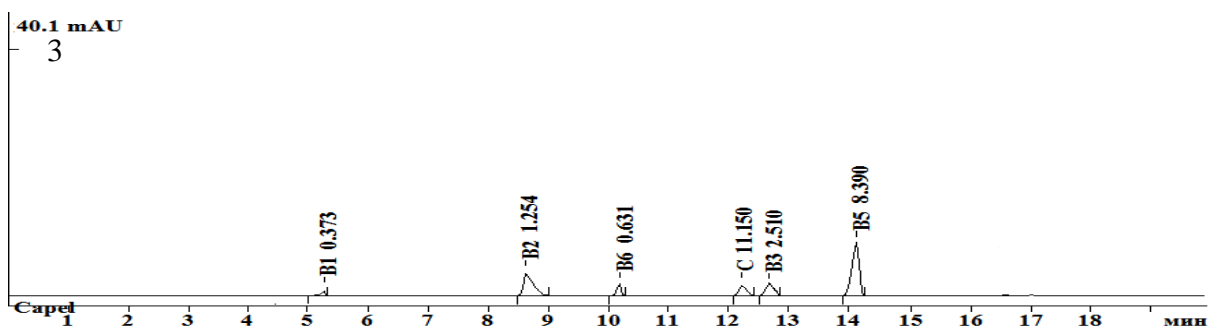


Рисунок 1 – Хроматограммы содержания витаминов в образцах БУД: 1 – отруби ржаные; 2 – отруби пшеничные; 3 – отруби овсяные

Таблица 3 – Содержание витаминов и минеральных элементов в БУД

Наименование показателя	Массовая доля, мг/100 г		
	Отруби ржаные	Отруби пшеничные	Отруби овсяные
Витамины:			
Е	1,19±0,07	4,80±0,28	1,80±0,11
В ₁	0,75±0,04	2,16±0,13	1,23±0,07
В ₂	0,36±0,02	1,98±0,11	1,30±0,07
В ₃	1,63± 0,09	1,74±0,10	1,12±006
В ₅	24,50±1,47	24,90±1,49	19,20±1,15
В ₆	0,65±0,04	0,60±0,01	0,26±0,01
Минеральные элементы:			
Калий	424,0±25,4	950,2±57,0	368,2±22,1
Натрий	14,1±0,8	35,3±2,1	37,6±2,2
Магний	120,2±7,2	320,9±19,2	135,5±8,13
Кальций	59,6±3,6	90,0±5,4	117,4±7,0

Данные таблица 3 свидетельствуют о том, что отруби богаты витаминами и минеральными элементами, свидетельствующие о высокой биологической ценности.

Проведенные нами исследования состава и свойств белково-углеводного растительного сырья свидетельствует о том, что отруби являются хорошим пищевым растительным сырьем, которое может широко использоваться в технологии получения продуктов различного назначения.

Литература

1. Большаков, О.В. Государственная политика в области здорового питания / О.В. Большаков // Молочная промышленность, 1999. – № 6. – С. 5-6.
2. Козлов, С.Г. Продукты функционального назначения на основе молочной сыворотки // Молочная промышленность, 2003.– № 6. – С. 57-58.
3. Сизенко, Е.И. Проблемы комплексной переработки сельскохозяйственного сырья и производства высококачественных пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья, 1999. – № 10. – С. 12-16.
4. Захарова, Л.М. Производство мягких кислотно-сычужных сыров с растительными компонентами / Л.М. Захарова, Т.Е. Котова, А.А. Ильина // Сыроделие, 2000. – № 3. – С. 34-36.

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ОСНОВ ДЛЯ СУПОВ-ПЮРЕ

В.П. Бординова, Н.В. Макарова

*Самарский государственный технический университет,
г. Самара, white-kitten-63@mail.ru*

Все чаще в меню различных ресторанов можно увидеть различные супы-пюре, которые становятся все более популярными. Суп-пюре – это густой суп, приготовленный из протертых овощей, круп, мяса, птицы или рыбы. Суп-пюре – питательное блюдо, которое отличается выраженным вкусом, легко усваивается организмом человека и аппетитно выглядит. Супы-пюре применяют в детском питании, а также при лечении некоторых болезней. А объясняет это их питательная ценность.

Но почему пюре? По тому, что продукты, из которых готовят эти супы, протирают на терке или блендере, чтобы получилась однородная масса. Иногда супы заправляют соусом, сливками или молоком. Поэтому суп, как бы состоит из двух частей, а именно из пюре и соуса. К супу-пюре можно подать гренки из белого хлеба, профитролы или пирожки с различной начинкой. Питательность супов обусловлена его рецептурным составом. Но помимо питательных свойств, которые в настоящее время стараются повышать, существуют и другие немаловажные свойства продуктов, например антиоксидантные свойства. То есть способность предотвращать окислительное разрушение веществ. Это осуществляется за счет действия антиоксидантов, содержащихся в сырье. Поэтому целью работы является регистрация, изучение антиоксидантных свойств основ для супа-пюре – такого полезного и вместе с тем популярного продукта.

Для работы мы использовали в качестве образцов 3 основы для супа-пюре: томатную, тыквенную, перцевую. Методы исследования проводились следующие:

- химический состав

1. Определение фенольных соединений. Анализ проводили следующим образом: смешивали экстракт, реактив Folin-Ciocalteu, насыщенный раствор карбоната натрия в соотношении 1:1:2. Смесь разбавляли дистиллированной водой, выдерживали 25 минут при комнатной температуре, центрифугировали 10 мин при скорости 1500 об/мин. Измерения проводили при длине волны 725 нм [1]. Результаты были пересчитаны в единицах галловой кислоты по калибровочному графику (Таблица 1).

2. Определение содержания флавоноидов. Анализ проводили колориметрическим методом [2] при взаимодействии экстрактов овощей с азотистокислым натрием, треххлористым алюминием, гидроксидом натрия и измерением абсорбции при длине волны 510 нм. Содержание флавоноидов было пересчитано на мг катехина в 100 г исходного продукта по калибровочному графику (Таблица 1).

3. Определение содержание β -каротина [3], который также имеет антиоксидантные свойства. Анализ экстракта продукта проводили колориметрическим методом при длине волны 470 нм (Таблица 1).

- антиоксидантная активность

1. Колориметрия свободных радикалов. Метод основан на реакции DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила), растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта, содержащегося в овощном экстракте [4]. В результате восстановления свободного радикала DPPH антиоксидантами овощей снижается пурпурно-синяя окраска DPPH на желтую, а реакция контролируется по изменению оптической плотности на приборе КФК-3-01 при 517 нм (Рисунок 1).

2. Определение железозвязывающей активности (FRAP-метод). Метод применяется для исследования уровня антиоксидантной активности и основан на регистрации реакции перехода Fe^{3+} в Fe^{2+} при изменении окраски раствора в насыщенно-синюю при реакции образцов с реактивом FRAP [5] в присутствии фосфатного буфера.

Значения вычислены в моль Fe^{2+} на 1 кг исходного образца по калибровочной кривой, построенной с $FeSO_4$ (Таблица 1).

3. Определение ингибирования малондиальдегида (МДА) (TBARS-метод). Метод основан на ингибировании тиобарбитуровой кислотой фрагментов МДА, которые образовались в результате воздействия свободных радикалов на содержащийся в клетках мембран тканей МДА [6] (Рисунок 2).

Результаты приведены в таблице 1 и на рисунках 1, 2.

Таблица 1

	Содержание фенольных веществ, мг галловой кислоты/100 г исходного сырья	Содержание флавоноидов, мг катехина/100 г исходного сырья	Содержание β -каротина, мг /100 г исходного сырья	Хелирующая активность, моль Fe^{+2} /1000 г. исходного сырья
Основа томатная	203,2	39	0,53	3,3
Основа тыквенная	116,8	28	0,36	2,3
Основа перцевая	414,4	48	1,06	9,5

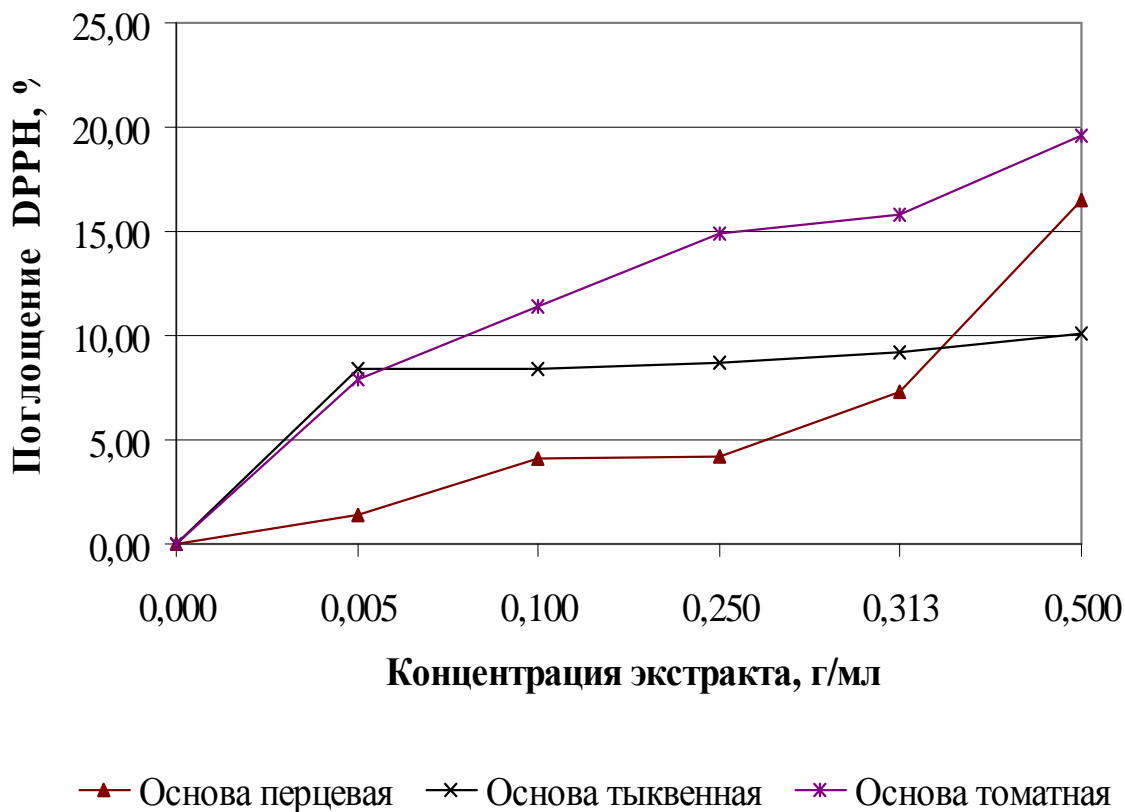


Рисунок 1 – Железосвязывающая активность

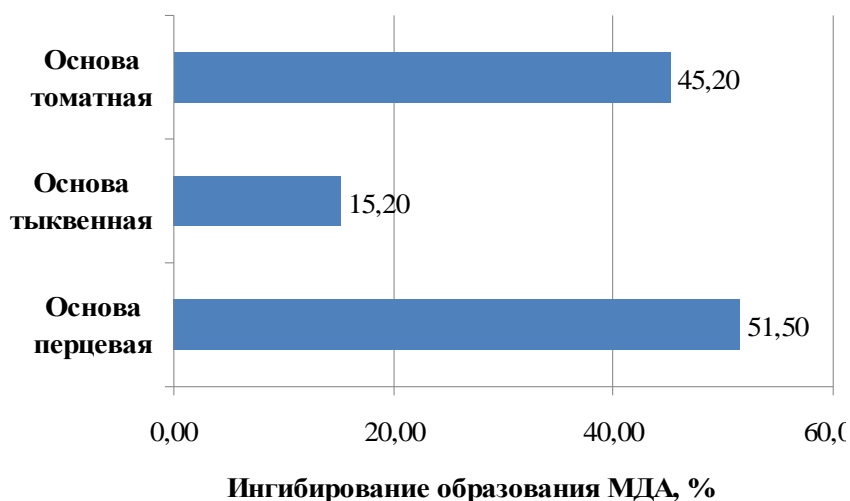


Рисунок 2 – Уровни ингибирования образования МДА

Исходя из полученных данных о химическом составе (Таблица 1), можно сказать, что по содержанию таких веществ как флавоноиды, β -каротин, фенольные вещества, которые обуславливают антиоксидантные свойства, наилучшей основой для супов-пюре является перцевая. Содержание вышеперечисленных соединений в ней выше чем у тыквенной и томатной основ: фенолов – 414,4, против 116,8 и 203,2 мг галловой кислоты/100 г исходного сырья, соответственно; флавоноидов – 48, против 28 и 39 мг катехина/100 г исходного сырья, соответственно; β -каротина – 1,06, против 0,36 и 0,53 мг/100 г исходного сырья, соответственно.

По способности реагировать со свободными радикалами, ингибируя последние, перцевая основа немного уступает томатной – при конечной концентрации экстракта 0,5 г/мл томатная основа ингибирует свободные радикалы на 19,6 %, перцевая – на 16,5 %, а тыквенная всего на 10 %. Тем не менее, в анализе методом TBARS, перцевая основа лидирует – 51,5 %, на втором месте томатная – 45,2 %, аутсайдер, как и во всех испытаниях, - тыквенная основа – 15,2 % ингибирования МДА. Эти данные свидетельствуют о лучшем ингибировании перцевой основой процесса разрушения МДА, а следовательно и окислительных реакций.

Из проанализированных данных можно сделать следующий вывод: приготовленные основы для супов-пюре обладают антиокислительными свойствами, причем лучшими антиоксидантными свойствами обладает перцевая основа. Данный продукт рекомендуется нами для производства супов-пюре с повышенными противорадикальными свойствами, которые будут использоваться не только в общественном питании, но и в профилактическом.

Литература

1. Zielinski H., Michalska A., Ceglinska A., Lamparski G. Antioxidant properties and sensory quality of traditional rye bread as affected by the incorporation of flour with different extraction rates in the formulation. – Eur. Food Res. and Technol. – 2008. Vol. 226 – № 4. – P. 671-680.
2. Michalska A., Ceglinska A., Amarowicz R., Piskula M. K., Szawara-Nowak D., Zielinski H. Antioxidant contents and antioxidative properties of traditional rye breads. – J. Arg. and Food Chem. – 2007. Vol. 55 – № 3. – P. 734-740.
3. Gayathri G.N., Platel K., Prakash J., Srinivasan K. Influence of antioxidant spices on the retention of β -carotene in vegetables during domestic cooking processes. – Food Chem. – 2004, Vol. 84, № 1. – P. 35-43.

4. Sun T., Powers J. R., Tang J. Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices. – Food Chem. – 2007. Vol. 105 – № 1. – P. 101-106.
5. Fang Z., Zhang Y., Lu Y., Ma G., Chen J., Liu D., Ye X. Phenolic compounds and antioxidant capacities of bayberry juices. – Food Chem. – 2009, Vol. 113, № 4. – P. 884-888.
6. Sanchez M., Rodriguez R., Martin V., Sepulveda L., Sutil R., Contreras F., Lares M., Maurera E., Rojas J., Rodriguez D., Bermudez V., Velasco M. Stress and antioxidant vitamins in type 2 diabetic patients. – Revista Latinoamericana de Hipertension. – 2008, Vol. 3. № 5. – P. 166-172.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БЕЛЫХ ВИН, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ГИБРИДОВ ВИНОГРАДА *VITIS LABRUSCA*

А.А. Печенина, М.А. Апарнева, Е.Д. Рожнов, В.П. Севодин

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

Развитие промышленных посадок винограда в зоне рискованного виноделия – Алтайском крае – реалии современности. При этом, учитывая короткое лето, и как следствие этого малый период вегетации, важным является правильный подбор сортов, позволяющий получать вина хорошего и стабильного качества. Однако в Алтайском крае на протяжении уже нескольких лет удается получать высокие урожаи качественного винограда, не уступающего южному. Поэтому актуальным является изучение качества белых вин, полученных из сортов винограда Алтайского края.

Для того чтобы достичь указанную цель, в ходе работы необходимо было решить следующие задачи:

- 1) получить столовые полусладкие виноматериалы из гибридов белых сортов винограда;
- 2) оценить соответствие полученных белых виноградных вин требованиям нормативно-технической документации;
- 3) провести изучение дополнительных показателей качества вин, таких как содержание минеральных, полифенольных веществ и оксикислот.

В качестве объектов исследования в работе использовались гибриды белых сортов винограда *Vitis labrusca* произрастающие на опытном участке кафедры Биотехнологии в селе Сростки: Московский устойчивый – урожайный сорт раннесреднего срока созревания, Гуна и Неизвестный Разгоняевой (условное название) – раннеспелые сорта и Степняк – европейско-амурский гибрид, отличающийся относительно высокой зимостойкостью. Количество урожая и его механический состав приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество и механический состав винограда

Сорт	Общая масса, кг	Масса чистых ягод		Масса гнилых ягод		Масса гребней		Масса косточек	
		кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Гуна	4,685	4,492	90,0	0,013	0,26	0,180	3,6	0,216	4,61
Московский устойчивый	7,931	7,391	85,0	0,034	0,39	0,488	6,0	0,357	4,5
Степняк	10,880	9,687	89,0	0,831	7,6	0,362	3,33	0,452	4,15
Неизвестный Разгоняевой	8,504	7,955	91,4	0,257	3,0	0,292	3,4	0,372	4,3

Сухие столовые виноматериалы получали по традиционной схеме используемой для плодово-ягодных вин, поскольку качественные показатели суслу, полученного из винограда указанных сортов отличаются от оптимальных, ввиду чего требуется

корректировка суслу по кислотности и сахаристости. Физико-химические показатели виноградного суслу представлены в таблице 2.

Сбраживание виноградного суслу производили чистой культурой винных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, поскольку применение чистой культуры позволяет получать виноматериалы со стабильным качеством. По окончании брожения виноматериалы были сняты с дрожжевых и гущевых осадков. С целью придания виноматериалу товарного вида, были проведены мероприятия, обеспечивающие стабильность готовых вин, а именно, оклеивание бентонитом и фильтрование через фильтр-картон марки КТФ-1П.

Таблица 2 – Физико-химические показатели суслу

Показатель	Сорт винограда			
	Степняк	Московский устойчивый	Гуна	Неизвестный Разгоняевой
Общие сахара, г/100 см ³	114,0	125,0	91,5	180,0
Титруемая кислотность, г/дм ³	4,6	11,3	17,8	4,2

Из полученных сухих виноматериалов методом купажирования были получены белые полусладкие вина. Для купажирования использовались: инвертированный сахарный сироп, подготовленная вода и спирт этиловый ректификованный «Экстра». В дальнейшем производили розлив и пастеризацию вина в бутылки. Готовые полусладкие вина были отправлены на хранение в холодильную камеру при температуре 7...9 °С.

В выдержанных винах определяли физические, физико-химические и биохимические показатели, по методикам, принятым в отрасли.

В качестве физических показателей, представленных в таблице 3, нами были определены относительная плотность пикнометрическим способом и динамическая вязкость при помощи вискозиметра Освальда.

Таблица 3 – Физические показатели вина

Определяемый показатель	Образец вина			
	Гуна	Неизвестный Разгоняевой	Степняк	Московский устойчивый
Плотность, г/см ³	1,016	1,008	1,019	1,015
Динамическая вязкость, мПа·с	1,41	1,37	1,43	1,39

С целью определения соответствия качества готовой продукции основным требованиям ГОСТ в образцах были определены следующие физико-химические показатели: массовая концентрация титруемых кислот, массовая концентрация сахаров, объемная доля этилового спирта, а также массовая концентрация приведенного экстракта и летучих кислот. Как можно видеть из данных приведенных в таблице 4 полученные образцы виноградных вин полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 52523-2006.

Поскольку качество виноградных вин в значительной степени зависит не только от физико-химических показателей, но и их биохимического состава, интересным было изучить содержание минеральных и полифенольных веществ, а также соотношение винной и яблочной кислоты в полученных образцах виноградных вин.

Изучение минеральных веществ белых виноградных вин сводилось к определению общей зольности и ее щелочности, а также спектрофотометрическому определению концентраций железа и меди. Результаты приведены в таблице 5. Согласно полученным данным содержание золы в винах относительно невысокое, что с одной

стороны свидетельствует об особенностях почвенных условий участка, а с другой – об особенностях технологии приготовления вин, в частности наличия стадии разбавления суслу. Как известно ионы железа способствуют развитию покоричневения вин, поэтому при высоком их содержании может потребоваться деметаллизация вин, но как показывают результаты исследований деметаллизация не требуется.

Таблица 4 – Физико-химические показатели вина

Наименование проб вина	Массовая концентрация			
	титруемых кислот в пересчете на винную, г/дм ³	летучих кислот в пересчете на уксусную, г/дм ³	приведенного экстракта, г/дм ³	общего экстракта, г/дм ³
Гуна	5,9	1,1	26,0	76,0
Неизвестный Разгоняевой	4,7	1,0	16,1	66,1
Степняк	6,0	1,0	32,4	82,4
Московский устойчивый	5,8	0,9	–	–
ГОСТ Р 525223-2006	не менее 3,5	не более 1,1	не менее 16,0	–

Таблица 5 – Изучение минеральных веществ вин

Образцы вина	Определяемые показатели			
	Щелочность, г/дм ³	Зольность, г/дм ³	Массовая концентрация железа, мг/дм ³	Массовая концентрация меди, мг/дм ³
Гуна	–	–	1,92	0,02
Неизвестный Разгоняевой	40,17	2,73	2,00	0,02
Степняк	35,54	1,77	1,04	0,04
Московский устойчивый	–	–	1,71	0,03
Литературные данные	19,50–47,00	1,00–7,08	1,00–7,00	не более 1,000

Поскольку белые вина традиционно являются малоэкстрактивными, интересным было изучить состав фенольных веществ готовых вин. Определение массовой концентрации полифенолов осуществляли по методу Фолина-Чокальтеу, концентрацию лейкоантоцианов, флаван-3-олов и флаванолов определяли спектрофотометрически. Результаты исследований представлены в таблице 6. Как можно видеть количественный состав отдельных компонентов для разных вин существенно не различается.

Качественно-количественное изучение состава оксикислот сводилось к определению массовой концентрации винной кислоты ацидиметрическим методом, а также определению яблочной кислоты химическим способом. Результаты исследований приведены в таблице 7.

Таблица 6 – Изучение фенольных веществ вин

Образцы вина	Массовая концентрация			
	полифенолов, г/дм ³	лейкоантоцианов, мг/дм ³	флаванононов, мг/дм ³	флаванолов, мг/дм ³
Гуна	0,228	179	9,0	490
Неизвестный Разгоняевой	0,260	122	26,9	500
Степняк	0,208	200	3,5	480
Московский устойчивый	0,218	180	–	–
Литературные данные	0,200-1,000	10-3000	5,0-10,0	–

Таблица 7 – Изучение оксикислот белых вин

Образец вина	Массовая концентрация	
	винной кислоты, г/дм ³	яблочной кислоты, г/дм ³
Гуна	1,50	3,35
Неизвестный Разгоняевой	1,66	2,96
Степняк	1,35	4,45
Московский устойчивый	1,20	4,05
Литературные данные	2,00 – 5,00	не более 5,00

Как показывают результаты исследований количество яблочной и винной кислоты в винах полностью соответствуют региону произрастания винограда, поэтому яблочной кислоты несколько больше чем винной.

В целом по результатам работы можно сделать следующие выводы:

- 1) показана возможность получения столовых полусладких вин из гибридов белых сортов винограда *Vitis labrusca*, произрастающий в Алтайском крае;
- 2) выявлено полное соответствие основных физико-химических показателей требованиям национального стандарта;
- 3) впервые изучен состав минеральных, полифенольных веществ, а также оксикислот вин, полученных из винограда сортов Степняк, Московский устойчивый, Гуна и Неизвестный Разгоняевой произрастающих в Алтайском крае.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРЕЧИХИ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

О.Е. Темникова, Н.А. Егорцев, А.В. Зимичев
Самарский государственный технический университет,
г. Самара, mionagrey@mail.ru

Стремление современного человека к здоровому образу жизни и полезным продуктам из года в год набирает всё большую популярность во всем мире. Питание должно обеспечивать организм всем необходимым для нормальной жизнедеятельности и полноценного функционирования всех его внутренних органов и систем. Такое питание получило название «функционального питания». Положительное влияние на человеческий организм веществ, содержащихся в отдельных продуктах питания, всё чаще становится предметом многочисленных исследований. Научный прогресс позволяет легче

находить связь между биохимическими структурами, которые естественным образом встречаются в продуктах питания, и их влиянием на здоровье. Но не только успех в науке и технологиях пробуждают интерес к созданию новых продуктов функционального питания. Из-за увеличивающихся затрат на медицинскую помощь. Каждый человек становится все более заинтересованным в самостоятельном поддержании здоровья. В любом возрасте людям хочется быть работоспособным и в хорошей форме.

Современные продукты функционального питания должны не только как можно дольше храниться, но и быстро приготавливаться и усваиваться. Одновременно они должны либо служить сохранению здоровья, либо его восстановлению. Поэтому внимание к здоровым продуктам высоко.

В последние десятилетия ввиду роста числа хронических заболеваний и установления их причинной связи с несбалансированным питанием. К пищевым продуктам стали относиться и как к эффективному средству поддержания физического и психического здоровья и снижения риска возникновения многих заболеваний.

Хлеб – один из наиболее употребляемых населением продуктов питания. Большое внимание уделяется в этой связи обогащению хлеба различными полезными веществами, придающими ему лечебные и профилактические свойства. Введение в его рецептуру компонентов, придающих лечебные и профилактические свойства, позволит эффективно решить проблему профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с дефицитом тех или иных веществ [1].

Лечебный и профилактический эффект от употребления диетических хлебобулочных изделий обеспечивается либо введением в рецептуру необходимых дополнительных компонентов, либо исключением нежелательных, а также изменения технологии их приготовления.

Перспективным направлением развития ассортимента функциональных хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности диетического назначения является использование натуральных пищевых обогатителей. Для улучшения качества и повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий в качестве добавок используют разнообразное природное сырье, в том числе плодово-ягодное и овощное, продукты переработки крупяных культур, экстракты различных растений и т.д.

В последние годы увеличился интерес российских и зарубежных ученых к гречихе и продуктам ее переработки.

Гречиха богата питательными веществами. Белки ее имеют хорошо сбалансированный аминокислотный состав, лучший, чем у других культур. Белковые вещества гречихи ассоциируются с профилактическим питанием. Они могут предотвращать желчекаменную болезнь лучше, чем соевые белки; также они способны предотвращать рак толстой кишки снижая рост клеток, и предотвращать рак молочной железы, снижая уровень эстрогена в крови.

Большинство европейских стран считают гречиху одним из основных пищевых продуктов, используемых в первую очередь при приготовлении каши и супов. В других странах ее широко используют в смеси с пшеницей, рисом или кукурузой для приготовления хлеба, лапши или национальных видов еды. В Америке очень популярны зерновые и воздушные снеки. Каждый год разрабатывается множество новых продуктов. Функциональные свойства гречихи дают возможность создания новых видов воздушных снеков на основе гречишного жмыха или шрота [2].

Одной из областей применения гречихи является ее использование в хлебопекарной промышленности. Особенно широкое распространение может найти добавка гречневого сырья при выпечке хлеба.

На кафедре «Технология пищевых производств и парфюмерно-косметических продуктов» СамГТУ проводились исследования по разработке технологии выработки хлебобулочных изделий с использованием гречневого сырья, в частности гречневой

крупы. В работе использовали пшеничную муку I сорта, гречневую крупу, соль поваренную пищевую, дрожжи сухие «Рактауа».

Гречневую крупу измельчают для получения муки различных сортов и продела (так называемой «сечки»). Эндосперм, зародыш и оболочки имеют разный состав. Кроме того, соотношение их в разных видах гречевого сырья различно, что обуславливает разные свойства получаемых хлебобулочных изделий [3].

Целью нашего исследования является изучение возможности использования гречевого сырья (крупы, продела, муки) при выработке хлебобулочных изделий.

Прежде всего, изучалось влияние гречневой муки на качество готовых хлебобулочных изделий. Серией экспериментов были установлены оптимальные параметры выработки пшенично-гречишного хлеба: содержание гречневой муки 30 %, опарный способ тестоведения с использованием на стадии опары пшеничной закваски и осахаренной белым солодом заварки из гречневой муки, расстойка в течение 60 мин. при 33-35 °С, выпечка при 180 °С с подачей на первом этапе водяного пара [4, 5, 6].

Далее изучалось влияние гречневой крупы на качество пшеничного хлеба. Тесто готовили по двух фазной технологии с использованием пшеничной закваски. Отваренную крупу (гречневую кашу) вводили непосредственно в опару в количестве 30 % взамен части пшеничной муки первого сорта. Дозировка 30 %, на наш взгляд – оптимальна, т.к. позволяет судить о необходимости увеличения или уменьшения содержания гречневой крупы в тесте. Тестовые заготовки подвергали расстойке при температуре 30 °С, в течение 60 мин в формах, в которых затем проводилась выпечка формового хлеба при температуре 180 °С в течение 30 мин с подачей на первом этапе водяного пара.

Для изучения влияния гречевого продела на качество пшеничного хлеба его заваривали с водой температурой 75-85 °С в течение 15-20 мин. Далее заваренный продел в количестве 30 % вносили в опару, как и гречневую крупу. Замес теста и выпечку хлеба вели аналогичным способом.

Результаты анализа основных физико-химических и органолептических показателей качества выпеченных образцов приведены в таблице 1.

По физико-химическим показателям качество выпеченных образцов было примерно одинаковое. Однако пористость пшеничного хлеба с добавлением гречневой муки несколько выше, чем у хлеба с добавлением гречевого продела.

Основное отличие выпеченных образцов хлеба наблюдалось в органолептических показателях. Хлеб с добавлением гречневой муки имел однородный, мелкопористый мякиш и ровную, темноокрашенную корку. Хлеб с добавлением гречневой крупы имел бугристую корку, структура мякиша нарушалась отдельными частицами крупы. А хлеб с добавлением гречевого продела также имел бугристую корку, однако мелкие частицы продела были распределены в структуре мякиша более равномерно. Следует отметить, что все образцы хлеба имели приятный специфический вкус и аромат гречихи.

Таблица 1 – Основные физико-химические показатели качества хлеба

Показатели качества	Пшеничный хлеб с добавлением		
	гречневой муки	гречневой крупы	гречевого продела
Влажность, % (по ГОСТ 21094-75)	48,0	46,0	47,0
Кислотность, град (по ГОСТ 5670-96)	2,0	2,0	2,0
Пористость, % (по ГОСТ 5669-96)	65,0	-	60,0

Таким образом, из полученных данных можно сделать вывод о целесообразности использования гречневого сырья при выработке хлебобулочных изделий. Однако технология выработки хлеба с добавлением гречневой крупы и прудела требует значительной доработки.

Литература

1. <http://stgetman.narod.ru/pitanie-f.html>)
2. http://www.millernmiller.ru/cat_grechka.html
3. <http://www.sciencedirect.com>.
4. Темникова, О.Е., Шевченко, А.Ф. // Исследование отдельных стадий выработки пшенично-гречичного хлеба // IX Международная конференция молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии». Сборник тезисов докладов – Казань: изд-во «Отечество», 2008. – 442 с.
5. Темникова, О.Е. // Особенности выработки пшенично-гречичных хлебобулочных изделий // Пищевые продукты и здоровье человека: Тезисы докладов I Всероссийской конференции студентов и аспирантов. В 2-х частях. Часть 1. – Кемерово, 2008. – 164 с.
6. Хлеб формовой: пат. 2407290 Рос. Федерация: МПК А21D8/02 (2006.01) А21D13/00 (2006.01)/ Темникова О.Е., Зимичев А.В., Шевченко А.Ф.; заявитель и патентообладатель Самарск. гос. технич. ун-т. – 2009102205/13; заявл. 27.07.2010; опубл. [27.12.2010](http://www.patent.gov.ru).

ПРИМЕНЕНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СБИВНОГО ХЛЕБА ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

О.В. Прибыткова, Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева

Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж, Oli_ya@mail.ru

В настоящее время согласно современным тенденциям науки о питании ассортимент хлебобулочной продукции должен быть расширен выпуском изделий повышенного качества и функционального назначения.

Молочная сыворотка характеризуется высокой пищевой ценностью и функциональными свойствами, что создает предпосылки для использования ее в технологии продуктов функциональной направленности [1].

Высокая пищевая ценность сыворотки обусловлена ее химическим составом.

Основным компонентом молочной сыворотки является лактоза, которая составляет в сухом веществе 70 – 75 %. Она почти полностью усваивается организмом (99,7 %) и наряду с энергетическими функциями играет роль структурного углевода. Кроме того, медленно всасываясь, молочный сахар способствует поддержанию жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Молочный жир в сыворотке содержится в количестве 0,05 – 0,5 %. По сравнению с молоком он более диспергирован, что положительно влияет на его усвояемость.

В молочной сыворотке в среднем содержится 134 мг /100 г азотистых соединений. Из них 65 % являются белковыми, а 35 % - небелковыми. Содержание сывороточных белков составляет 0,74 %. Важнейшими из них являются β -лактоглобулин, α -лактоальбумин, альбумин сыворотки крови, иммуноглобулин и протеозопептоны. В них содержатся больше незаменимых аминокислот, чем в казеине. Таким образом, сывороточные белки считаются наиболее ценными белками молока. По своей биологической ценности они превосходят даже белок куриного яйца, так как для покрытия суточной потребности человека в незаменимых аминокислотах требуется 28,4 г общего белка коровьего молока, 17,4 г яичного и всего лишь 14,5 г сывороточного [2].

Наряду с высокой биологической ценностью сывороточные белки характеризуются рядом полезных технологических свойств [3].

Минеральный состав молочной сыворотки весьма разнообразен, и она является продуктом с естественным набором жизненно важных соединений. В нее почти полностью переходят водорастворимые и некоторая часть жирорастворимых витаминов. Из органических кислот обнаружены молочная, лимонная, нуклеиновая, летучие жирные кислоты – уксусная, пропионовая, муравьиная, масляная. В сыворотке содержатся ферменты: гидролазы, фосфорилазы, окислительно-восстановительные [4].

Целью исследования являлось изучение влияния сухой молочной сыворотки-подсырной на свойства сбивного полуфабриката и хлеба.

Тесто влажностью 58 % из смеси ржаной и пшеничной муки, поваренной соли, питьевой воды, молочной сыворотки готовили путем механического разрыхления под давлением в тестомесильной машине периодического действия, разработанной на кафедре «ТХМКП». Молочную сыворотку вносили в дозировках 1 – 7 % (интервал варьирования 2 %). Контролем было тесто из смеси ржаной и пшеничной муки без внесения молочной сыворотки. Определяли показатели качества сбивного полуфабриката: объемную массу, титруемую кислотность, активную кислотность и изделия: внешний вид, состояние мякиша, вкус, запах, удельный объем. Выявлено, что с внесением молочной сыворотки от 3 до 5 % происходило снижение объемной массы теста до $0,54 \text{ г/см}^3$ (Рисунок 1) Это обусловлено значительным содержанием лактозы в составе вносимого обогапителя. Данный компонент благотворно влияет на стабилизацию пенообразной массы, так как выступает в качестве адсорбента связывающего воду, увеличивающего вязкость жидкой фазы и тем самым повышает стойкость пены. Выявлено, что с внесением молочной сыворотки происходит увеличение удельного объема хлеба до $245 \text{ см}^3/100\text{г}$ (Рисунок 2).

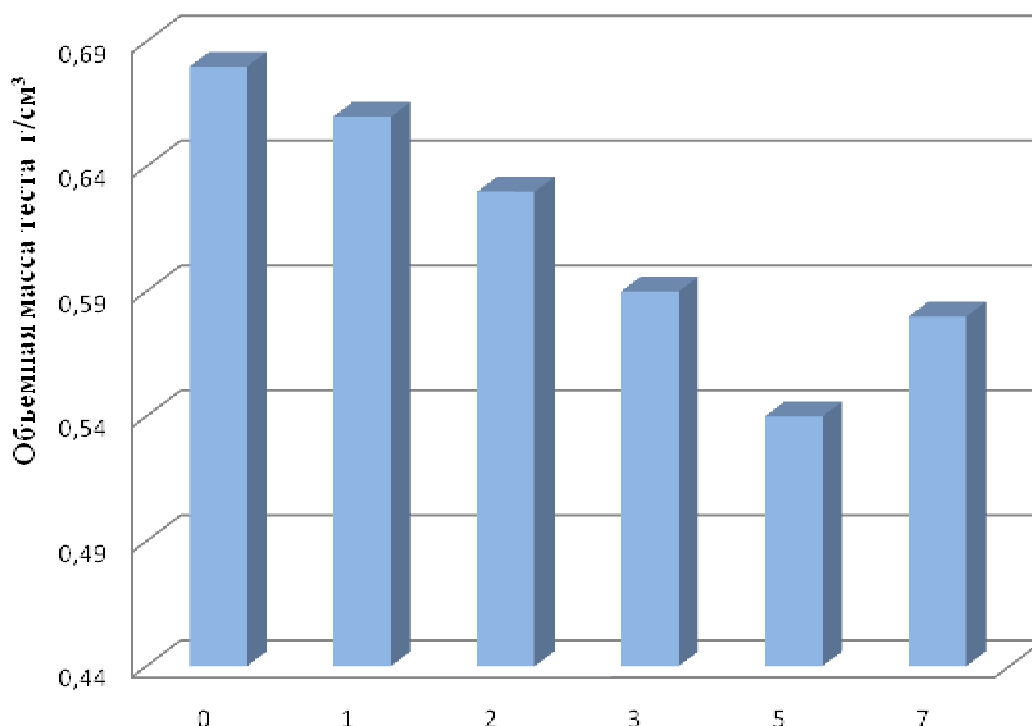


Рисунок 1 – Дозировка молочной сыворотки, %



Рисунок 2 – Дозировка молочной сыворотки, %

Внешний вид и состояние мякиша заметно улучшались: поверхность становилась гладкой, без трещин и подрывов, с выпуклой и слегка бугристой поверхностью и достаточно равномерной окрашенной коркой. Изделия с добавлением молочной сыворотки отличались равномерной, тонкостенной пористостью. Это можно объяснить увеличением вязкости полуфабрикатов, снижаем давления внутри пузырьков. При этом замедляется слияние мелких пузырьков в более крупные, что способствует получению изделия с мелкопористой структурой. Дальнейшее внесение до 7 % молочной сыворотки ухудшало показатели качества теста и хлеба, при этом выявлена оптимальная дозировка молочной сыворотки, при которой достигались наилучшие показатели качества 5 %.

Для оценки степени свежести сбивных изделий определяли структурно-механические показатели на пенетрометре АП-4/2: упругость, пластичность, эластичность. Установлено, что при хранении в опытных образцах значения деформации сжатия мякиша уменьшались.

Введение в рецептуру сухоймолочной сыворотки обеспечивало максимальное значение пластической и упругой деформации в процессе хранения. Это можно объяснить тем, что лактоза, входящая в состав молочной сыворотки, обладает способностью к пенообразованию, благодаря чему мякиш становится более пластичным и упругим.

Таким образом, использование молочной сыворотки в производстве сбивного хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки позволяет получить хлеб с наилучшими органолептическими и физико-химическими показателями качества. Применение молочной сыворотки позволяет рекомендовать сбивные хлебобулочные изделия из смеси ржаной и пшеничной муки, как для массового потребления, так и в целях профилактики ряда заболеваний, так как лактоза положительно влияет на организм человека: помогает усвоению кальция, магния и фосфора пищи, улучшает состав микрофлоры кишечника, благодаря образованию молочной кислоты при сбраживании лактозы, подавляющей развитие гнилостных бактерий, препятствует декальцинированию костей, вследствие чего предупреждается развитие рахита у детей.

Это позволяет расширить ассортимент сбивных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки. В результате эксперимента была установлена рациональная дозировка молочной сыворотки 5 %, которая обеспечивает минимальную объемную массу и наибольший объем хлеба.

Кроме того присутствие молочной сыворотки позволяет: замедлить процесс черствения, улучшить вкус и аромат, продлить свежесть изделия по сравнению с контролем. В результате разработан проект технической документации (ТУ, ТИ, РЦ) на хлеб «Сбивной Молочный».

Литература

1. Остроумов, Л.А. Функциональные продукты на основе молока и его производных [Текст] / Л.А. Остроумов, А.М. Попов, А.М. Постолова, И.К. Куприна // Молочная промышленность. – № 9. – 2003.
2. Храмцов, А.Г. Безотходная технология в молочной промышленности [Текст] / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: Агропромиздат, 1989. – 279 с.
3. Кравченко, Э.Ф. Состав и некоторые функциональные свойства белков молока [Текст] / Э.Ф. Кравченко, Ю.Я. Свириденко, Н.В. Плисов // Молочная промышленность. – № 11. – 2005.
4. Сенкевич, Т. Молочная сыворотка: Переработка и использование в агропромышленном комплексе [Текст] / Т. Сенкевич, К. Ридель. Под ред. Н.Н. Липатова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 270 с.

ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН НА АДГЕЗИВНЫЕ И АНТИМУТАГЕННЫЕ СВОЙСТВА БИФИДОБАКТЕРИЙ

И.С. Хамагаева, И.В. Гамзякова, Н.А. Замбалова, Тиансонг Сан
*Восточно-Сибирский государственный технологический университет,
г. Улан-Удэ, tmmp@esstu.ru*

Одним из актуальных направлений современной микробиологии является изучение адгезивного процесса различных микроорганизмов. Адгезия – это межклеточное взаимодействие, выражающееся в прочном прикреплении клеток к субстрату. Традиционно под адгезией понимают характерные и универсальные свойства микроорганизмов, выражающиеся в образовании пленок, микроколоний, сохраняющихся в течение всей жизни клеток. Адгезивная активность позволяет клетке не только увеличить свою популяцию, но и противостоять воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, проявлять антагонизм по отношению к другим бактериям, а также в полной мере проявлять свои вирулентные факторы патогенности в непосредственной близости от клеточной мембраны. Обладая высоким сродством к рецепторам эритроцитов и адгезируя с ними, представители нормальной кишечной микрофлоры тем самым уменьшают потенциал патогенного воздействия на стенку кишечника со стороны болезнетворных микроорганизмов. Следует отметить, что от адгезивных свойств во многом зависят состав, стабильность и защитные свойства микроорганизмов.

В связи с этим, на первом этапе исследований изучали влияние пищевых волокон на адгезивные свойства *Bifidobacterium longum* DK-100 и *Bifidobacterium bifidum* 83

Клетки выращивали на питательной среде с добавлением пищевых волокон в количестве 1,5 %. В качестве клеток макроорганизма были выбраны клетки формализованных эритроцитов.

Адгезивные свойства исследуемых штаммов оценивали по среднему показателю адгезии (СПА), коэффициенту участия эритроцитов (КУЭ); индексу адгезивности микроорганизма (ИАМ).

Под средним показателем адгезии понимается среднее количество микробов, прикрепившихся к 1 эритроциту при подсчете не менее 25 эритроцитов, учитывая не более 5 эритроцитов в одном поле зрения. Адгезивность считают нулевой при СПА от 0 до 1,0; низкой – при СПА от 1,01 до 2,0; средней – от 2,01 до 4,0; высокой – свыше 4,0.

Коэффициент участия эритроцитов в адгезивном процессе - процент эритроцитов, имеющих на своей поверхности адгезированные микробы. Индекс адгезивности микроорганизма (ИАМ) – среднее количество микробных клеток на одном участвующем в адгезивном процессе эритроците.

Согласно методике, микроорганизмы считаются низкоадгезивными – от 1,76 до 2,54; среднеадгезивными – от 2,51 до 4,0; высокоадгезивными – при ИАМ более 4,0.

Адгезивный процесс *Bifidobacterium longum* ДК–100 и *Bifidobacterium bifidum* 8₃ с эритроцитами, в присутствии пищевых волокон, представлен на рисунках 1-6.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Адгезивные свойства *B. longum* ДК-100 и *B. bifidum* 8₃

Штамм	СПА	КУЭ, %	ИАМ	Адгезивность
1	2	3	4	5
<i>B. longum</i> ДК-100				
1. Контрольный концентрат	4,2	84	4,76	Высокоадгезивный
2. Концентрат с 1,5 % кедрового жмыха	4,4	86	5,11	
3. Концентрат с 1,5 % ячменной муки	4,5	85	5,29	
4. Концентрат с 1,5 % овсяной муки	4,3	83	5,18	
<i>B. bifidum</i> 8₃				
1. Контрольный концентрат	3,6	82	4,02	Высокоадгезивный
2. Концентрат с 1,5 % кедрового жмыха	4,6	88	5,22	
3. Концентрат с 1,5 % ячменной муки	4,4	85	5,17	
4. Концентрат с 1,5 % овсяной муки	4,3	85	5,05	

Из данных таблицы 1 видно, что при внесении пищевых волокон повышаются адгезивные свойства бифидобактерий. Установлено, что бифидобактерии способны колонизировать поверхность пищевых волокон с образованием слизистых биопленок. Однако, говоря об адгезии, имеют в виду необратимую, долговременную, прочную адгезию, приводящую к образованию биопленок, микроколоний, длящуюся в течение всей жизни клетки. Такая адгезия влияет на многие жизненно важные показатели: метаболизм, скорость роста, устойчивость к неблагоприятным воздействиям.

Таким образом, исследуемые штаммы бифидобактерий в присутствии пищевых волокон обладают более высокими адгезивными свойствами. Это свидетельствует о том, что штаммы *B. bifidum* 8₃ и *B. longum* ДК-10, попадая в желудочно-кишечный тракт будут хорошо закрепляться на стенках кишечника, создавая защитный барьер.

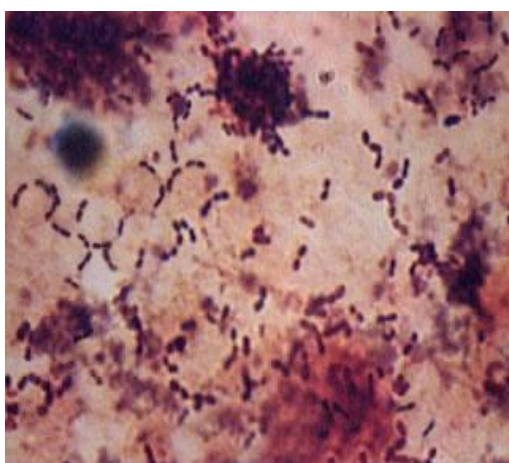


Рисунок 1 – Адгезия *B. bifidum* 8₃ с эритроцитами с добавлением 1,5 % кедрового жмыха

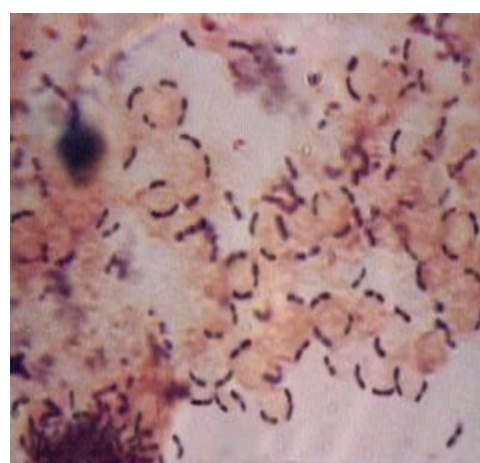


Рисунок 2 – Адгезия *B. longum* ДК– 100 с эритроцитами с добавлением 1,5 % кедрового жмыха

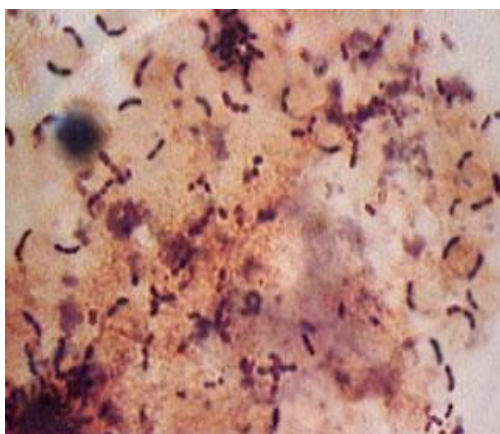


Рисунок 3 – Адгезия *B. bifidum* 8₃ с эритроцитами с добавлением 1,5 % ячменной муки

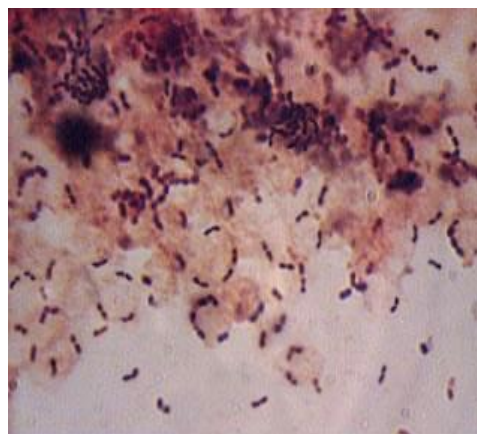


Рисунок 4 – Адгезия *B. longum* DK-100 с эритроцитами с добавлением 1,5 % ячменной муки

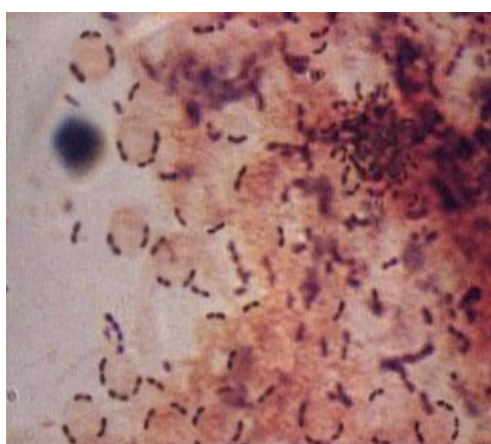


Рисунок 5 – Адгезия *B. bifidum* 8₃ с эритроцитами с добавлением 1,5 % овсяной муки

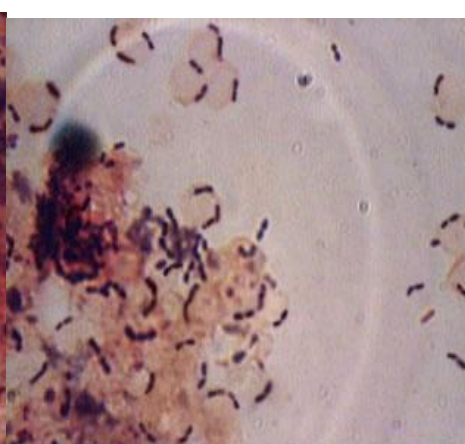


Рисунок 6 – Адгезия *B. longum* DK-100 с эритроцитами с добавлением 1,5 % овсяной муки

Бактерии в течение длительного времени эволюции подвергаются воздействию множества различных мутагенов. Существует предположение, что для сохранения стабильности своего генома, кроме системы репарации ДНК, они должны вырабатывать антимуtagenную защиту путем синерезиса веществ, инактивирующих мутагены до их проникновения в клетки, либо каким-то образом изменяющих реакцию организма на мутагены. Известно, что бифидобактерии обладают антимуtagenными свойствами, которые зависят от видовой и штаммовой принадлежности и от условий культивирования.

В дальнейших исследованиях нами изучено влияние пищевых волокон на антимуtagenные свойства бифидобактерий. Антимуtagenную активность определяли по тесту Эймса в присутствии мутагена – азида натрия.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исследование влияния пищевых волокон на антимуtagenную активность бифидобактерий

Штамм	Ингибирование, %
1	2
<i>Bifidobacterium bifidum</i> 8 ₃ :	
1. Контрольный концентрат	40
2. Концентрат с 1,5 % кедрового жмыха	56
3. Концентрат с 1,5 % ячменной муки	54,4
4. Концентрат с 1,5 % овсяной муки	51,3

Продолжение таблицы 2

1	2
Bifidobacterium longum DK-100:	
1. Контрольный концентрат	43
2. Концентрат с 1,5 % кедрового жмыха	54,6
3. Концентрат с 1,5 % ячменной муки	51,3
4. Концентрат с 1,5 % овсяной муки	54

Как следует из данных таблицы 2, добавление пищевых волокон повышает антимуtagenную активность бифидобактерий. Это вероятно, связано с тем, что пищевые волокна содержат β -глюкан, обладают высокой антиоксидантной активностью и способствуют повышению антимутагенеза.

В результате проведенных исследований установлено, что пищевые волокна злаковых культур и кедровый жмых повышают адгезивные и антимутагенные свойства бифидобактерий.

ПОВЫШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ИЗ ПЛОДОВ РЯБИНЫ И ШИПОВНИКА

В.В. Апаршева

Тамбовский государственный технический университет,

г. Тамбов, veraaparsheva@mail.ru

Развитие науки и техники привело к снижению доли физического труда и увеличению видов деятельности связанных с малоподвижным образом жизни, повысились эмоциональные нагрузки, поэтому проблема обеспечения человека биологически полноценными продуктами повседневного потребления приобретает первостепенное значение в настоящее время.

Одним из путей решения этой проблемы может быть использование в рецептурах хлебобулочных изделий натуральных растительных компонентов, способствующих повышению пищевой и биологической ценности, а также совершенствованию технологических процессов производства.

В качестве такой добавки может служить порошок получаемый измельчением сушеных плодов шиповника и рябины, в том числе семян. Высокое содержание биологически активных веществ, доступность и широкое распространение плодов шиповника и рябины делают их перспективным сырьем для использования в хлебопечении.

Целью данной работы являлось исследование влияния порошка из плодов шиповника и рябины на потребительскую ценность пшеничного хлеба.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- изучить органолептический и химический состав порошков из плодов шиповника и рябины;
- исследовать влияние добавки на качество готового продукта.

На первом этапе проводили оценку органолептического и химического состава порошков (таблица 1 и 2).

Таблица 1 – Органолептические показатели порошков из плодов шиповника и рябины

Показатель	Характеристика порошка из плодов	
	рябины	шиповника
Внешний вид	однородная сыпучая масса	
Запах	слабый фруктовый, характерный	
Цвет	темно-оранжевый	оранжевый

Таблица 2 – Химический состав порошков из плодов шиповника и рябины

Показатели	Порошок из плодов шиповника	Порошок из плодов рябины
Влага, %	14,34	10,72
Белки, %	3,5	2,4
Пищевые волокна: растворимые, %	13,05	36,63
нерастворимые, %	7	47,75
Моно- и дисахариды, %	21,5	12,7
Витамины: С, мг %	1168	66,0
В-каротин, мг %	6,6	16,4

Из таблицы 2 видно, что порошки содержат большое количество пищевых волокон которые, как известно, оказывают укрепляющее действие на клейковину пшеничной муки и позитивное физиологическое воздействие на организм человека. Важным химическим компонентом добавки являются пектиновые вещества, которые положительно влияют на водопоглонительную способность муки [1]. Установлено также, что порошки из плодов шиповника и рябины богаты витаминами и минеральными веществами.

Для изучения влияния добавки на качество пшеничного хлеба была выполнена серия пробных лабораторных выпечек.

Порошок из плодов шиповника и рябины, предварительно гомогенизированный с растительным маслом и водой, вносили на стадии замеса теста. Тесто готовили опарным способом. После брожения его делили на куски, укладывали в формы и направляли на расстойку, после чего выпекали.

У готовых изделий определяли кислотность, пористость, удельный объем, набухаемость и крошковатость мякиша, органолептические показатели.

На основании проведенных исследований установлено, что введение в рецептуру пшеничного хлеба плодового порошка повышает потребительскую ценность готовых изделий.

Внесение порошка благоприятно отразилось на вкусе и пористости пшеничного хлеба. Готовые изделия получались правильной формы, с яркоокрашенной коркой, развитой тонкостенной, однородной пористостью, с эластичным мякишем, который после снятия деформации легко принимал первоначальную форму. Диаграмма органолептической оценки образцов представлена на рисунке 1.

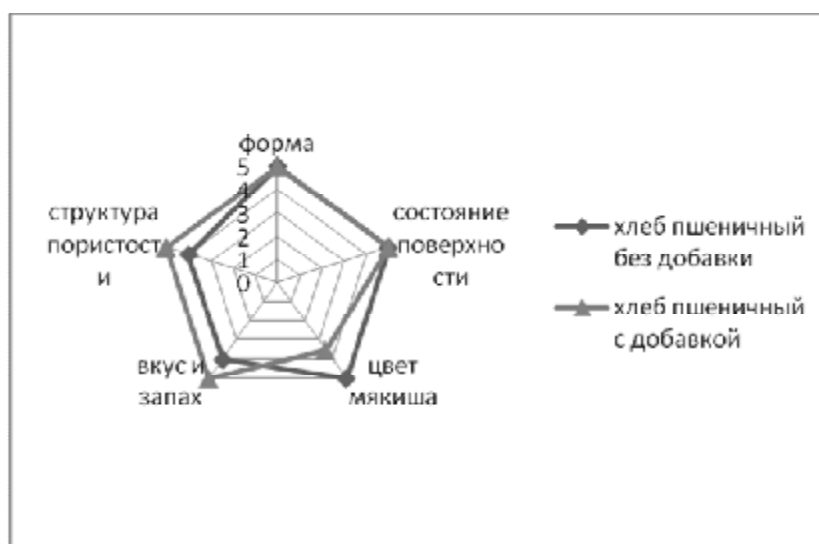


Рисунок 1 – Диаграмма органолептической оценки образцов

Результаты исследований кислотности, пористости, удельного объема образцов хлеба представлены в таблице 3. Установлено, что удельный объем хлеба при использовании порошка из плодов рябины и шиповника увеличивается по сравнению с контрольным образцом на 16,6-21,9 %; пористость мякиша – на 4,1-9,9 %, соответственно.

Таблица 3 – Физико-химические показатели хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Контроль	Дозировка порошка, % от массы муки		
		1	2	3
Кислотность, град	3,2	3,3	3,3	3,4
Пористость, %	73	76	79	80,2
Удельный объем, см ³ /100г	320	373	385	390

Порошок из плодов рябины и шиповника оказал также значительное влияние на замедление процесса черствения хлебобулочных изделий. Контроль этого процесса осуществляли посредством определения таких показателей как набухаемость и крошковатость мякиша. Было установлено, что хлеб с внесением добавки уже в начальный период хранения имеет значение набухаемости выше, чем в соответствующем контрольном образце на 6,9 %. Значение крошковатости пшеничного хлеба с порошком из плодов шиповника и рябины в количестве 3% через 72 часа после выпечки на 29 % меньше чем в контрольном образце.

По результатам проведенных исследований сформулированы следующие выводы:

- вносимый в количестве 1-3 % порошок из плодов шиповника и рябины способствует увеличению объема хлеба на 16,6-21,9 % и пористости мякиша на 4,1-9,9 %, благоприятно влияет на органолептические показатели готового продукта и его сохранемость.
- применение порошков из плодов рябины и шиповника позволяет расширить сырьевую базу и ассортимент хлебобулочных изделий, повысить их пищевую ценность, придавая им профилактическую направленность.

Литература

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства / под общей ред. Л.И. Пучковой – С.-Пб.: Профессия. – 2002. – 414 с.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ВИНОГРАДНОЙ ВЫЖИМКИ И ПОЛУЧЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ ПРОДУКТАМИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

А.В. Сидоренко, Д.В. Шаповалова, Н.Г. Володько

*Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар,
ekotechprom@mail.ru*

Важной задачей, стоящей перед хлебопекарной отраслью, является расширение ассортимента хлебобулочных изделий на основе комплексного применения традиционного и нового сырья в целях обеспечения рационального и полноценного питания населения. В связи с осложнившейся экологической обстановкой и изменением структуры питания немаловажное значение сейчас имеет поиск доступных сырьевых источников и разработка на их основе изделий функциональной направленности, доступных малоимущему населению.

В Кубанском государственном технологическом университете на кафедре процессов и аппаратов пищевых производств разработана технология получения порошка из кожицы виноградных выжимок, являющихся вторичным продуктом производства виноградного сока и винодельческой продукции. Вместе с тем имеющиеся литературные данные показывают, что виноградные выжимки представляют известную пищевую ценность. В них, наряду с сахарами, содержатся азотистые, дубильные, пектиновые, красящие вещества, жиры, клетчатка, органические кислоты (винная, яблочная, щавелевая, глюконовая, лимонная), а также их соли. Полифенольных соединений в них в 1,5 – 2 раза больше, чем в соке.

При переработке винограда отходы в виде выжимки составляют до 30 %, которые практически нигде не используются и являются быстропортящимся сырьем. Поэтому для сохранения питательных веществ выжимки рекомендуется ее подвергать сушке. При этом выжимка приобретает такие структурно-механические свойства, при которых возможна наиболее эффективное отделение кожицы и виноградных семян.

В качестве объекта исследования были выжимки из красного винограда сорта «Шираз» и белого сорта винограда сорта «Шардоне» урожая 2010 года, выращенного в Краснодарском крае и полученные соответственно на шнековом прессе для отбора сусла из виноградной мезги и мембранном прессе в ЗАО агрофирме «Мысхако».

Изучение особенностей конвективной сушки выжимок винограда красного и белого сорта проводили на стендовой циркуляционной сушилке, состоящей из сушильной камеры, электрического калорифера и вентилятора, соединенных между собой воздуховодами, в которых установлены заслонки для отвода отработанного и подвода свежего воздуха. Внутри сушильной камеры расположен сетчатый короб на подвижной раме, соединенной с одной из чашек циферблатных весов.

Фиксировали продолжительность убыли массы материала путем измерения её по секундомеру через каждые 2 грамма после начала процесса сушки. Время окончания эксперимента являлось прекращение убыли массы материала, т.е. при достижении состояния близкого к равновесному.

На рисунке 1 и 2 представлены графические зависимости в виде кривых сушки виноградной выжимки при различных скоростях сушильного агента. Как видно, продолжительность сушки для виноградной выжимки, полученной на шнековом прессе, по сравнению с продолжительностью сушки виноградной выжимки, полученной на мембранном прессе, заметно меньше. Очевидно, такие отличия по продолжительности сушки связаны с различиями структурно-механических свойств выжимки, зависящих от способа извлечения из них сусла. В шнековом прессе, безусловно, происходит в большей степени измельчение и перетирание перерабатываемой выжимки. Поэтому и уменьшается продолжительность конвективной сушки виноградной выжимки.

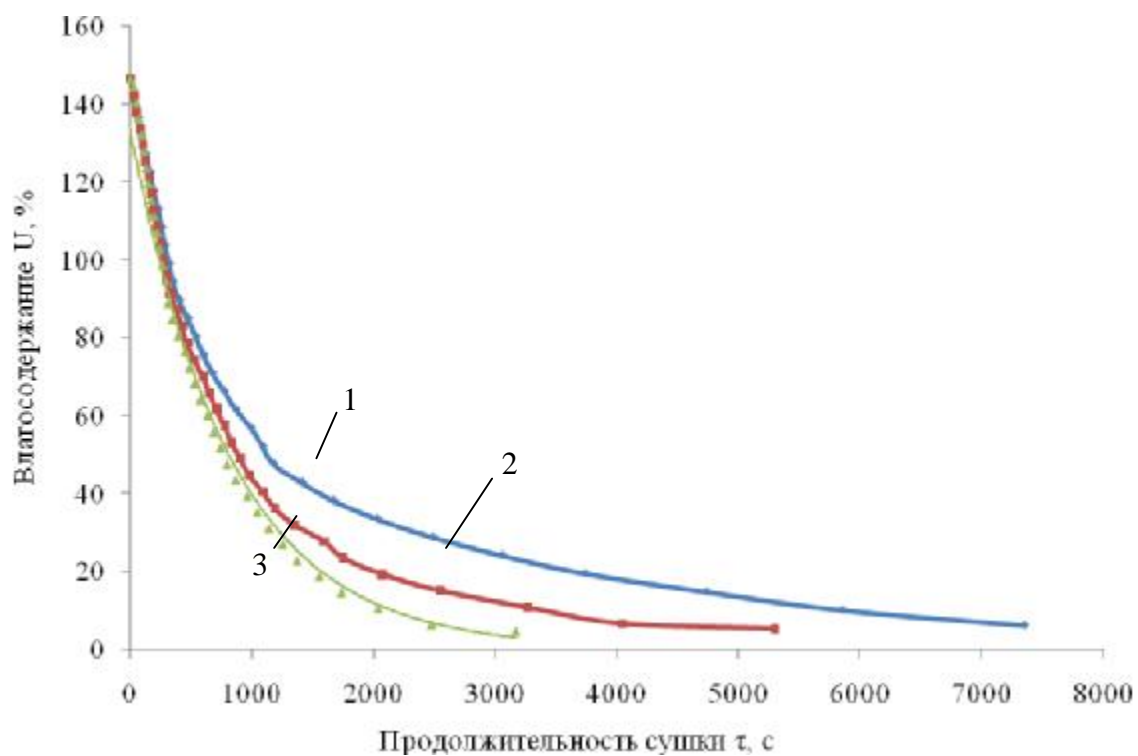


Рисунок 1 – Кривые конвективной сушки выжимки винограда сорта «Шираз» при различных скоростях сушильного агента (воздух с $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$): 1 – 6,0 м/с; 2 – 8,5 м/с; 3 – 11,0 м/с.

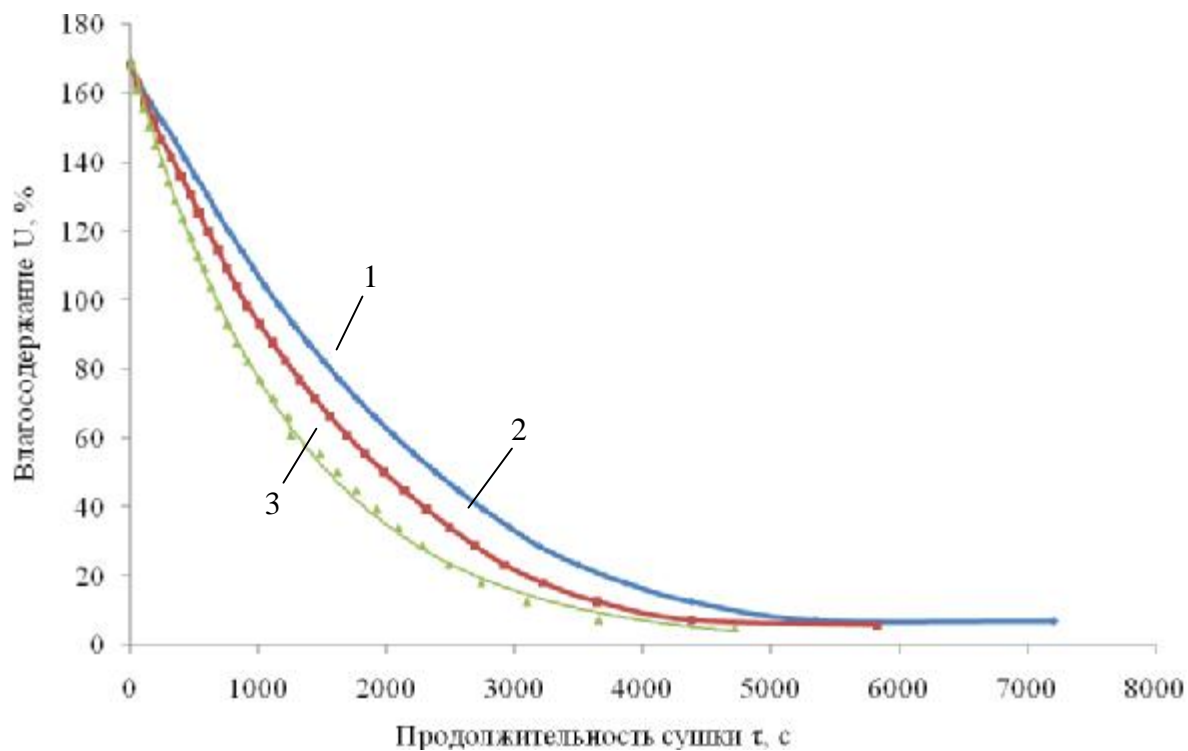


Рисунок 2 – Кривые конвективной сушки выжимки винограда сорта «Шардоне» при различных скоростях сушильного агента (воздух с $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$): 1 – 6,0 м/с; 2 – 8,5 м/с; 3 – 11,0 м/с.

Кроме этого, при переработке винограда в мембранном прессе в мягких режимах отжима в получаемой выжимке остается большее количество мякоти, чем в выжимке, производимой на шнековом прессе.

Методом графического дифференцирования кривых конвективной сушки виноградной выжимки определили скорость сушки. Характер изменения кривых сушки свидетельствует о наличии двух основных периодов – постоянной скорости и периода падающей скорости, что характерно для коллоидных капиллярно-пористых материалов. Для первого периода сушки, на основании экспериментальных данных для выжимки винограда сорта «Шираз» получены кинетические зависимости для расчета скорости сушки, коэффициента сушки и коэффициента внешней массоотдачи:

$$N_1 = 0,107 + 0,007 \cdot v \quad (1)$$

$$K_1 = (0,2494 + 0,0094 \cdot v) \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

$$b_1 = (0,0758 + 0,0092 \cdot v) \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

где N_1 – скорость сушки, кг/кг·с; K_1 – коэффициент сушки, %/(с·м²·Па); b_1 – коэффициент внешней массоотдачи, кг/(с·м²·Па); v – скорость воздуха (сушильного агента) 6,0-11,0 м/с при температуре 80 °С.

Для первого периода конвективной сушки выжимки из винограда сорта «Шардоне» получены соответствующие кинетические зависимости для расчета скорости сушки, коэффициента сушки и коэффициента внешней массоотдачи:

$$N_1 = 0,014 + 0,008 \cdot v \quad (4)$$

$$K_1 = (0,2 + 0,025 \cdot v) \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

$$b_1 = (0,078 + 0,009 \cdot v) \cdot 10^{-6} \quad (6)$$

Расхождение между рассчитанными значениями по уравнениям (1-6) и экспериментальными не превышают ±4 %. После сушки виноградную выжимку разделяли по разработанной технологии на кожицу винограда и виноградные семена, которые являются ценным сырьем для получения пищевого виноградного масла.

Исследование состава полученного порошка кожицы показало, что он содержит биологически активные соединения и может быть полезной добавкой, повышающей пищевую ценность хлебобулочных изделий. Применение порошка из кожицы виноградных выжимок способствовало усилению сахаро- и газообразующей способности теста и повышению качества клейковины, улучшались гидрофильные свойства, эластичность, несколько повышалась упругость клейковины. По физико-химическим показателям (объёму, пористости, кислотности) хлеб, содержащий порошок из кожицы виноградных выжимок превосходит хлеб без добавок. Однако при приготовлении хлеба из сортовой пшеничной муки порошок несколько затемняет мякиш. Поэтому в тесто из пшеничной муки его целесообразно добавлять не более 3 % к массе муки в тесте. Изучали влияние порошка из кожицы виноградных выжимок на свойства теста, ход технологического процесса и качество хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки. На основании исследований установлено, что внесение данной добавки в тесто в количестве от 1 до 7 % к массе муки приводит к интенсификации кислотонакопления, повышению подъёмной силы полуфабрикатов в 1,2 – 1,3 раза, улучшению пористости хлеба на 2 – 4 %, сжимаемости его мякиша на 12 – 23 %. Значительно улучшались показатели качества готовых изделий, определяемые органолептически: мякиш становился более эластичным, сухим на ощупь, запах – более выраженным, кисло-сладким, свойственным любительским заварным сортам хлеба.

Таким образом, показана целесообразность использования порошка из кожицы виноградных выжимок, содержащего ценные биологически активные вещества, при разработке новых улучшенных сортов хлеба.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОГО ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ДИСТИЦИМ ПРОСТАЦИД ЭКСТРА НА СТЕПЕНЬ СБРАЖИВАНИЯ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОГО СУСЛА

М.А. Начетова, Н.В. Баракова

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, Санкт-Петербург, nachetova@gmail.com

Одной из важнейших задач для спиртовой промышленности на сегодняшний день является необходимость совершенствовать технологию производства спирта в направлениях уменьшения энергопотребления и увеличения удельной объемной производительности оборудования и увеличения выхода спирта.

Одним из способов интенсификации спиртового производства является получение и сбраживание высококонцентрированного сусла. Однако, предварительные результаты сбраживания такого сусла показали, что при переходе на переработку высококонцентрированного сусла наблюдается значительное увеличение потерь с несброженными углеводами и увеличение времени сбраживания сусла.

Сокращение времени сбраживания сусла зависит от дозы внесения осаживающих ферментов, но не обеспечивает сбраживания сусла высокой концентрации до нормативных показателей, предусмотренных Типовым Регламентом производства спирта из крахмалсодержащего сырья [1].

Неполное сбраживание сахаров связано с изменением активности дрожжевых клеток в результате осмотического давления среды и увеличения концентрации этанола. Высокое содержание сахаров в сусле повышает осмотическое давление в дрожжевых клетках, нарушая тем самым их нормальное физиологическое состояние, а образующийся в результате сбраживания спирт подавляет активность дрожжей.

Скорость роста и бродильная активность дрожжей зависит прежде всего от качественного и количественного состава углеводов среды и наличия в сусле азотистого питания [2]. Спиртовые дрожжи предпочтительнее усваивают из среды азот в аммиачной форме. Из этой формы азота дрожжи образуют все необходимые аминокислоты, но при наличии определенного сочетания аминокислот в среде, они хорошо усваиваются спиртовыми дрожжами. Аминокислоты, содержащиеся в среде, в определенных сочетаниях друг с другом вызывают различные эффекты действия по отношению к дрожжевой популяции.

Некоторые аминокислоты стимулируют рост дрожжей, другие аминокислоты вызывают изменение химического состава дрожжевой клетки, повышают их бродильную активность. Обогащение бродящей среды различными аминокислотами возможно путем гидролиза белка протеолитическими ферментами, а также другими деструктивными факторами, например экструзией.

Целью данного исследования было изучение влияния протеолитического ферментного препарата на параметры сбраживания 22 %-ого сусла, полученного из экструзионной пшеницы.

Экструзия – процесс, совмещающий термо- и механическую обработку сырья с целью получения продуктов с новой структурой и свойствами. В процессе экструзии влажная температурная обработка и механическое воздействие вызывают структурное разворачивание белка с разрывами ионных, дисульфидных и водородных связей естественной третичной структуры, что приводит к увеличению количества пептидов и свободных аминокислот.

В качестве источника пептидазы использовали ферментный препарат Дистицим Простаид Экстра фирмы «Эрбсле», в котором продуцентом кислой грибной пептидазы является *Aspergillus niger*.

Для проведения эксперимента были приготовлены образцы замесов с разной дозой внесения протеолитического ферментного препарата из экструдированной пшеницы с гидромодулем 1:2,5, водно-тепловую обработку сырья проводили по механико-ферментативной схеме при температуре 60 °С в течение 2,5 ч. Выбор данной схемы обусловлен тем, что при ее использовании увеличиваются эффективность переработки сырья, выход спирта, сокращается расход тепловой энергии. Ферментный препарат протеолитического действия Дистицим Простаид Экстра вносили при температуре 58 °С и выдерживали при данной температуре 30 минут.

Влияние дозы внесения протеолитического ферментного препарата оценивали по количеству α -аминного азота в осахаренном сусле.

Показатели образцов осахаренного сусла приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели осахаренного сусла

№ образца	Доза внесения Ферментного препарата Дистицим Простаид Экстра, Ед.Пс/г крахмала	Массовая доля сухих веществ, %	Концентрация сбраживаемых углеводов $C_{ру}$, г/100 см ³	Концентрация α -аминного азота, мг/100мл
1	0	22,0	17,32	12,6
2	0,2	22,0	17,34	14,2
3	0,4	22,0	17,36	18,2
4	0,6	22,0	17,38	18,3

Из таблицы 1 видно, что при увеличении дозы внесения протеолитического ферментного препарата, содержание α -аминного азота в сусле увеличивается .

Влияние концентрации α -аминного азота в осахаренном сусле на процесс размножения дрожжей оценивали по концентрации живых и почкующихся клеток, бродильную активность дрожжей – по количеству выделяющегося в ходе брожения углекислого газа, сбраживания сусла оценивали по количеству несброженных углеводов и выходу спирта.

Сбраживание осахаренного сусла осуществляли дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* «Фермиол» производства «DSM Food Specialties Beverage Ingredients» с величиной засева 22 млн/мл сусла при 30 °С.

Параметры процесса сбраживания и показатели зрелой бражки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели спиртового брожения

№	CO ₂ , г/100г суслу			Концентрация дрожжевых клеток, млн/мл						Концентрация спирта, %об.	Ср.у., г/100мл	Выход спирта, мл/100 г крахмала
	18 ч	44 ч	72 ч	Общая			Почкующиеся					
				18 ч	44 ч	72 ч	18 ч	44 ч	72 ч			
1	2,56	5,61	7,12	98	142	103	10	15	0	13,0	1,43	78,1
2	3,72	8,09	9,87	143	184	115	14	18	1	14,0	0,32	80,3
3	3,94	8,17	10,20	164	203	136	18	16	2	14,5	0,38	84,7
4	4,70	8,21	10,29	167	208	142	20	19	1	14,5	0,35	84,5

Экспериментально полученные данные, представленные в таблице 2, подтверждают, что внесение протеолитического ферментного препарата значительно интенсифицирует процессы дрожжегенерации и брожения: с увеличением дозировки протеолитического ферментного препарата увеличивается скорость выделения CO₂, накопления биомассы дрожжей, повышается выход спирта.

Как видно из данных, представленных в таблице 2, в образце № 4 с максимальным начальным содержанием α-аминного азота в сусле, за 72 ч брожения количество выделившегося углекислого газа составило на 44,5 % больше по сравнению с контрольным образцом.

С увеличением дозы внесения протеолитического ферментного препарата увеличивалась интенсивность накопления биомассы дрожжей на первой стадии сбраживания: за первые 18 ч брожения в образцах, в которые вносили Дистицим Простаид Экстра, прирост биомассы был на 59-90 % выше по сравнению с контрольным образцом.

Максимальный рост дрожжей и выход спирта обеспечивается при дозировке протеолитического фермента 0,4 ед. ПС/ г крахмала, дальнейшее повышение дозы внесения протеолитического фермента не привело к увеличению выхода спирта.

Одним из основных показателей зрелой бражки является количество несброженных углеводов. Согласно Типовому регламенту производства спирта из крахмалсодержащего сырья их содержание не должно превышать 0,5 г/100мл. В ходе исследования было установлено, что внесение протеолитического ферментного препарата позволяет получать зрелую бражку с требуемыми технологическими показателями.

Таким образом, для обеспечения полного сбраживания высококонцентрированного суслу из экструдированной пшеницы, эффективно вводить протеолитические ферментные препараты.

Литература

1. Типовой регламент производства спирта из крахмалсодержащего сырья. – М.: Стройиздат, 1985.

2. Римарева, Л.В., Оверченко, М.Б. Использование протеолитического ферментного препарата из *Aspergillus oryzae* в спиртовом брожении // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2005. – № 4. С. 12-14.

ХЛЕБ ИЗ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

В.Ю. Кавешников, Е.И. Пономарева, Д.Ю. Попова
*Воронежская государственная технологическая академия,
г. Воронеж, e-mail: larisa871119@mail.ru*

Пищевая промышленность за последнее десятилетие достигла значительных успехов в области диетического питания. Хлеб функционального назначения в диете обязательно занимает ведущее место. На этом фоне владельцам хлебозаводов и пекарен следует рекомендовать перестройку ассортимента продукции, исходя из требований здорового и диетического питания [1].

Созданы новые продукты массового потребления для различных возрастных групп, в том числе и людей пожилого возраста, с направленным изменением химического состава, соответствующим потребностям организма человека. Продолжается разработка и выпуск новых диетических продуктов и изделий лечебно-профилактического назначения, дифференцированных для профилактики различных заболеваний и укрепления защитных функций организма, в том числе для населения экологически неблагоприятных зон.

Для перечисленного ассортимента хлебобулочных изделий используются различные обогатители: [2]

- для жителей с повышенным загрязнением окружающей среды радионуклидами рекомендованы изделия с кальцием, который является необходимым элементом в нормальном обмене веществ;

- отдельную группу составляют хлебобулочные изделия специального назначения с адсорбирующими добавками и пищевыми волокнами: пшеничными отрубями, микрокристаллической целлюлозой, порошком из морской водоросли ламинарии;

- в профилактическом питании лиц пожилого возраста, населения районов с йодной недостаточностью, при болезни щитовидной железы, сердечно-сосудистых заболеваниях заметный интерес представляют хлебобулочные изделия с повышенным содержанием йода;

- особую группу составляет диетическая продукция, которая в основном отличается направленно измененным составом, соответствующим потребностям больного организма – пониженным содержанием углеводов, белков, повышенным или пониженным содержанием пищевых волокон, бессолевые, с добавлением лецитина, соевых продуктов, с подсластителями, биологически активными добавками;

- в питании спортсменов, людей с инфекционными заболеваниями, пожилых людей для поддержания хорошей физической формы и сохранения активного образа жизни рекомендуется употреблять в пищу хлебобулочные изделия, обогащенные мукой из семян тыквы – «Тыквопротеин» или с тыквенными массами (в количестве 5 %) и пюре.

Разрабатываются новые виды хлебобулочных изделий, обогащенные теми видами микронутриентов, дефицит которых наиболее распространен (V_1 , V_2 , V_6 , V_{12} , PP, E, фолиевая кислота, Fe, Ca, I, Mg, K, Na). Продукты, обогащенные витаминами и витаминно-минеральными комплексами, повышают умственную и физическую работоспособность, мышечную силу и выносливость, устойчивость внимания, нормализуют процесс кроветворения, препятствуют развитию железодефицитной анемии, восстанавливают водно-солевой баланс и артериальное давление.

На сегодняшний день придание диетической функциональности хлебобулочным изделиям и разработка продуктов для детерминированных групп населения с целью профилактики различных заболеваний является главным направлением в пищевой промышленности.

При разработке хлебобулочных изделий для всех групп населения необходимо включать в рацион повышенное содержание сбалансированного по аминокислотному составу белка, минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон. С этой целью предлагается в рецептуре взамен пшеничной муки использовать муку из цельносмолотого зерна пшеницы, а также вторичные продукты пищевых производств – муку из подсолнечного жмыха и яичной скорлупы, молочную сыворотку.

Современный помол пшеницы и ржи основан на постепенном измельчении зерна и механическом разделении трех основных частей – эндосперма, зародыша и оболочек, которые резко различаются своими физическими свойствами и химическим составом. Как известно, при отделении от эндосперма оболочки, алейронового слоя и зародыша зерна удаляется большая часть витаминов и минеральных веществ, что снижает питательную ценность муки и хлеба в сравнении с зерном [3].

В муке из цельносмолотого зерна содержатся все его части, соответственно она характеризуется богатым набором витаминов, макро- и микроэлементов. Она содержит богатый набор витаминов и необходимых микроэлементов.

Жмых подсолнечный представляет собой остатки ядра семян подсолнечника в результате отжима из них масла. Он является ценным высокобелковым сырьем, которое можно использовать как источник протеинов. Подобные обогатители рекомендованы в производстве широкого спектра продуктов функционального назначения, в особенности тех, в состав которых должно входить увеличенное содержание железа (для людей с заболеваниями крови).

Яичная скорлупа – это побочный продукт переработки яиц. Она является идеальным источником кальция, который легко усваивается организмом в отличие от обычных препаратов кальция. Процент усвоения при использовании в питании составляет 75-80 %.

Вышеперечисленное сырье получали путем дезинтеграционно-волнового помола.

Целью исследований явилось определение оптимальных дозировок обогатителей при производстве хлеба из муки цельносмолотого зерна пшеницы.

Тесто готовили безопасным способом, замешивали на лабораторной тестомесильной машине АГ – 12 в течение 3 мин при скорости вращения $3,18 \text{ с}^{-1}$, влажностью 48 %. Порошок из подсолнечного жмыха вносили в дозировке 3-7 % (интервал варьирования – 2 %), порошок из скорлупы яичной – 1-3 % (интервал варьирования – 1 %) и подсолнечное масло – 2-8 % (интервал варьирования – 3 %). Свежезамешанное тесто помещали в термостат для брожения при температуре 30 °С. Из свежесброженного теста отвешивали куски массой 0,3 кг для выпечки формового хлеба. Разделку и формование производили вручную; окончательную расстойку – в термостате при температуре $40 \pm 1 \text{ °С}$ и относительной влажности воздуха 80 – 85 %. Изделия выпекали в лабораторной электропечи ВНИИХП – П – 6 – 56 при температуре 220 – 250 °С с увлажнением в течении 35 мин. получено 9 образцов с различными дозировками обогатителей.

После 120 мин брожения теста определяли его эффективную вязкость на приборе «Реотест – 2» при скорости сдвига $1,8 \text{ с}^{-1}$. Пробы хлеба, выпеченные в лабораторных условиях, анализировали через 4 ч после выпечки. Определяли удельный объем и пористость выпеченных изделий.

Установлено, что максимальным значением эффективной вязкости (2935 Па·с) характеризуется образец № 9, а наименьшим (1240 Па·с) – образец № 8. Наибольшими значениями удельного объема ($215 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) и пористости (38 %) обладал образец № 9.

Таблица 1 – Показатели качества готовых изделий в зависимости от соотношения дозировок обогатителей

Показатели	Значения показателей в образцах								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Эффективная вязкость теста, Па·с	2367	1366	2094	1502	2731	1411	2120	1240	2935
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	193	175	199	210	188	177	195	207	215
Пористость мякиша, %	32	34	33	36	30	36	34	35	38

В результате исследований была определена оптимальная дозировка обогатителей: яичная скорлупа – 2 %, подсолнечный жмых – 5 % и подсолнечное масло – 5 % (образец № 9).

Таким образом, видно, что одним из современных направлений обогащения хлебобулочных изделий является использование муки из цельнозернового зерна пшеницы и вторичных сырьевых ресурсов переработки растительного и животного сырья, в частности, муки из подсолнечного жмыха и яичной скорлупы. Их применение не только вносит вклад в программу производства и выпуска высококачественных продуктов питания, сбалансированных по своему химическому составу, но является еще одним шагом на пути к разработке и созданию ресурсосберегающих технологий.

Литература

1. Чубенко, Н.Т. Хлеб в профилактике заболеваний населения [Текст] / Н.Т. Чубенко // Хлебопечение России. – 2008. – № 5 – С. 4-5.
2. Косован, А.П. Ресурсосберегающие технологии в хлебопечении [Текст] / А.П. Косован, Н.Т. Чубенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 10. – С. 35-38.
3. Корячкина, С.Я. Совершенствование технологии и повышение пищевой ценности хлеба из целого зерна [Текст] / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова, Е.В. Гуляева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 1. – С. 42-45.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЯБЛОК РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ

Н.В. Макарова, А.В. Зюзина

Самарский государственный технический университет,

г. Самара, e-mail fpp@samgtu.ru

В 21 веке антиоксиданты приобретают большое значение, благодаря исследованиям по выявлению их позитивного влияния на организм человека, позволяющего решить такие проблемы как сердечно-сосудистые заболевания, атеросклероз, многие формы рака, сахарный диабет, заболевания нервной системы и т.д. Ранее были известны в основном синтетические антиоксиданты, такие как ВНА (бутилированный гидроксианизол) и ТВНҚ (*трет*-бутилгидроксихинон). В настоящее время синтетические антиоксиданты из-за их токсичности все больше стараются заменить на пищевые. Потому постоянно обновляется и возрастает число пищевых продуктов, исследуемых на наличие антиоксидантной активности [1].

Таблица 1 – Общее содержание фенольных соединений в яблоках

Сорт яблок	Содержание фенольных соединений в мг галловой кислоты/100 г яблок
1	2
Яблоки сорта Cashew [3]	118
Яблоки сорта Limoncella [4] мякоть кожура	320 780
Яблоки [5] из супермаркета Нью-Йорк	272.1
Яблоки сорта Rome Beauty [6] мякоть мякоть и кожура кожура	93.0 159.0 500.2
Яблоки сорта Syzygium aqueum [7]	35
Яблоки сорта Pink Lady [8] кожица мякоть сердцевина	1144 467 836
Яблоки сорта Gala [9]	132
Яблоки сорта Golden Delicious [10]	278
Яблоки сорта Idared [10]	399
Яблоки сорта Braeburn [11]	535.0
Яблоки сорта Royal Gala [11]	420.5
Яблоки сорта Мальт мякоть и кожура сок	400 288
Яблоки сорта Конфетное мякоть и кожура сок	304 176
Яблоки сорта Монтет мякоть и кожура сок	256 213
Яблоки сорта Спартак мякоть и кожура сок	704 381
Яблоки сорта Куйбышевское мякоть и кожура сок	576 456
Яблоки сорта Жигулевка мякоть и кожура сок	736 550

Целью наших исследований было изучение химического состава и антиоксидантной активности яблок различных сортов, выращиваемых на территории Самарской области. Для исследований нами выбраны 3 сорта летних яблок («Мальт», «Монтет», «Конфетное») и 3 сорта осенних яблок («Куйбышевское», «Спартак», «Жигулевка»). Мы исходили из предположения, что разные сорта яблок будут иметь различную антиоксидантную активность и было бы интересно проследить разницу в поведении яблок летних и осенних сортов. В качестве объектов исследования нами выбраны как сок, так и мезга яблок, т.е. мякоть + кожица. Кроме того в качестве сравнения для наших экспериментальных данных использованы зарубежные литературные данные по химическому составу и антиоксидантной активности различных импортных сортов яблок.

Таблица 2 – Содержание флавоноидов в яблоках

Сорт яблок	Содержание флавоноидов в мг катехина/100 г яблок
Яблоки сорта Limoncella [4] мякоть	16
кожура	43
Яблоки сорта Rome Beauty [6] мякоть	46.8
мякоть и кожура	77.1
кожура	306.1
Яблоки сорта Corland [6] мякоть	45.0
мякоть и кожура	50.0
кожура	202.2
Яблоки сорта Golden Delicious [6] мякоть	42.5
мякоть и кожура	61.0
кожура	167.4
Яблоки сорта Монтет мякоть и кожура	127
сок	80
Яблоки сорта Мальт мякоть и кожура	51
сок	48
Яблоки сорта Конфетное мякоть и кожура	81
сок	62
Яблоки сорта Спартак мякоть и кожура	200
сок	173
Яблоки сорта Куйбышевское мякоть и кожура	230
сок	157
Яблоки сорта Жигулевка мякоть и кожура	151
сок	148

Плоды яблок являются резервуаром чистой, почти стерильной воды. Эта вода активизирует желудочную и кишечную деятельность, возбуждает выделительную систему, очищая организм и ускоряя обмен веществ. В свободной воде яблок растворены сахара, пектиновые, красящие и другие экстрактивные вещества. Эти соединения положительно влияют на организм человека. Например, кверцетин, снижает риск заболеваний раком, т.к. подавляет действие ферментов, участвующих в образовании опухолей. Яблочный сок является основным компонентом при получении большого числа напитков [2], используется как компонент в производстве кондитерских, хлебобулочных изделий, салатов, молочных напитков: йогуртов, творожков и т.д. Но в свежем виде яблоки также имеют очень широкий рынок потребителей. Поэтому исследования антиоксидантной активности широко используемой пищевой системы – яблок являются актуальными и необходимыми.

Для всех объектов были определены такие показатели химического состава как общее содержание фенолов и флавоноидов. Результаты были рассчитаны в мг галловой кислоты по калибровочной кривой и представлены в таблице 1. Флавоноиды в экстрактах соков были определены спектрофотометрическим методом при длине волны 510 нм с использованием в качестве реактивов нитрита натрия и хлорида алюминия и пересчитаны на мг катехина по калибровочной кривой и результаты представлены в таблице 2.

По мнению большинства исследователей именно уровень содержания фенолов и флавоноидов определяет величину антиоксидантной силы [12]. Из данных таблиц 1 и 2 наглядно видно, что по химическому составу яблоки, выращенные в Поволжском регионе, превосходят импортные сорта. Яблоки летних сортов по этим двум показателям превосходят яблоки летних сортов. Компоненты яблок располагаются по химическим показателям в порядке возрастания сок < мякоть < мякоть + кожура < сердцевина < кожура.

Таблица 3 – Определение антирадикальной активности по методу DPPH

Сорт яблок	E_{C50} , мг/мл
Яблоки сорта Limoncella [4] мякоть	920
кожура	350
Яблоки сорта Syzygium aqueeum [7]	12.0
Яблоки сорта Мальт сок	85
Яблоки сорта Монтет сок	105
Яблоки сорта Конфетное мякоть и кожура	75
сок	410
Яблоки сорта Куйбышевское сок	185
Яблоки сорта Жигулевка сок	200
Яблоки сорта Спартак мякоть и кожура	68
сок	150

Для определения антиоксидантной активности яблок были выбраны химические методики: восстанавливающей силы, хелирующей активности, улавливания свободных радикалов DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила). Одним из основных показателей, характеризующих антирадикальную активность, по методу DPPH является E_{C50} – концентрация экстракта антиоксиданта, при которой наблюдается 50 %-ное ингибирование радикалов DPPH. Результаты определения E_{C50} сведены в таблицу 3. Чем меньше значение E_{C50} , тем выше способность пищевой системы улавливать свободные радикалы DPPH.

Таблица 4 – Результаты определения восстанавливающей силы для яблок различных сортов

Сорт яблок	Восстанавливающая сила при концентрации экстракта яблок 10 мг/мл
Яблоки сорта Syzygium aqueeum [7]	0.05
Яблоки сорта Монтет сок	0.22
Яблоки сорта Мальт сок	0.67
Яблоки сорта Конфетное мякоть и кожура	0.50
сок	0.38
Яблоки сорта Жигулевка сок	0.34
Яблоки сорта Куйбышевское сок	1.62
Яблоки сорта Спартак мякоть и кожура	0.59
сок	0.28

Восстановление железа (III) часто используется как индикатор электроно-донорной активности, которая играет важную роль в механизме действия фенольных антиоксидантов. Восстанавливающая сила определяется по присутствию редуцтантов (антиоксидантов) в исследуемых образцах пищевых систем в результате восстановления комплекса Fe^{3+} /ферроцианид в форму железа Fe^{2+} . Железо Fe^{2+} определяется спектрофотометрически по голубой окраске при 700 нм. В результате экспериментальных исследований были построены кривые зависимости восстанавливающей силы образца от концентрации, а результаты сведены в таблицу 4.

Таблица 5 – Данные по хелирующей активности яблок

Сорт яблок	Хелирующая активность, % при концентрации экстракта яблок 100 мг/мл
Яблоки сорта <i>Syzygium aqueeum</i> [7]	26
Яблоки сорта Мальт сок	22.3
Яблоки сорта Монтет сок	19.7
Яблоки сорта Конфетное мякоть и кожура сок	42.5 28.7
Яблоки сорта Куйбышевское сок	24.4
Яблоки сорта Жигулевка сок	32.8
Яблоки сорта Спартак мякоть и кожура сок	36.7 28.6

Феррозин используется как индикатор присутствия хелаторов в испытуемых системах. Он образует комплекс со свободным ионом Fe^{2+} и не образует комплекса с Fe^{2+} , связанным антиоксидантами экстракта. В присутствии хелирующих агентов образование комплекса между железом и феррозином снижается, что отражается на цвете и составляет сущность метода FIC. Результаты определения хелирующей активности для яблок сведены в таблицу 5.

Анализируя данные таблиц 3, 4, 5 по показателям антиоксидантной активности можно констатировать, что отечественные сорта яблок, выращенные в Поволжском регионе, выше или не уступают импортным. Исходя из результатов по сокам и мякоти + кожура можно рекомендовать для увеличения антиоксидантного статуса организма полезнее употреблять не свежавыжатый, или тем более восстановленный из яблочного концентрата сок яблок, а съесть само яблоко. Если также учесть, что анализ импортных яблок был проведен зарубежными исследователями непосредственно или вскоре после сбора яблок, а в Россию эти яблоки продаются со сроком хранения в большинстве случаев более года, а за это время теряется в той или иной степени ароматические вещества и витамины, а, следовательно, антиоксидантная активность понижается, то преимущества свежесобранных отечественных сортов перед импортными очевидна. В увеличении спроса на отечественные яблоки должен также немаловажную роль сыграть экономический фактор: более низкая цена на местные яблоки. Таким образом, можно рекомендовать местные яблоки сортов «Мальт», «Монтет», «Конфетное», «Жигулевка», «Куйбышевское», «Спартак» в качестве профилактической антиоксидантной пищевой системы.

О правильности последнего утверждения свидетельствует тот факт, что существует ряд исследований антиоксидантного действия и химического состава некоторых плодов и ягод в сравнении. Так, например, яблоки сорта Gala [9] по содержанию полифенольных веществ превышают такие фрукты как нектарины, белый и розовый виноград. Анализ фруктов [5], купленных в супермаркете Нью-Йорка показал, что по содержанию полифенолов и антиоксидантной активности (с реактивом АВАР 2,2'-азобис(амидонопропаном) яблоки превосходят такие фрукты и ягоды как клубника, персик, абрикос, апельсин, уступая лишь клюкве. При исследовании [13] антиоксидантной активности яблок сортов Golden, Renette, Red Delicious, Granny Smith двумя методами: TBARS по реакции веществ, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой и TEAC с радикалом 2,2'-азинобис(3-этилбензотиазолин-6-сульфонатом) в сравнении с другими плодами и ягодами установлено, что яблоки обладают более высокой антиокислительной способностью, чем авокадо, киви, белый виноград, бананы, персики, абрикосы, гранаты, инжир, красная смородина. В другой статье [10] яблоки по уровню содержания фенольных веществ и антиоксидантной активности по методам TEAC, DPPH, FRAP, восстанавливающей силы и AAPH (с 4-аминоантипирином) являются более сильными антиокислительными агентами, чем апельсины, мандарины, красный грейпфрут, лимон. Изучение [11] общего содержания фенолов по методу Фолина-

Чеклау и антиоксидантной активности по методу FRAP в 9 сортах яблок (Braeburn, Bramley, Cripps Pink, Empire, Fuji, Golden Delicious, Granny Smith, Red Delicious, Royal Gala) показало их преимущество как антиоксидантов по сравнению с грушами и киви. В связи с этим, очевидны преимущества яблок по сравнению с другими плодами.

Литература

1. Balasundram N., Sundram K., Samman S. Phenolic compounds in plants and agricultural by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. // *Food Chemistry*. 2006. Vol. 99. N 1. P. 191-203.
2. Зюзина, А.В., Макарова, Н.В. Напитки на основе яблочного сока. // *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. 2009. N 4. С. 5-7.
3. Rufino M.S.M., Fernandes F.A.N., Alves R.E., de Broti E.S. Free radical-scavenging behavior of some north-east Brazilian fruits in a DPPH[•] system. // *Food Chemistry*. 2009. Vol. 114. N 2. P. 693-695.
4. D'Abrosca B., Pacifico S., Cefarelli G., Mastellone C., Fiorentino A. 'Limoncella' apple, an Italian apple cultivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. // *Food Chemistry*. 2007. Vol. 104. N 4. P. 1333-1337.
5. Sun J., Chu Y.-F., Wu X., Liu R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. Vol. 50. N 25. P. 7449-7454.
6. Wolfe K., Wu X., Liu R.H. Antioxidant activity of apple peels. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003. Vol. 51. N 3. P. 609-614.
7. Lim Y.Y., Lim T.T., Tee J.J. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. // *Food Chemistry*. 2007. Vol. 103. N 3. P. 1003-1008.
8. Wijngaard H.H., Rößle C., Brunton N. A survey of Irish fruit and vegetable waste and by-products as a source of polyphenolic antioxidants. // *Food Chemistry*. 2009. Vol. 116. N 1. P. 202-207.
9. Ceislik E., Gręda A., Adamus W. Contents of polyphenols in fruit and vegetables. // *Food Chemistry*. 2006. Vol. 94. N 1. P. 135-142.
10. Stratil P., Klejdus B., Kubáň V. Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. // *Talanta*. 2007. Vol. 71. N 4. P. 1741-1751.
11. Imeh U., Khokhar S. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivar variations. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. Vol. 50. N 18. P. 6301-6306.
12. Roginsky V., Lissi E.A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. // *Food Chemistry*. 2005. Vol. 92. N 2. P. 235-254.
13. García-Alonso M., De Pascual-Teresa S., Santos-Buelga C., Rivas-Gonzalo J.C. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. // *Food Chemistry*. 2004. Vol. 84. N 1. P. 13-18.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВИН, ПРОИЗВЕДЕННЫХ ИЗ СОРТОВ ВИНОГРАДА ТАЕЖНЫЙ, МУСКАТ ДОНСКОЙ И ДОРНФЕЛЬДЕР

М.А. Апарнева, А.А. Печенина, Е.Д. Рожнов, В.П. Севодин

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
политехнического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

Промышленное виноградарство на Алтае долгое время считалось неперспективным, но в настоящее время не возникает никаких сомнений в возможности и необходимости развития виноградарства в нашем регионе.

Поэтому актуальным является не только подбор сортов, позволяющих получать стабильно высокие урожаи качественного винограда, но и всестороннее изучение вин, полученных из данных сортов винограда.

В настоящее время качество вин на соответствие стандартам определяют всего лишь несколько нормируемых показателей, но как показывает практика этих показателей явно недостаточно для получения объективного заключения о качестве вин. Ввиду этого актуальность предлагаемой работы состоит в изучении виноградных вин приготовленных из сортов винограда Таежный, Мускат Донской и Дорнфельдер на соответствие требованиям стандарта, а также возможности использования для установления качества вин методов, не входящих в национальный стандарт.

Таким образом, цель исследования заключается в изучении физических, физико-химических и биохимических характеристик вин, произведенных из винограда, произрастающего на опытном участке кафедры Биотехнология Бийского технологического института в с. Сростки.

Исходя из цели исследования, нами были сформулированы следующие задачи:

- 1) получить столовые полусладкие вина из сухих виноградных виноматериалов;
- 2) оценить соответствие полученных полусладких вин основным показателям действующего ГОСТ;
- 3) оценить полученные виноградные вина по биохимическим показателям, не входящим в нормативно-техническую документацию.

На начальном этапе исследований оценивалось соответствие поступившего на переработку винограда требованиям, предъявляемым для получения качественных вин и виноматериалов (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели винограда

Сорт винограда	Нормируемый показатель		
	Массовая концентрация сахаров, г/100 мл	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л	Величина pH
Таежный	13,2	11,5	3,6
Мускат Донской	13,5	12,3	3,7
Дорнфельдер	9,5	16,7	3,0

Технология производства виноградных вин заключалась в применении стационарного способа брожения, при этом, учитывая высокое содержание титруемых кислот, необходимо было предусмотреть стадию кислотопонижения путем разбавления сусле водой, характерную для технологии плодово-ягодного виноделия. Исходя из опытных данных следует, что количество сахара, находящегося в сусле недостаточно для получения сухих столовых виноматериалов крепость от 10,5 % об. до 12 % об., следовательно, необходимо добавлять сахар-песок в расчетном количестве.

Поступивший на переработку виноград был подвергнут инспекции, затем раздроблен, но для более полного выделения экстрактивных и красящих веществ мезгу подвергали тепловой обработке с последующим подбраживанием в течение 8 дней. Полученное после отделения от мезги виноградное сусло, обогащенное компонентами кожицы, было доведено водой и сахаром до кондиций, обеспечивающих получение высококачественного сухого виноматериала. По окончании брожения виноматериалы были сняты с дрожжевых и гущевых осадков.

С целью придания виноматериалам товарного вида, были проведены мероприятия обеспечивающие стабильность готовых вин, а именно, совместное оклеивание желатином и бентонитом, фильтрование через фильтр-картон, пастеризация и сульфитация. Стабилизированные виноматериалы были отправлены на выдержку.

Из полученных сухих виноматериалов методом купажирования были получены красные полусладкие вина. В работе были использованы купажные материалы: инвертированный сахарный сироп и лимонная кислота. Купажирование было проведено с целью получения кондиционного столового полусладкого виноматериала соответствующего ГОСТ Р 52523-2006.

Испытание образцов на соответствие физико-химическим показателям стандарта подтвердило требуемое качество продукции (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели скорректированных по составу виноматериалов

Показатель	Сорт винограда			Требования ГОСТ Р 52523-2006
	«Таежный»	«Мускат Донской»	«Дорнфельдер»	
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	30,9/50,1	30,9/49,8	30,7/50,1	30–55
Титруемая кислотность, в пересчете на винную кислоту, г/дм ³	6,3	6,0	6,0	4,0–8,0
Объемная доля этилового спирта, % об.	11,0	11,0	10,7	9,0–12,0
Летучая кислотность, в пересчете на уксусную кислоту, г/дм ³	1,1	1,3	1,2	не более 1,5
Массовая концентрация приведенного экстракта, г/дм ³	21,0	26,2	19,1	не менее 18

Следует отметить достаточно ровные показатели по содержанию спирта, сахара, а также титруемых и летучих кислот, что в некоторой степени свидетельствует о сходных условиях приготовления вин.

Анализируя показатели приведенного экстракта, можно отметить заметные различия в полученных результатах, хотя все образцы соответствуют требованиям стандарта. Однако как выявила последующая дегустационная оценка четкой зависимости между содержанием экстракта и балловой оценки вин не наблюдается. Это говорит о том, что важно помимо содержания экстракта анализировать состав и концентрацию образующих его компонентов.

С этой целью определяли состав основных составляющих приведенного экстракта, а именно: минеральные вещества, полифенольные вещества и качественно-количественный состав оксикислот.

По нашим данным общее содержание минеральных веществ в приготовленных винах различается незначительно (таблица 3). Однако, важно отметить, что в вине, приготовленном из сорта винограда Таежный содержание железа значительно выше, чем в двух других образцах, что может явиться предпосылкой для проведения демецеллизации.

Содержание фенольных веществ в винах определяли по методу Фолин-Чокальтеу, суммарное содержание лейкоантоцианов, антоцианов и флавононов спектрофотометрически при длине волны ..., 530 и 495 соответственно. Результаты определений представлены в таблице 4.

Таблица 3 – Состав минеральных веществ вин

Показатель	Сорт винограда			Литературные данные
	«Таежный»	«Мускат Донской»	«Дорнфельдер»	
Общая зольность, г/дм ³	0,3	0,2	0,3	1,0–7,1 [*]
Щелочность золы, мг*экв/л	43	26	37	23–49 [*]
Массовая концентрация меди, мг/дм ³	0,012	0,017	0,003	не более 5,0 ^{**}
Массовая концентрация железа, мг/дм ³	3,4	1,4	1,16	не более 7,0 ^{**}

Таблица 4 – Фенольный состав вин

Показатель	Сорт винограда			Литературные данные
	«Таежный»	«Мускат Донской»	«Дорнфельдер»	
Содержание полифенолов, г/дм ³	790,10	700,60	660,50	1500–4000
Содержание лейкоантоцианов, мг/дм ³	478,80	412,40	468,00	10–3000
Содержание антоцианов, мг/дм ³	200,88	59,18	17,65	30–500
Содержание флавоно-3-олов, мкг/дм ³	64,51	51,20	51,80	–

Как показывают результаты исследований в приготовленных винах, в виду наличия в технологической схеме стадии разбавления водой, общее содержание полифенолов почти в два раза ниже литературных данных. Также отмечено низкое содержание антоцианов в вине, полученном из винограда сорта Дорнфельдер, что негативно сказывается на его окраске. В то же время, в вине, приготовленном из сорта винограда Таежный, наблюдается максимальная концентрация антоцианов, обуславливающая его насыщенные тона в окраске.

Количественный и качественный анализ органических оксикислот показал, что их содержание в исследуемых винах характерно для вин данной категории и происхождения (таблица 5).

Так пониженное содержание винной кислоты свидетельствует не только о регионе произрастания винограда, но и является следствием разбавления сула водой с целью понижения общей кислотности. При этом, учитывая высокое содержание яблочной кислоты, выявлены предпосылки для проведения исследований по изучению процесса яблочно-молочного брожения в виноградных винах из местного сырья.

(Слайд 10) Анализируя в совокупности полученные в результате работы данные характеризующие состав исследуемых вин можно сделать следующие выводы:

1) показана пригодность сортов винограда Таежный, Мускат Донской и Дорнфельдер для виноделия в условиях Алтайского края, при этом необходимо учитывая состав фенольных веществ проводить мероприятия, направленные на повышение содержания антоцианов в винах;

Таблица 5 – Состав оксикислот виноградных вин

Показатель	Сорт винограда			Литературные данные
	«Таежный»	«Мускат Донской»	«Дорнфельдер»	
Содержание винной кислоты, г/дм ³	0,825	1,280	1,102	от 1,5 до 5
Содержание яблочной кислоты, г/дм ³	3,090	3,380	3,698	до 5
Содержание лимонной кислоты, г/дм ³	1,900	0,980	0,824	от 0 до 0,8

2) выявлено полное соответствие полученных в работе вин требованиям ГОСТ Р 52523-2006;

3) впервые для сортов винограда Таежный, Мускат Донской и Дорнфельдер, выращенных в условиях Алтайского края изучен состав минеральных и фенольных веществ, а также уточнен качественно-количественный состав органических оксикислот.

4) результаты, приведенные в работе, позволяют в перспективе разработать дополнительные критерии для контроля качества вин, произведенных на территории Алтайского края.

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ТЫКВЫ И ТЫКВЕННОГО КОНЦЕНТРАТА

В.П. Бординова, Н.В. Макарова

*Самарский государственный технический университет,
г. Самара, white-kitten-63@mail.ru*

В небезызвестной сказке Шарля Перро добрая фея, собирая Золушку на бал, превратила тыкву в карету. И это не случайно, ведь тыква - самый крупный из всех существующих овощей на Земле. По содержанию целебных веществ тыква превосходит многие другие овощи. В ней имеются сахара, каротин, витамины С, В1, В2, В5, В6, Е, РР и такой редкий витамин Т, способствующий ускорению обменных процессов в организме, витамин К, необходимый для свертывания крови, жиры, белки, углеводы, целлюлоза, пектиновые вещества, минералы, в том числе калий, кальций, железо.

По содержанию железа оранжевая тыква заслуживает звания чемпиона среди всех существующих овощей, по этой причине ее хорошо употреблять тем, кто страдает анемией. Пектиновые вещества, обнаруженные в тыкве в большом количестве, способствуют выведению из организма токсических веществ и холестерина.

Прежде всего, тыква считается лучшим овощем для диетического питания. Блюда из тыквы рекомендуют включать в рацион для профилактики острых и хронических нефритов и пиелонефритов. Благодаря солям калия, тыква обладает мочегонным действием. Также этот овощ очень полезен людям, страдающим заболеваниями сердечно-

сосудистой системы и гипертонией. Благодаря наличию цинка, тыквенные семечки полезно есть горстями при проблемах, связанных с его недостатком, а именно при угрях, жирной перхоти, себорее. Но наряду со всеми этими положительными свойствами, у тыквы есть еще одно свойство – антиоксидантность. Это способность ингибировать действие свободных радикалов на важнейшие вещества клеток организма. Уровень антиоксидантности мы можем определить различными методами. Образцами для исследования послужил: тыква «Новинка» и тыквенный концентрат. В данной работе мы использовали следующие методы: методы, основанные на модельных системах с линолевой кислотой: система β -каротин-линолеат и система с линолевой кислотой [1], метод определения восстанавливающей силы [2]; метод определения антиоксидантной активности с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) [3].

Результаты исследований представлены на рисунках 1 – 4.

Антиоксидантная активность исследуемых образцов (рисунок 1) показывает, что тыквенный концентрат, полученный из свежей тыквы, почти в 1,8 раз больше антиоксидантной активности свежей тыквы. Но процент ингибирования данных образцов не достигает 50 %, в связи с чем можно сказать, что образцы не достаточно хорошо ингибируют окислительный распад клеток.

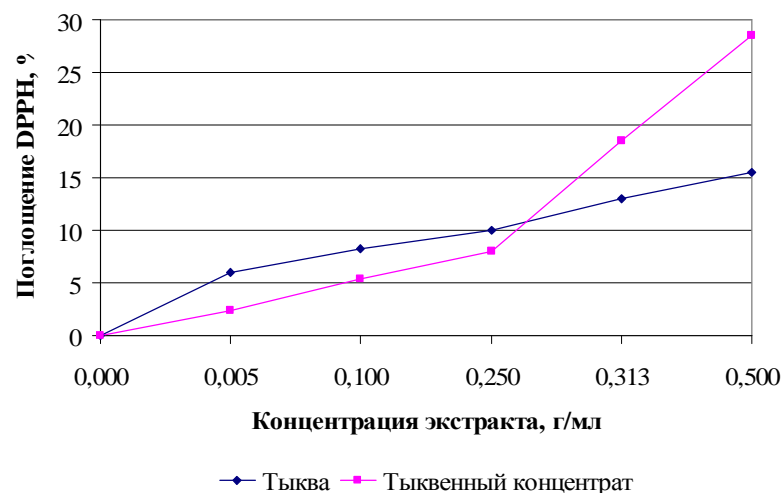


Рисунок 1

По уровню восстанавливающей силы образцы почти не отличаются друг от друга (рисунок 2), но, тем не менее, тыква имеет некоторое превосходство над тыквенным концентратом.

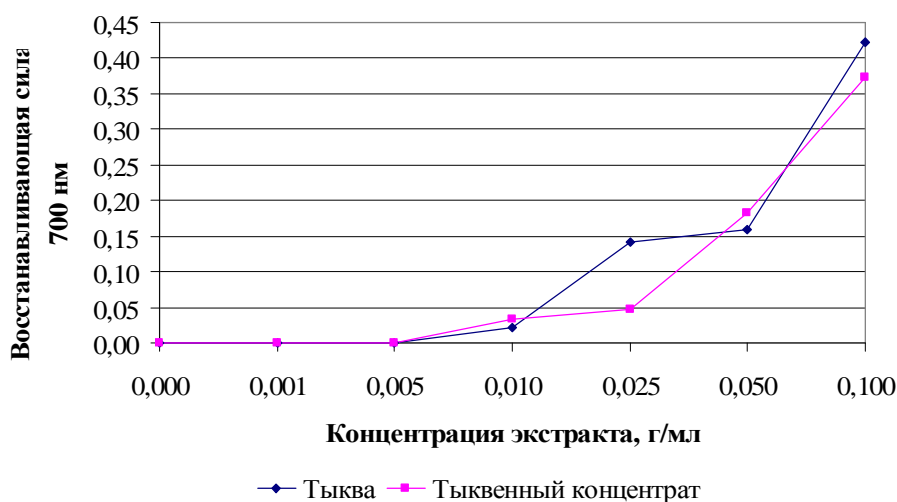


Рисунок 2

При исследованиях на модельных системах, данные показали, что наибольший процент ингибирования при использовании модельной системы β -каротин-линолеат (рисунок 3) показал, что тыквенный концентрат в 4 раза лучше ингибирует окисление, чем тыква.

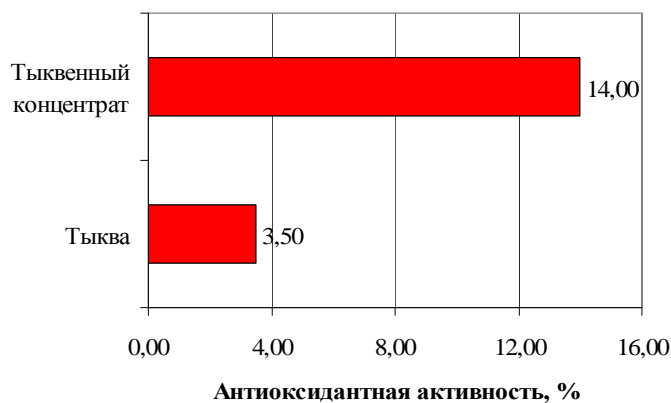


Рисунок 3

При изучении образцов по методу с модельной системой, использующей линолевую кислоту, видно, что по отношению к токоферолу исследуемый образец тыквенного концентрата и тыквы имеют очень низкие показатели, но у тыквенного концентрата процент ингибирования выше в 3,75 раза больше, чем у тыквы.

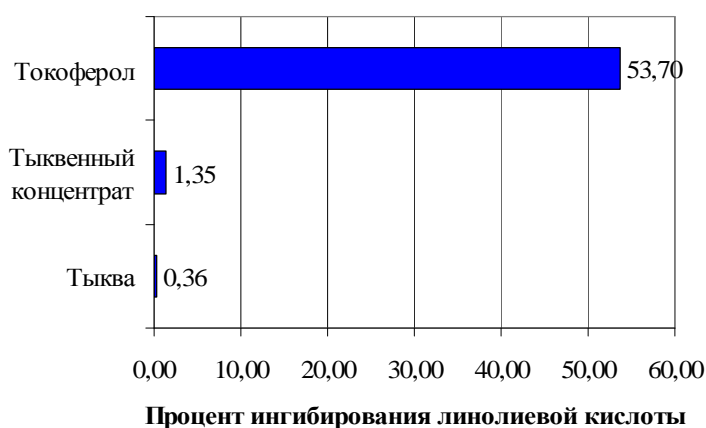


Рисунок 4

Из приведенных данных можно сказать, что тыква и тыквенный концентрат обладают антиоксидантными свойствами, причем тыквенный концентрат обладает более высокой антиоксидантной активностью, чем свежая тыква, о чем свидетельствуют графики. Поэтому тыквенный концентрат мы рекомендуем использовать в качестве основы для создания или улучшения рецептуры продукта, обладающего профилактическим действием.

Литература

1. Sun T., Ho Ch. Antioxidant activities of buckwheat extracts. – Food Chem. – 2005. Vol. 90 – № 4. – P. 743-749.
2. Zhang D., Hamazu Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. – Food Chem. – 2004. Vol. 88 – № 4. – P. 503-509.
3. Zielinski H., Michalska A., Ceglinska A., Lamparski G. Antioxidant properties and sensory quality of traditional rye bread as affected by the incorporation of flour with different extraction rates in the formulation. – Eur. Food Res. and Technol. – 2008. Vol. 226 – № 4. – P. 671-680.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ – ХЛЕБ «АЙВЕНГО» С ПОРОШКОМ КРАСНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ

Л.П. Пашенко, Т.А. Аушева, Д.В. Борисенко, О.Ю. Носкова
*Воронежская государственная технологическая академия,
г. Воронеж, plp_vgta@mail.ru*

Как известно, здоровье человека в значительной степени определяется его пищевым статусом, т.е. степенью обеспеченности организма необходимыми (в первую очередь эссенциальными) пищевыми веществами и энергией. Хорошее здоровье может быть достигнуто и сохранено только при условии полного удовлетворения физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах и должно соответствовать современным представлениям науки о питании.

Анализ состояния здоровья населения РФ убедительно свидетельствует о неуклонном росте числа лиц, страдающих или склонных к различным заболеваниям, прежде всего к тем, которые получили название «болезней цивилизации»: болезни сердца и сосудов, рак, мочекаменная и желчекаменная болезни, бронхиальная астма, гепатиты, ожирение, подагра, остеохондроз, остеопороз, сахарный диабет и др.

Одна из важнейших причин, вызвавших негативные тенденции в состоянии здоровья населения России, – это нарушение рациона питания, обусловленное недостаточным потреблением полноценных белков, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов (кальция, йода, железа, фтора, селена), эссенциальных ненасыщенных жирных кислот ω -3, ω -6, ω -9 и др.

Выявление все новых данных о взаимосвязи некоторых пищевых ингредиентов и здоровья человека, обобщение и анализ результатов различных исследований привели к появлению новых направлений в науке о питании. В частности, в рамках концепции оптимального питания формировалось новое направление – концепция функционального питания.

На сегодняшний день под термином «функциональные продукты» понимают такие продукты питания, которые предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения с целью снижения риска развития заболеваний, связанных с питанием, сохранения и улучшения здоровья за счет наличия в их составе физиологически функциональных ингредиентов.

Основным механизмом профилактического действия ФПП является их положительное влияние на такие процессы как повышение физиологической выносливости, иммунитета, улучшение функций пищеварения и регуляция аппетита.

Функциональные пищевые продукты не дают быстрого оздоровительного эффекта, как, например, лекарственные средства, но преимуществом их использования является то, что они оказывают пролонгированное действие на организм человека, тем самым приводя к усилению саморегуляционных возможностей организма и, как следствие, к нормализации и стабилизации биохимических и физиологических процессов.

Одним из источников функциональных ингредиентов, содержащих пищевые волокна, витамины, макро- и микроэлементы, органические кислоты признаны дикорастущие растения, в частности рябина обыкновенная (красноплодная).

Лекарственным сырьем служат плоды. Заготавливают зрелые плоды до наступления заморозков или после первых заморозков. Срезают гроздья, отделяют плоды от плодоножек, провяливают на воздухе, затем расстилают тонким слоем на подстилку, сушат в сушилках при температуре 0-80 °С или в хорошо проветриваемых помещениях. Высушенные плоды сморщенные, блестящие, красно-оранжевые, горьковато – кислые на вкус, слабого своеобразного запаха. Хранят в тканевых мешках в проветриваемом помещении. Срок хранения сушеных плодов до 2 лет.

Плоды содержат каротиноиды, аскорбиновую кислоту (160 мг), различные сахара: глюкозу (до 3,8 %), фруктозу (до 4,3 %), сахарозу (около 1 %), сорбозу, сахароспирт сорбит (до 25 %); кислоты: яблочную (до 2,8 %), винную, фолиевую, янтарную и лимонную, следы синильной кислоты. Из специфических действующих веществ в рябине содержатся: флавоноиды, тритерпеновые соединения, дубильные (до 0,3 %) и горькие вещества, антибактериальные вещества, микроэлементы (марганец, железо, алюминий), сорбиновая и парасорбиновая кислоты, эфирное масло, сухие вещества – 14,6-30 %, азотистые вещества – 1,0-1,5 %, клетчатка – 2,2-3,2 %, зола – 0,7-0,8 %, тритерпеновые кислоты – 1,6-1,9 %, . В плодах рябины обнаружены также витамины: Р (кверцетин, изокверцетин, рутин) – 2600 мг %, токоферол – 4,4 мг %, рибофлавин – 8 мг %, антоцианы (в том числе цианидин) – 795 мг %, фосфолипиды (кефалин, лецитин) – 70,4 мг %, пектиновые вещества – 2 %, аминокислоты, лейкоантоцианы – 90-240 мг/100 г, катехины – 80-410 мг/100 г, флавоноиды – 40-520 мг/100 г, фенолкарбоновые кислоты, тиамин – 0,05 мг/100 г, никотиновую кислоту – 0,5 мг/100 г, филлохинон – 0,4-1,0 мг/100 г. В ягодах содержится огромное количество витамина С и провитамина А (каротина). Каротин в рябине больше, чем в моркови. В листьях обнаружены фитонциды, аскорбиновая кислота, микроэлементы. В семенах найдены: жирное масло (пригодное для пищи) – до 22 %, гликозид амигдалин, в коре – дубильные вещества высшего качества. Важный компонент плодов рябины – пектин, способный к желеобразованию в присутствии сахаров и органических кислот. Пектины препятствуют избыточному брожению углеводов, вследствие чего подавляется газообразование в кишечнике. Желеобразующие свойства пектина способствуют связыванию эндогенных и экзогенных токсинов и выведению избытка углеводов.

Органические кислоты и горечи рябины повышают секрецию желудочного сока, что наряду с желчегонным эффектом способствует улучшению пищеварения. Сорбит понижает содержание жира в печени и холестерина в крови. Аналогично действуют порошок и паста из плодов рябины. Желчегонное действие рябины обусловлено не только сорбитом, но и другими веществами. Амигдалин, содержащийся в плодах рябины, повышает устойчивость к кислородному голоданию, обладает радиозащитным и рентгенозащитным свойством. Он защищает дыхательные ферменты от разрушения путем образования с ними временной связи. Кроме того, имеются данные об участии амигдалина в защите жиров от перекисления, на чем основано применение рябины при атеросклерозе. Масляные извлечения из плодов рябины, содержащие значительное количество каротина и каротиноидов, оказывают ранозаживляющее, язвозаживляющее и противовоспалительное действие.

На кафедре ТХМКП Воронежской государственной технологической академии разработано сдобное хлебобулочное изделие «Айвенго», с добавлением порошка из сушеной рябины, альбуминного молока и заменой основного жирового продукта хлебопекарной промышленности – маргарина костным жиром.

Альбуминное молоко содержит все незаменимые аминокислоты в оптимальном соотношении и повышает биологическую ценность хлеба, кроме того оно оказывает осветляющее действие на мякиш.

Замена маргарина вызвана содержанием в его составе трансизомеров жирных кислот, которые могут вызывать онкологические заболевания, а костный жир – это натуральный, не гидрогенизированный продукт, жирнокислотный состав которого представлен оптимальным, рекомендованным институтом питания РАМН соотношением ω -3/ ω -6 жирных кислот (1:3).

В результате проведенных исследований установлено, что внесение данных компонентов улучшает реологические свойства теста, аромат корки, пористость и удельный объем хлеба, повышает биологическую ценность хлеба.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели качества изделий

Показатели качества	Хлеб сдобный	Хлеб «Айвенго»
Органолептические показатели		
Внешний вид		
- форма	Правильная	
- поверхность	Гладкая, без крупных трещин и подрывов	
- Окраска корок	Равномерная, светло-коричневая	Достаточно равномерная, коричневая с незначительными включениями рябинового порошка
Состояние мякиша		
- эластичность	Эластичный	Более эластичный
- пористость	Равномерная, без следов непромеса	
Вкус	Свойственный данному виду изделия	Свойственный данному виду изделия, приятный с ярко выраженным рябиновым привкусом, с гармоничной кислинкой
Запах	Приятный, свойственный данному виду изделия	Приятный, ярко выраженный, с гармоничным естественным рябиновым ароматом
Физико-химические показатели		
Влажность, %	41,0	40,6
Кислотность, град	2,4	2,6
Пористость, %	72,2	76,0
Удельный объем, см ³ / 100 г	338,0	350,6

Как видно из таблицы 2 количество β-каротина (провитамин А, влияет на зрение и состояние кожных покровов и слизистых оболочек) увеличивается почти в два раза, в два раза увеличивается содержание аскорбиновой кислоты (предохраняет человека от появления цинги, значительно повышает выносливость организма ко всяким внешним воздействиям, способствует лучшей сопротивляемости инфекционным заболеваниям), количество фосфора (помогает правильному росту клеток, нормальной работе почек, участвует в процессе усвоения витаминов и преобразования пищи в жизненную энергию, оказывает значительное влияние на деятельность центральной нервной системы) увеличивается на 1,5 %, магния (оказывает влияние на работу сердца, на состояние костной системы) на 1,2 %, кальция (соли кальция главнейшие составные части костной системы) на 69,73 %. Достигается оптимальное соотношение Ca:Mg:P = 1:0,5:1,5.

Таблица 2 – Пищевая и биологическая ценность изделий

Показатель	Контроль		Хлеб «Айвенго»	
	Химический состав, г/100 г	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Химический состав, г/100 г	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	6,60	9,00	8,60	10,20
Углеводы, г:	49,60	11,40	48,20	15,10
Жиры, г	7,40	9,99	6,90	9,10
Витамины, мг %				
β-каротин	0,45	0,05	0,8	0,08
Аскорбиновая кислота	1,0	1,00	1,87	1,87
Витамин Е (токоферол)	3,5	35,00	4,8	48,00
Минеральные вещества, мг %				
Кальций (Ca)	26,10	3,26	44,30	5,54
Магний (Mg)	19,10	4,77	22,10	5,53
Фосфор (P)	65,30	5,44	66,45	5,54
Калий	110,0	5,50	136,6	6,83
Соотношение Са:Мг:Р	1:1,42:4		1:0,5:1,5	
КРАС, %	56,5		20,86	
Биологическая ценность, %	43,5		79,14	

Литература

1. Алексеенко, Е. Нетрадиционное природное сырьё для производства хлебобулочных изделий / Е. Алексеенко // Хлебопродукты – 2008. – № 9. – С. 50–51.
2. Пашенко, Л.П. Рябина – перспективный ингредиент в производстве продуктов питания [Текст] / Л.П. Пашенко, Я.П. Коломникова, С.В. Бирюкова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции. Вып. XII / Мар. Гос. ун-т. – Йошкар – Ола, 2010. – 400 с. – С. 347.
3. Файвишевский, М. Л. Костный жир и направление его использования / М.Л. Файвишевский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 5. – С. 74–77.

НОВЫЙ ВИД НАТУРАЛЬНОГО ЖИВОТНОГО ЖИРА ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Т.А. Аушева, Д.В. Борисенко, А.А. Горлова, Е.Н. Супонев, Е.С. Масляник,
Г.В. Колосова

Воронежская государственная технологическая академия,
г. Воронеж, plp_vgta@mail.ru

Костный пищевой жир – один из видов животных топленых жиров, обладающих специфическими органолептическими и физико-химическими показателями. Среди пищевых животных топленых жиров он занимает особое место и в отличие от говяжьего, свиного и бараньего вырабатывается из костей независимо от вида туши животного, из которого их получили. Как и другие животные топленые жиры жирнокислотный состав и качественные характеристики костного жира определяются типом использованного сырья. Общим характерным признаком пищевого жира, выработанного из различных видов кости, является высокое содержание в нем гексановой и октадекановой жирных кислот. Это обуславливает сравнительно невысокое содержание в костном пищевом жире твердых триглицеридов и его мажущую консистенцию.

Средние значения основных физико-химических характеристик данного жира: плотность – 0,917-0,938 г/см³; температура плавления – 39-46 °С; температура застывания – 34-38 °С; твердость – 186 г/см; доля твердых триглицеридов при температуре 20 °С – 15-30 %. Триглицеридный состав костного жира имеет следующие показатели, % от общего количества: тринасыщенные – 7,7, динасыщенные-мононенасыщенные – 14,8, мононасыщенные-диненасыщенные – 43,1, триненасыщенные – 34,4.

Высоким содержанием в нем триненасыщенных и мононасыщенных-диненасыщенных триглицеридов (их суммарное количество в 2,6 раза превышает количество аналогичных триглицеридов в говяжьем жире) обуславливает пониженную твердость и температуру плавления.

Благодаря высокому содержанию фосфатидов костный пищевой жир обладает хорошей эмульгирующей способностью, что предопределяет его применение для приготовления эмульсий при приготовлении хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот и лецитина, а также низкая температура плавления обеспечивают высокую диспергируемость костного жира.

Традиционно костный пищевой жир, как и другие виды животных топленых жиров, применяют для кулинарной обработки в домашних условиях, в системе общественного питания и также для производства различной пищевой продукции, в том числе и мучных кондитерских изделий.

Специфическим жирнокислотным составом и физико-химическими показателями обладает жир, выработанный из пястных и плюсневых костей (передних и задних цевок), а также из костей путового сустава крупного рогатого скота.

Костный жир из указанного сырья характеризуется следующими показателями:

Плотность при 15 °С, кг/м ³	917,0
Температура, °С	
плавления	16,0
застывания	9,0
Коэффициент преломления при 20 °С	1,468
Йодное число, % йода	68,0-71,9

Триглицеридный состав костного жира, вытопленного из цевочной кости и костей путового сустава, имеет приведенные ниже значения, %:

Полностью:	
насыщенные	2,1-3,2
ненасыщенные	41,9-54,6

Смешанные	42,1-55,9
Жирнокислотный состав костного жира из цевочной кости и костей путового сустава крупного рогатого скота может быть представлен следующими данными, %:	
Насыщенные жирные кислоты	26,4-28,4
В том числе:	
стеариновая	2-3
пальмитиновая	17-18
Ненасыщенные	71,6-73,6
В том числе:	
олеиновая	65,0-66,7
линолевая (ω_6)	6,6-6,9
линоленовая (ω_3)	0,02-0,03

Приведенные физико-химические характеристики, триглицеридный и жирнокислотный состав подтвердили специфические свойства костного жира, выработанного из цевочной кости и костей путового сустава крупного рогатого скота.

Исследования в направлении применения костного жира проводят сотрудники кафедры технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств Воронежской государственной технологической академии. Жир был получен в результате обезжиривания указанных видов кости на линии Я8-ФЛК в условиях ОАО «Комбинат мясной Калачеевский». Для определения влияния различных дозировок костного жира из цевочной кости и костей путового сустава проводили пробные лабораторные выпечки по рецептуре хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта (ГОСТ 26987-86), в которую добавляли цевочный жир. Тесто готовили безопасным способом, дозировку прессованных дрожжей увеличили в 2 раза.

Костный жир вводили в количестве 2, 5, 10 и 15 % к массе муки в тесте. Контролем служили пробы белого хлеба. В таблице 2 приведены показатели качества хлеба контрольного и опытных образцов.

Таблица 1 – Влияние дозировок костного жира на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба

Показатели	Дозировка костного жира, % к массе муки				
	Контроль (хлеб белый из пшенич- ной муки высшего сорта ГОСТ 26987-86)	2 (проба 1)	5 (проба 2)	10 (проба 3)	15 (проба 4)
Органолептические					
Внешний вид:	Правильная				
Форма	Правильная				
Поверхность	Гладкая, без трещин и подрывов				
Цвет корки	Золотистый				
Состояние мякиша:	Пропеченный				
Пропеченность	Пропеченный				
Промесс	Без комочков и следов непромеса				
Пористость	Равномерная, тонкостенная				
Цвет	Светло-желтый				
Вкус	Свойственный данному виду изделий, без посторонних привкусов				
Запах	Свойственный данному виду изделий, без постороннего	Свойственный данному виду изделий, слегка напоминающий сливочный			

Продолжение таблицы 1

Физико-химические					
Влажность мякиша, %	44,0	43,8	43,5	42,5	40,0
Кислотность мякиша, град	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Пористость мякиша, %	70	73	74	75	75
Удельный объем, см ³ /100г	288	331	331	350	353
Формоустойчивость, Н/D	0,61	0,53	0,51	0,47	0,42

Исследования показали, что с увеличением содержания жира улучшаются как органолептические, так и физико-химические показатели качества хлеба, следовательно, при любой дозировке достигается положительный результат, то есть возможна замена маргарина столового в рецептурах различных изделий – хлеба, булочных и сдобных.

Опытные образцы выпеченного хлеба отличались более ярко выраженной, равномерной, тонкостенной пористостью и большим удельным объемом по сравнению с контролем, а формоустойчивость несколько снижается. Биологическая ценность опытных проб хлеба была в среднем на 13 % выше контрольных. Полиненасыщенных жирных кислот в опытных образцах хлеба содержалось больше, чем в контрольных.

Исследованиями установлено, что переваримость белков опытных и контрольных проб идентична. Выполненная работа показала эффективность применения костного пищевого жира из цевочной кости и костей путового сустава для выработки изделий из пшеничной муки высшего сорта.

Организация производства данного вида жира и его использование позволят значительно повысить экономическую эффективность, обеспечат натуральность продукта и высокое его качество.

Литература

1. Файвишевский, М.Л. Костный жир и направления его использования [Текст] / М.Л. Файвишевский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 5. – С. 74–77.
2. Файвишевский, М.Л. Использование костного пищевого жира [Текст] / М.Л. Файвишевский, Л.П. Пащенко // Мясная индустрия. – 2011. – № 1. – С. 52–55.

НЕКОТОРЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЙОГУРТА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Е.А. Скиба, Л.Ю. Абрамова

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И.Ползунова,
г. Бийск, E-mail: eas08988@yandex.ru.*

Представленная работа выполнена совместно с Сибирским НИИ сыроделия СО Россельхозакадемии (г. Барнаул).

Козье молоко обладает ценными питательными свойствами для жизнедеятельности человека, особенно для детей и пожилых людей. В настоящее время объем теоретических и прикладных исследований недостаточен для объективной оценки влияния составных компонентов козьего молока на качество выпускаемой продукции [2]. Козье молоко несколько отличается по химическому составу и технологическим свойствам от коровьего, что должно учитываться при разработке продуктов на его основе.

В работе использовалось молоко коз заантальяской породы, полученное в пригороде г. Бийска. В таблице 1 приведен физико-химический состав коровьего и козьего молока, полученного в Ставрополье и Алтайском крае.

Таблица 1 – Физико-химический состав козьего и коровьего молока

Компонент молока	Коровье молоко (РФ, [1])	Козье молоко (Ставропольский край, [2])	Козье молоко (Алтайский край, опытные данные)
Вода, г	87,3	86,8	84,4
СВ, г	12,7	13,2	15,6
Белки, г, в том числе казеин	3,2 2,6	3,7 3,0	3,9 3,2
Жиры, г	3,6	4,0	6,2
Лактоза, г	4,8	4,6	4,5

В козьем молоке, по сравнению с коровьим, выше массовая доля сухих веществ за счет большего содержания белка и жира, как по литературным данным, так и в опытных образцах.

Из экспериментальных данных следует, что в козьем молоке, полученном в Алтайском крае, больше сухих веществ, белков, в том числе казеина, жира и меньше лактозы, чем в молоке Ставропольского края. Это можно объяснить уникальность природно-климатических условий Алтая, позволяющих получать молоко высокого качества.

Для получения кисломолочного продукта высокого качества, важно четкое соблюдение режимов его производства. Продукт должен иметь стабильные физико-химические, реологические, органолептические и микробиологические показатели.

В состав заквасочной композиции йогурта входят болгарская палочка и термофильный стрептококк. Управление биотехнологическим процессом должно осуществляться таким образом, чтобы в готовом йогурте соотношение этих микроорганизмов было 1:10 [3].

Это достижимо:

- активизацией заквасочной композиции,
- выбором рационального соотношения симбионтов в закваске,
- определенной продолжительностью термостатирования.

Превращение молока в кислотный гель в производственных условиях должно осуществляться за минимальный отрезок времени. Для обеспечения этого требования закваску необходимо активизировать. На рисунке 1 представлена зависимость удельной скорости роста *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* от продолжительности хранения закваски при 4 °С.

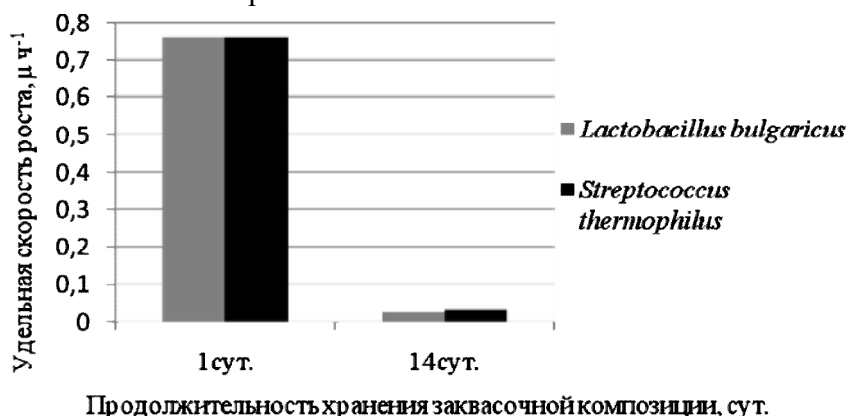


Рисунок 1 – Зависимость удельной скорости роста *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* от продолжительности хранения закваски

При хранении закваски в течении 14 суток активность падает в несколько раз, поэтому для производства йогурта необходимо использовать только односуточные культуры.

Закваски *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* вносились в молоко отдельно. Было отработано три варианта их соотношений 1:2, 1:5 и 1:10.

На рисунке 2 представлена зависимость активной кислотности полученных образцов йогурта от продолжительности культивирования.

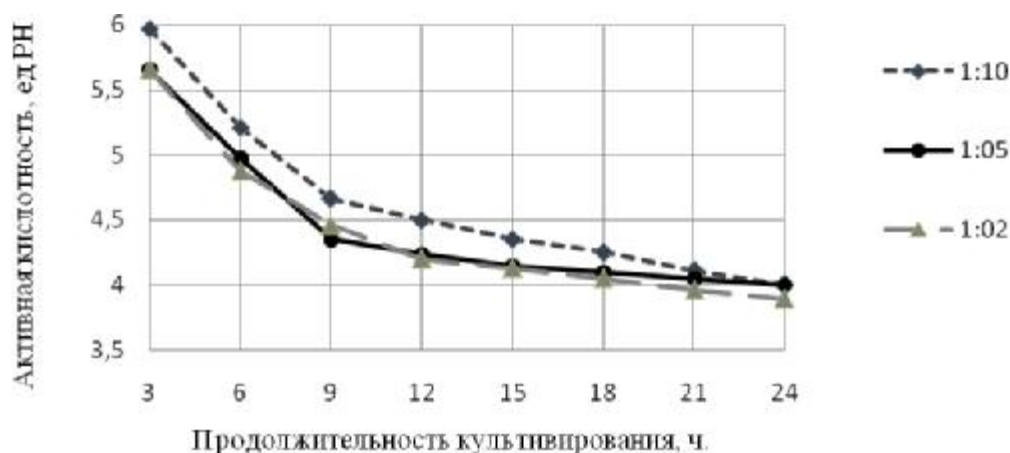


Рисунок 2 – Зависимость активной кислотности йогурта от соотношения культур в заквасочной композиции и продолжительности культивирования

Во всех образцах наблюдается уменьшение pH в процессе сквашивания. Активная кислотность образца 1:10 несколько завышена, что объясняется преобладанием в закваске термофильного стрептококка, который является слабым кислотообразователем.

Органолептические показатели всех образцов высокие: вкус приятный, специфический, чистый кисло-молочный. Особенно выражен для соотношений 1:2 и 1:5, поэтому выбор соотношения заквасочных компонентов осуществлялся путем микроскопирования. Сотрудниками ВНИИМС установлено, что в качественном йогурте, соотношение *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* должно быть 1:10 [3].

Зависимость соотношения палочек и кокков в йогурте от заквасочной композиции представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость соотношения *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* в йогурте от исходной заквасочной композиции

Соотношение <i>Lactobacillus bulgaricus</i> и <i>Streptococcus thermophilus</i>			
в закваске	1:2	1:5	1:10
в йогурте	1:5	1:10	1:15

Оптимум достигается при использовании заквасочной композиции 1:5, дальнейшие эксперименты проводились при найденном соотношении культур.

Морфология *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* при культивировании на козьем молоке несколько отличается от их физиологического состояния в среде коровьего молока (рисунок 3). Болгарская палочка на козьем молоке становится крупнее и более вытянутой, клетки термофильного стрептококка немного больше в размерах и образуют длинные цепочки.

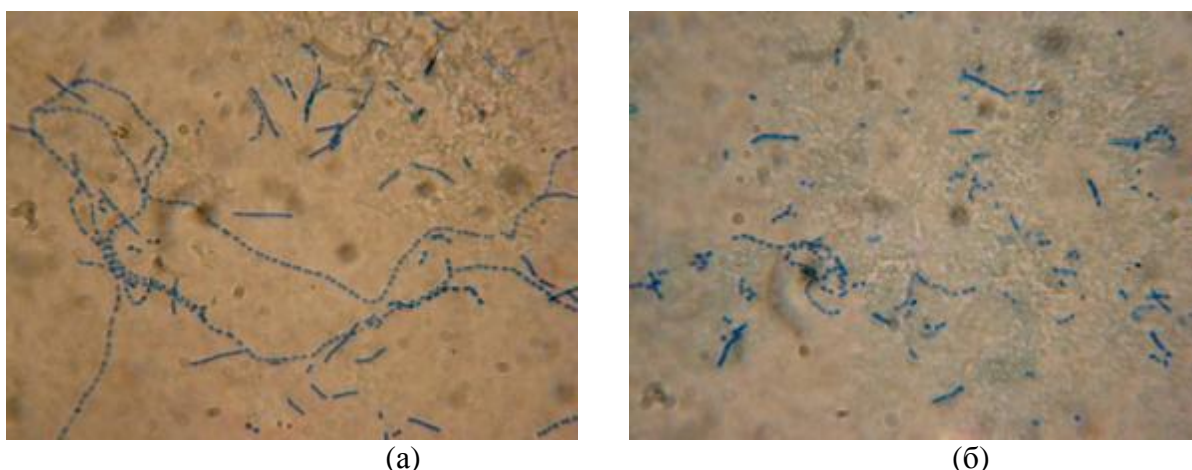


Рисунок 3 – Микропрепарат *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* на козьем (а) и коровьем молоке (б), увеличение $\times 1000$

Продолжительность сквашивания козьего молока *Lactobacillus bulgaricus* при самостоятельном культивировании составляет 9 ч; *Streptococcus thermophilus* – 7 ч, при совместном культивировании – 5 ч.

На рисунке 4 представлена динамика роста *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* при их самостоятельном и совместном культивировании. При совместном культивировании численность обоих микроорганизмов повышается примерно в 1000 раз, что обусловлено их симбиотическими отношениями.

Также исследовано изменение соотношения культур в йогурте в процессе культивирования при соотношении *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* в закваске 1:5. Температура термостатирования 40 °С, продолжительность культивирования 24 ч. Установлено, что термостатирование в течении 9 ч. приводит к повышению доли болгарской палочки в йогурте, а через 24 ч соотношение палочек и кокков становится 1:2 и продукт перекисает.

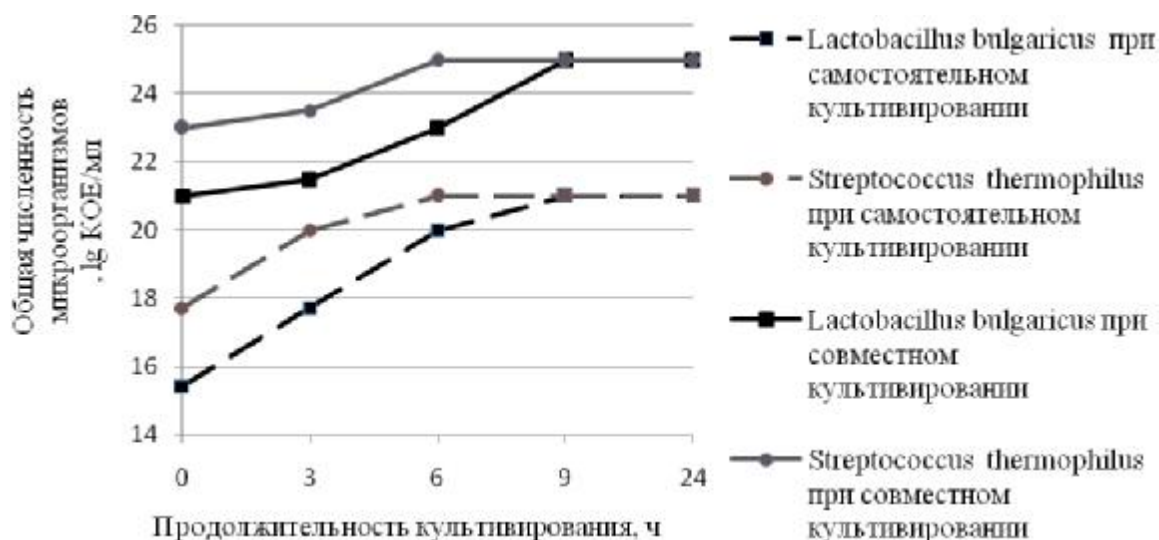


Рисунок 4 – Динамика роста *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* при самостоятельном и совместном культивировании

На рисунке 5 показано изменение динамической вязкости йогурта из козьего молока в процессе сквашивания.

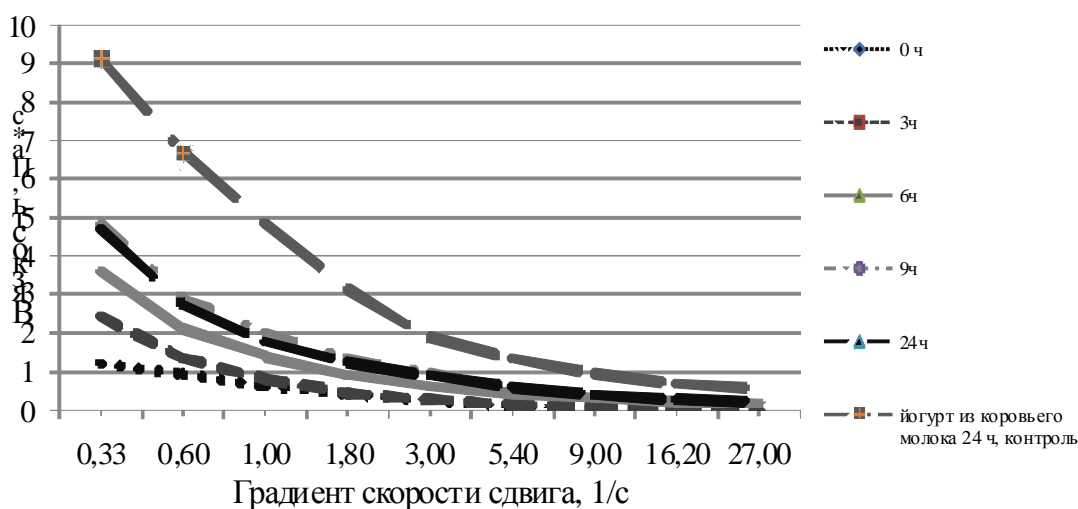


Рисунок 5 – Изменение динамической вязкости йогурта из козьего молока в процессе сквашивания

В процессе сквашивания продукт становится более вязким. Максимальная динамическая вязкость 4,8 Па*с достигается через 9 ч сквашивания. Через 24 ч динамическая вязкость начинает снижаться, что обусловлено переокислением продукта и разрывом связей в кислотном геле [4]. По сравнению с йогуртом из коровьего молока, йогурт из козьего имеет меньшую динамическую вязкость, поэтому его консистенция более нежная и однородная.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. установлено, что для приготовления высококачественного йогурта необходимо использовать активизированную закваску, возраст которой не более суток;
2. выбрано рациональное соотношение *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* в заквасочной композиции – 1:5, при данном соотношении сквашивание происходит через 5 часов;
3. выявлено, что йогурт из козьего молока в указанных условиях не должен термостатироваться более 9 ч во избежание формирования излишней кислотности.

Литература

1. Степанова, Л.И. Справочник технолога молочного производства: технология и рецептуры. В 3-х томах. Т. 1: Цельномолочные продукты / Л.И. Степанова. – СПб: ГИОРД, 1999. – 384 с.
2. Андрусенко, С.Ф. Обогащенные безлактозные продукты из козьего молока / С.Ф. Андрусенко, П.А. Омелянчук // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 78-79.
3. Королева, Н.С. Симбиотические закваски термофильных бактерий в производстве кисломолочных продуктов / Н.С. Королева, М.С. Кондратенко. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 167 с.
4. Богомолова, Б.Ф. Производство сыра: технология и качество / Б.Ф. Богомолова. – М: Агропромиздат, 1989. – 496 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ КАЧЕСТВА СЛОЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.В. Хабарова, Е.П. Ларионова

*Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов,
www.lkp68@mail.ru*

По оценкам экспертов, производством хлебобулочных и кондитерских изделий в России занимаются от 16 до 20 тысяч предприятий. Хлебная отрасль представлена в основном предприятиями малого и среднего бизнеса. Наблюдающееся уменьшение потребления традиционного ржано-пшеничного и пшеничного хлеба связано с появлением разнообразных мелкоштучных хлебобулочных изделий, в том числе слоеных.

В условиях современного рынка у каждого производителя возникает необходимость внимательно следить за конкурентоспособностью своей продукции. Конкурентоспособность хлебобулочных изделий определяется в первую очередь высоким качеством продукции, доступной ценой и удобной, привлекательной упаковкой, доставляющей эстетическое удовольствие.

Основные показатели качества хлебобулочных слоеных изделий оговорены в ГОСТ 9511-80 «Изделия хлебобулочные слоеные. Технические условия». Это в первую очередь органолептические показатели: внешний вид (форма, поверхность изделия), цвет, состояние мякиша (пропеченность, промесс, структура), вкус и запах. Кроме того, физико-химические: максимальная влажность мякиша, допустимая кислотность, массовая доля сахара. Каждый из нас, выбирая продукт, в первую очередь оценивает органолептические свойства - внешний вид, вкус, запах.

Слоеных изделия можно разделить на два основных вида: изделия из дрожжевого и бездрожжевого теста. Во время выпечки слоеное бездрожжевое тесто поднимается только за счет водяного пара, образующегося при испарении воды и расплавлении жира, что и дает характерные слои в выпечке. Поднятие дрожжевого теста происходит благодаря двум процессам: физическому процессу образования водяных паров, которые «раскрывают» слои в тесте, а также биологическому процессу – образования в процессе спиртового брожения диоксида углерода при «работе» дрожжей.

Количество дрожжей, необходимое для осуществления хорошего подъема теста зависит от ряда факторов. Если рецептура предусматривает добавления большого количества соли или сахара, то следует увеличить дозировку дрожжей, т.к. соль и сахар замедляют дрожжевую ферментацию. Кроме того, на дрожжевую ферментацию оказывают влияние такие технологические параметры как температура теста, время расстойки, влажность воздуха в расстойном шкафу. В совокупности количество дрожжей и параметры проведения технологических процессов определяют кислотность хлебобулочных изделий.

Перед производителями возникают сложные технологические задачи, связанные с необходимостью корректировки нестабильного качества основного сырья, созданием технологий приготовления хлебобулочных изделий с увеличенными сроками хранения. В настоящее время решением этих задач является целенаправленное использование хлебопекарных улучшителей различных функций и принципов действия.

Производители ингредиентов, предлагая работникам хлебопекарной промышленности новые высококачественные улучшители, заявляют, что применение улучшителей позволит обеспечить ряд технологических преимуществ: гарантирует стабильное качество хлебобулочных изделий из муки с низкими хлебопекарными свойствами; ускоряет процесс брожения; обеспечивает интенсификацию газообразующей способности и, как следствие, увеличивает объем и улучшает структуру мякиша; улучшает вкус и аромат изделий, придает более интенсивную окраску корке и мякишу; снижает зависимость конечного результата от отклонений в качестве муки, дополнительного

сырья и параметров технологического процесса; создает устойчивость изделий к глубокой заморозке; увеличивает выход готовых изделий за счет повышения гигроскопичности теста; сохраняет свежесть готовых изделий.

Основными составляющими улучшителей являются, во-первых, солодовые продукты. Внесение солодовых продуктов способствует увеличению количества амилолитических и протеолитических ферментов в тесте. Непрерывно происходит осахаривание крахмала муки, при этом образуются мальтозы и другие сахара. Эти сахара вместе с белком пшеничной муки также создают натуральные смеси, обеспечивающие коричневый цвет корочки при нормальном времени выпечки.

Далее идут сахаристые продукты, которые улучшают реологические свойства теста, являются питательной средой для дрожжей, ускоряют процесс брожения, улучшают вкус готовых изделий, придают привлекательный внешний вид, яркоокрашенную корочку.

Жиры и масла увеличивают объем готовых изделий, повышают эластичность мякиша, придают изделиям привлекательный внешний вид, тонкую румяную корочку, улучшают вкус и аромат готовых изделий, замедляют процесс черствения.

Входят в состав улучшителей и регуляторы кислотности. Для улучшителей мелкоштучных хлебобулочных изделий может вноситься ортофосфат натрия E 339 и ортофосфат калия E 340, содержится в минеральных солях, также регулирует значение pH, служит питанием для дрожжей, регулирует процесс брожения.

Входящие в состав улучшителей эмульгаторы повышают стабильность теста при брожении, увеличивают объем изделия, повышают эластичность мякиша, улучшают структуру теста, продлевают свежесть. В качестве эмульгаторов используют лецитин E 322, моноглицерид E 471, DAWE E 472 e, NSL E 481 и CSL E 482.

Содержится в улучшителях для хлеба и мелкоштучных изделий аскорбиновая кислота E 330. Она стабилизирует клейковинный каркас, повышает стабильность при брожении, увеличивает объем.

В улучшителях для хлебобулочных изделий используют такие стабилизаторы, как фосфат калия E 341 и сульфат калия E 516. Они активизируют ферменты, служит питательным веществом для дрожжевых клеток, улучшают структуру мякиша, регулируют жесткость воды.

Подкислители также важны в улучшителях хлеба. В роли подкислителя выступают молочная кислота E 270, уксусная кислота E 260 и лимонная кислота E 330. Кислоты снижают ферментативную активность, улучшают реологические свойства, предотвращают развитие плесневелых грибов, предотвращают развитие в хлебе «картофельной болезни», способствуют продлению свежести.

Таким образом, каждый, из компонентов улучшителей осуществляет определенные функции, оказывает влияние либо на составные компоненты муки (крахмал, клейковина и т.д.), либо на дрожжи.

В зависимости от совокупности перечисленных ингредиентов мы имеем либо улучшители комплексного действия, либо улучшители специального назначения или специальные добавки. Выбор улучшителя осуществляется в зависимости от дефекта, который требуется устранить (дефекты могут являться результатом нарушений технологического процесса хлебопекарного производства, либо отклонением от нормы хлебопекарных свойств сырья).

Применение улучшителя дает возможность производителям работать ускоренным способом, что очень важно в условиях эксплуатации пекарен малой мощности. Ускоренные технологии реализуются на практике благодаря применению специальных улучшителей, внесение некоторых их видов дает больший выход продукции за счет хорошей водопоглощательной способности.

Перед нами была поставлена задача исследования влияния рецептурных компонентов на потребительские качества слоеных изделий. На первом этапе нашего

исследования оценивалось влияние количества дрожжей на потребительские качества слоенных круассанов. В соответствии с рецептурой было произведено 6 замесов теста, при прочих равных условиях изменялось количественное содержание дрожжей. После выпечки и охлаждения изделий был проведен анализ образцов, в ходе которого оценивались органолептические показатели качества слоенных изделий, кислотность и влажность. По полученным результатам определено количество дрожжей, обеспечивающее нормативные показатели по кислотности и влажности слоенных изделий, а также лучшие вкусовые качества слоенных круассанов. Второй этап исследований предполагает исследование качественных характеристик слоенных изделий при внесении в рецептуру улучшителей «Панифарин» и «Панифреш», дающих больший выход продукции за счет хорошей водопоглощительной способности.

Литература

1. Для чего нужны хлебопекарные улучшители (<http://www.mazpek.ru/tehnolog/art1-31.html>)
2. Лейла Малинина. Хлебопекарные улучшители, смеси и пищевые добавки (http://www.1001eda.com/khljebopjekarnyje_uluchshitjeli_smjesi_i_pishhjevyje_dobavki)

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИМОННИКА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Л.В. Левочкина, Н.В. Сидорова

*Тихоокеанский государственный экономический университет, г. Владивосток,
E-mail sidorova74@ibox.ru*

Кондитерское производство предусматривает широкое использование вкусовых ароматических добавок в тестовых и отделочных полуфабрикатах.

В настоящее время число натуральных ароматизаторов в кондитерском производстве ограничено, кроме того, часть красителей и природных ароматизаторов может использоваться не только как ароматические вкусовые добавки, но и как биостимуляторы. По нашему мнению число таких продуктов можно использовать как исходное сырье лимонник китайский.

Лимонник дальневосточный – это многолетняя деревянистая лиана с вьющимся стеблем длиной до 15 см и толщиной до 2,5 см со шнуровидным корневищем и многочисленными придаточными корнями, основная масса корней достигает глубины 15 см. Наряду с такими растениями как [кофе арабийский](#), [заманиха](#), [женьшень настоящий](#), лимонник относится к категории растений возбуждающих нервную систему. Листья лимонник дальневосточный имеет очередные, эллиптические или широколанцетовидные, заостренные, до 10 см длины и 5 см ширины, на черешках длиной до 3 см. Цветки лимонник дальневосточный имеет белые или кремовые, до 2 см в диаметре. Плоды у растения лимонник дальневосточный красные, сочные, ягодообразные, с плотной кожурой. Семена желтые или светло-оранжевые, почковидные. Растение лимонник дальневосточный при растирании имеет запах лимона.

Лекарственным растительным сырьем служат плоды и семена растения, обладающие тонизирующей активностью. Ведущей группой биологически активных соединений (БАС) лимонника являются димеры фенилпропаноидов – лигнаны. Семена содержат лигнаны – до 2 и до 4 % соответственно. В зависимости от условий произрастания и сезона основными лигнанами лимонника китайского являются схизандрин (2–9 %), γ-схизандрин (1–5 %), дезоксисхизандрин (0,2–1,1 %) и схизандрол В (0,7–3,0 %). Хотя ботаническое описание растения и первые сведения о его целебном действии были даны

академиком Комаровым еще в 1895–1903 гг., в нашей стране схизандрин, дезоксисхизандрин и γ -схизандрин были выделены в чистом виде и охарактеризованы лишь в 1962 г.

Высокое содержание в них моно- и полиненасыщенных жирных кислот обуславливает легкую окисляемость масел, с образованием токсичных для организма соединений (гидропероксиды, пероксиды, радикалы). При этом известно, что растительные масла богаты природными антиоксидантами (α – токоферол, β – каротин, фосфолипиды), предотвращающими их окислительную порчу.

Вопрос о том, какое вещество оказывает выраженное стимулирующее действие в плодах лимонника китайского, давно занимал исследователей, которые выдвигали на этот счет различные предположения. Так, Варлаков М.Н. высказывал мнение о том, что главным действующим началом лимонника является комплекс, состоящий из лимонной и яблочной кислот, моносахаридов и эфирного масла [4]. Афанасьева Б.Л., Боссэ Г.Г. на основании проведенного химического и микроскопического исследований выдвинули предположение о том, что действующее начало лимонника – эфирное масло или растворенные в нем вещества [1]. А исследования, проведенные Каро В.И. приводят к мысли о том, что действующее начало лимонника содержится в семенах, плохо извлекается водой, но хорошо экстрагируется 70° спиртом [6]. После выделения Баландиным схизандрина и исследования его свойств, задача выделения сильного стимулирующего начала лимонника получила свое решение [2]. Вместе с тем, исследования биологической активности эфирного и жирного масел, входящих в состав плодов и особенно семян, показали, что сбрасывать со счетов свойства данных веществ не стоит.

Семена содержат эфирное масло до 2 %, а также полувысыхающее жирное масло до 33,8 % и смоляные кислоты – до 7,8 %. Капли жирного масла содержатся в небольших многоугольных клетках эндосперма семени. Запах при растирании семени сильный и специфичный, вкус горьковато-жгучий. В 1951 г. из семян лимонника Д.А. Баландиным было впервые выделено одно из главных действующих веществ – схизандрин (он способен повышать рефлекторную возбудимость спинного мозга и оказывает стимулирующее действие на сердечную деятельность и дыхание) [2]. Кора и листья растения также содержит эфирное масло. Почти все части растения обладают лимонным запахом (эта особенность растения отразилась в его русском названии).

Лечебные свойства семян по замечанию Тхэсоп Чхвэ выше по сравнению с плодами [12]. Для получения семян из плодов отжимают сок и после брожения жмыха семена отделяют от околоплодника струей воды. Отмытые семена сушат на солнце или в сушилках при температуре 50-60 °С. Применение препаратов из семян оказалось эффективным при депрессивных состояниях у психических больных и астеников, при бактериальной дизентерии у детей. Они обостряют ночное зрение, вследствие расширения сосудов понижают артериальное давление и действуют тонизирующе. Эта особенность позволяет рекомендовать препараты семян лимонника водителям транспортных средств. Высушенные, освобожденные от околоплодников, зрелые семена лимонника китайского включены в XI издание Государственной фармакопеи СССР. Срок хранения семян 2 года.

Эфирное масло лимонника китайского можно получить методами паровой дистилляции и экстракции коры, листьев и стеблей, плодов, измельченных семян растения. В двух последних случаях экстракцией получают смесь жирного и эфирного масла.

Выход эфирного масла методом паровой дистилляции из измельченных воздушно-сухих плодов составляет 1,6 %, а семян до 2,9 %.

Эфирное масло семян лимонника представляет собой легко подвижную жидкость со своеобразным запахом и горьковато-жгучим вкусом, от золотисто-желтого до светло-зеленого цвета. Масло весьма летуче и при длительном хранении не изменяет своей окраски. Растворяется в 15-15,5 частях 90 % спирта, хорошо растворяется в органических растворителях. Запотьлько Ф.Т. отмечает, что физические константы эфирного масла лимонника зависят от продолжительности его отгонки паром (чем

дольше идет отгонка, тем больше в масле тяжелых фракций), вида исходного сырья (целые или измельченные семена, натуральное жирное масло содержащее эфирное масло или спиртовая настойка семян) и длительности его хранения [5]. Экспериментальные данные показали, что масло лимонника относится к легко окисляемым маслам, в фармакологии данное масло должно применяться только свежееотогнанным и лучше в составе извлеченного из семян натурального жирного масла (в смеси с жирным маслом эфирное масло дольше сохраняется).

Основные компоненты эфирного масла из высушенных плодов лимонника приводятся по Кротовой И.В., Ефремову А.А.: мирцен (1,3 %), цитраль (2,7 %), цимол (5,9 %), лимонен (2,7 %), γ -терпинен (4,8 %), метоксицимол (1,95 %), α -пинен (3,1 %), камфен (4,6 %), борнилацетат (9,2 %), α -иланген (5,9 %), α - и β -хамигрен (19,5 %), сесквикарен (10,5 %), хамигреналь и другие [7]. Запах масла из семян лимонника отличается от лимонного запаха эфирного масла из коры и листьев растения и оценивается как менее приятный. Своеобразный запах и горьковатый вкус эфирному маслу из семян придают борнилацетат и метоксицимол.

Эфирное масло из высушенных плодов имеет плотность $d^{20} - 0,958$; коэффициент преломления $n^{20} - 1,4980$.

Свежееотогнанное эфирное масло из измельченных воздушно-сухих семян имеет плотность $d^{20}/_{20} - 0,9116$; коэффициент преломления $n^{20} - 1,497$. Однако, масло отгоняемое в течение 3-4 часов содержит больше тяжелых фракций и имеет плотность $d^{20}/_{20} - 0,932$, а коэффициент преломления $n^{20} - 1,498-1,5031$. На основе ряда проделанных с эфирным маслом из семян химических реакций был сделан вывод, что масло не содержит альдегидов, кетонов и ароматических углеводородов.

Эфирное масло полученное из семян Бранке Ю.В. и Парышевым И.И. имело константы $d^{15}/_{15} - 0,9618$; $n^{20} - 1,4920$ [3].

Эфирное масло, полученное Сеновым П.А. из листьев растения, имело плотность $d^{16} - 0,863-0,882$ и в своем составе содержало 18-20 % альдегидов и кетонов [9].

Эфирное масло из коры, как и масло из листьев, представляет собой того же качества подвижную и прозрачную жидкость, золотисто-желтого цвета, с лимонным запахом; $d - 0,863-0,888$; $n^{20} - 1,4771-1,4780$. В состав масла коры входит до 30 % сесквитерпеновых соединений и также, как и в масло из листьев 18-20 % альдегидов и кетонов.

Gildemeister и Hoffmann приводят состав и константы эфирного масла, полученного из разновидности шизандры (*Schizandra nigra Maxim.*), произрастающей в Японии [11]. Масло, полученное паровой дистилляцией растения (выход масла составил 1,29-1,4 %) этого вида имеет желтый цвет и богатый аромат, плотность масла $d^{15} - 0,8763-0,898$; коэффициент преломления $n^{15} - 1,4694$. В состав масла входят: β -пинен (5 %), кадинен, d -борнеол (5 %), борнилацетат (до 7 %), метил- n -нонилкетон (3,7 %), метил- n -ундецилкетон (14,9 %), фенолен, пальмитиновая кислота (0,5 %).

Прессованное жирное масло лимонника китайского («натуральное масло») – получают прессованием семян, содержит смесь жирного и эфирного масел. Относится к группе полувысыхающих масел. Представляет собой вязкую золотисто-желтую жидкость, $d - 0,9394-0,9607$, Баландин Д.А. указывает на содержание в масле кислот: α -линолевой (24,7-25,2 %), β -линолевой (31,2-34,6 %), олеиновой (28,5-34,1 %) и около 3,7 % предельных кислот [2]. Жирное масло имеет коэффициент преломления $n^{20} - 1,4752$. В отличие от экстракционного масла имеет значительно меньшую неомыляемую фракцию. Может использоваться в медицинских целях, как биологически активная добавка. На вкус масло лимонника горьковатое, поэтому в продаже обычно оно имеется в капсулированной форме.

Экстракционное жирное масло лимонника китайского получают методом сверхкритической (при 135-340 бар и температуре 40-80 °) CO_2 -экстракции, экстракцией гексаном или фреоном из семян или сухого жома плодов, после отжима из них сока и, как вариант, после извлечения гидродистилляцией эфирного масла. Относится к группе

полувысыхающих масел. Экстракционное масло содержит омыляемую фракцию (пальмитиновую, линолевая, линоленовую, миристиновую, стеариновую, олеиновую, арахидоновую и др. кислоты) и необычайно большую неомыляемую фракцию до 39 % (включает в себя монотерпеноиды и сесквитерпеноиды: α -пинен, β -пинен, α -фелландрен, \pm -2-карен, d-лимонен, Δ^3 -карен, борнеол, камфен, метиловый эфир тимола, α -иланген, элемен, аристолен, туйопсен, дезоксиглеенол, α -копаен, фарнезол, β -эвдесмол, спатчуленол; лигнаны или соединения схизандрового ряда: дезоксисхизандрин, γ -схизандрин, схизандрин, схизандрин С, гомизин О, гомизин А, гомизин F и др.; α -токоферол, минеральные вещества, макро- и микроэлементы: калий, натрий, кальций, магний, железо, фосфор, медь, марганец, никель, титан, молибден, серебро, цинк). Масло, получаемое таким методом имеет высокую вязкость, цвет и запах. Величина неомыляемой фракции (содержащей, в частности, эфирное масло) может сильно варьироваться в зависимости от времени и других технических условий экстрагирования сырья. Содержание лигнанов в масле лимонника в пересчете на схизандрин составляет 5,4 %.

Целью настоящей работы является получение стабильной эмульсии из масла семян лимонника с использованием эмульгатора, в качестве которого предполагается применить токоферол.

Упрощенная технологическая схема получения пищевой эмульсии из семян лимонника, которая будет использоваться при исследованиях, состоит из четырех этапов:

- 1) подготовка водной фазы;
- 2) подготовка жировой фазы;
- 3) создание грубой эмульсии (с размером частиц до 3 мкм);
- 4) гомогенизации и приготовления обственно эмульсии (с размером частиц дисперсной фазы 0,1-1,0 мкм).

Основными параметрами, которые необходимо контролировать в процессе производства, следующие: температурные условия для подготовки эмульгаторов и фаз; скорость и интенсивность смешивания компонентов при выработке грубой эмульсии; давление в гомогенизаторе, с помощью которого регулируется размер частиц.

В готовой эмульсии обязательному контролю подлежат такие качественные характеристики, как размер частиц, стабильность к расслаиванию, вязкость системы, замутняющая способность, а также обязательная токсикология, поскольку дальнейшей областью применения являются продукты питания.

Ссылаясь на результаты исследований, проводимых ранее некоторыми учеными, можно сделать вывод, что возможно использование масла семян лимонника как ароматизатор в сдобных видах теста, в структуре которых содержится значительное количество жирных фракций. По нашему мнению это масло будет хорошим ароматизатором отделочных полуфабрикатов, особенно в жиросодержащих, таких как масляных и сливочных кремах.

Преимущества использования масла семян лимонника заключаются в безопасности ароматизатора растительного происхождения, что наиболее актуально для приморских производителей.

Литература

1. Афанасьева, Б.Л., Боссэ, Г.Г. Анатомическое и биохимическое исследование плодов лимонника. (*Schizandra chinensis Turcz*) С.49-53 Советская ботаника XIV № 1, 1946.
2. Баландин, Д.А. Схизандринное стимулирующее вещество из ягод лимонника. С. 45-50. Сб. Материалы к изучению стимулирующих и тонизирующих средств- корня жень-шеня и лимонника. Вып. 1. Владивосток, 1951.
3. Бранке, Ю.В., Парышев, И.И. Душистые растения Приморья и их эфирные масла. Вестник ДФ ФАН СССР. Т 23, 1937.

4. Варлаков, М.Н. О стимулирующем действии китайского лимонника. С. 31-34. Фармацевт № 6, 1944.
5. Запотьылко, Ф.Т. Химические исследования эфирного масла лимонника., С. 97-99, Сб. Материалы к изучению Жень-шеня и лимонника. Выпуск 2. М-Л.: АН СССР, 1955.
6. Каро, В.И. Эргографические исследования стимулирующего действия лимонника. С. 30-33, Сб. Научные работы курсантов Высшего Военно-морского медицинского училища. Вып. 3.1945.
7. Кротова, И.В., Ефремов, А.А. Исследование химического состава плодов лимонника китайского // Химия растительного сырья. 1999 № 4 С. 131-133.
8. Лупандин, А.В., Лапаев, И.И. Лимонник / под ред. Проф. П.Ф. Коновалова. Хабаровск. 1981. С. 13-15.
9. Сенов, П.А. О лимоннике китайском. С. 21. Фармацевт и фармакология. 1938, № 1.
10. Шиков, А.Н., Макаров, В.Г., Рыженков, В.Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. М., 2004. 264 с.
11. GILDTTEISTER E, HOFFMAN FR. DIE atherischenole. Band iv. Berlin: Akademie- Verlag, 1956.
12. UXBE TXЭСОП. Лекарственные растения, пер. с корейского, М., Медицина, 1987.

КОЛЛАГЕНОВЫЙ ГИДРОЛИЗАТ В ТЕХНОЛОГИИ ЗАВАРНЫХ ПРЯНИКОВ

В.Л. Пашенко

*Воронежская государственная технологическая академия,
г. Воронеж, e-mail: plp_vgta@mail.ru*

Современным прогрессивным направлением развития кондитерского производства является создание новых ресурсосберегающих технологий и разработка мучных кондитерских изделий с пониженной энергетической ценностью на основе применения различных видов нетрадиционного и местного сырья.

Используя нетрадиционное сырьё в производстве мучных кондитерских изделий, решают следующие задачи: снижение расхода дорогостоящего сырья (сахара, яиц и др.) путём замены его более дешёвым и менее энергоёмким, но обладающим повышенной биологической и пищевой ценностью.

Обогащение пищевых продуктов осуществляется на основе научно обоснованных медико-биологических принципов: используют те нутриенты, дефицит которых проявляется в большей степени и которые достаточно широко распространены и безопасны для здоровья; обогащают продукты широкого потребления, доступные для всех групп населения и регулярно используемые в повседневном питании.

Дефицит традиционных источников пищевых ресурсов привел к бурному развитию изысканий в области новых видов пищи, получения ингредиентов, препаратов, композитов для создания биологически безопасных и полноценных продуктов питания для людей разных физиологических и социальных групп. В наибольшей степени внимание ученых и специалистов сосредоточено на вторичных и маловостребованных продуктах перерабатывающих отраслей и нетрадиционных источниках, главным образом, растениях. При этом, опираясь на принципы пищевой комбинаторики, следует признать перспективность сочетания ингредиентов для взаимного обогащения эссенциальными веществами. Такой подход имеет явное межотраслевое значение и может стать новым этапом в развитии взаимосвязей между предприятиями различных отраслей промышленности и создании новых функциональных продуктов улучшенного качества и повышенной пищевой ценности.

В данной статье предлагается совместное использование шрота амаранта и биомодифицированного коллагена – коллагенового гидролизата в производстве мучных кондитерских изделий – заварных пряников.

При переработке сельскохозяйственных животных массовый выход соединительной ткани – коллагена составляет 16 %, утилизация которого целесообразна для замены части яицпродуктов.

Хотя на основе рационального использования соединительных тканей в отрасли реализован ряд частных технологий, направленных на повышение эффективности производства в целом, попытка максимального вовлечения соединительнотканых белков в производство пищевых продуктов в рамках традиционных технологических подходов не дала желаемых результатов. Причины связаны с низкими функциональными свойствами, перевариваемостью и усвояемостью нативных соединительнотканых включений.

Новые представления о роли коллагена в питании, имеющийся зарубежный опыт создания оригинальных продуктов, необходимость развития нетрадиционных и совершенствования имеющихся технологий коллагеновых субстанций различной функциональности, с одной стороны, известный и всевозрастающий дефицит животного белка и значительный объем малоценных и нерационально используемых ресурсов, с другой, требуют научного обоснования и реализации подходов в обеспечении максимального использования коллагенсодержащих ресурсов в производстве биологически полноценных продуктов. Это достигается сбалансированным аминокислотным составом на условиях комплиментарности, либо за счет входящих функциональных аминокислот. Примером последнего может служить коллагеновый гидролизат, доступный, в отличие от нативного коллагена, пищеварительным ферментам человека.

Коллаген, по сравнению с другими белками, имеет специфический состав и необычную последовательность аминокислот. Коллагены содержат около 35 % остатков глицина и приблизительно 11 % остатков аланина, что чрезвычайно много для большинства белков. В коллагене содержатся также две нестандартные аминокислоты – гидроксипролин и гидроксизин. В сумме на долю пролина и гидроксипролина приходится около 21 % аминокислотных остатков коллагена. Все это представляет определенный интерес в создании функциональных продуктов питания.

В коллагене содержится большое количество одной из главных незаменимых лимитирующих аминокислот – лизина. Эта аминокислота оказывает противовирусное действие, поддерживает уровень энергии и сохраняет здоровым сердце, улучшает усвоение кальция из крови и осуществляет транспорт его в костную ткань.

Для получения растворимых и усвояемых форм коллагена разработан способ ферментативной деструкции.

При приготовлении коллагенового гидролизата осуществляют следующие операции: приемку коллагенсодержащего сырья (сухожилия КРС), промывку в воде при температуре 30–35 °С в течение 5–10 мин и обработку ферментным препаратом протеолитического действия. Обработка включает удаление хрящевой и мышечной ткани, измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм и более тонкое измельчение на гомогенизаторе. Последнее необходимо для увеличения площади контакта фермента с субстратом. Обработка ферментным препаратом общепролеолитического действия (на примере «Нейтразы 1.5 МГ», фирма Novo Nordisk, Дания), протекает при соблюдении условий: $\tau=2,5-3$ ч, $t=45-55$ °С, $pH=6,8-7,2$), промывка проточной водой для удаления балластных веществ и протеолитического фермента. Далее субстрата обрабатывается ферментным препаратом коллагеназы при температуре 37 °С, $pH=6,8-7,2$ и продолжительности гидролиза 3,5–4,0 ч. По окончании гидролиза гомогенат отделяют центрифугированием при частоте вращения 82 с^{-1} и продолжительности процесса 5 мин) [1].

В результате получают гомогенную массу белого цвета без запаха, с массовой долей сухих веществ 18,3 % со следующими характеристиками (таблица 1–3).

Таблица 1 – Характеристика коллагенового гидролизата

Показатель	Значение
Цвет	Гомогенная масса белого цвета без запаха
Массовая доля сухих веществ, %	18,25
Активная кислотность, рН	6,3
Динамическая вязкость, Па·с	5660

Таблица 2 – Химический состав коллагенового гидролизата, % к массе сырья

Показатель	Содержание
Содержание: белка: общего	16,25
водорастворимого	0,34
солерастворимого	0,41
щелочерастворимого	15,5
жира	0,3
зола	1,7
влаги, %	83

Таблица 3 – Состав незаменимых аминокислот в коллагеновом гидролизате, мг на 1 г белка

Аминокислоты	Коллагеновый гидролизат	
	Содержание	Скор, %
Треонин	37,40	93,50
Валин	40,50	81,00
Метионин + цистин	68,0	19,43
Изолейцин	15,5	38,75
Лейцин	17,7	25,29
Фенилаланин + тирозин	35,3	58,83
Триптофан	Не определяли	–
Лизин	59,4	108,00
КРАС, %	51,18	
Биологическая ценность, %	48,82	

Приведенные в таблице 3 данные указывают на необходимость коррекции аминокислотного состава для достижения эффекта увеличения биологической ценности. Для выполнения поставленной задачи применяли еще мало востребованное сырье растительного происхождения – шрот амаранта – побочный продукт, накапливающийся при производстве амарантового масла методом отжима. Он отличается высоким содержанием легкоусвояемого белка (18–20 %), который содержит в достаточном количестве все

незаменимые аминокислоты (мг/1 г белка): валин – 63,6; изолейцин – 29,7; лейцин – 74,6; лизин – 45,1; метионин+цистин – 40,5; треонин – 47,1; триптофан – 11; фенилаланин+тирозин – 56,8. Также в шроте содержится 5–8 % масла с высокой концентрацией полиненасыщенных жирных кислот (% от суммы жирных кислот): олеиновая – 22,64, линолевая – 49,89, γ -линоленовая – 0,35, α -линоленовая – 1,01. В состав амарантового масла входит до 8 % сквалена, выполняющий роль регулятора липидного и стероидного обменов и обладает антиоксидантными свойствами. Шрот амаранта содержит такие биологически активные компоненты, как фитостеролы, обладающие способностью снижать содержание холестерина и объем его всасывания в кишечнике, участвующие в процессах предотвращения возникновения рака. Витамины и антиоксиданты, содержащиеся в шроте, являясь функциональными ингредиентами, играют важную роль в позитивном питании. Они участвуют в метаболизме, укрепляют иммунную систему организма, предупреждая такие заболевания, как цинга и бери-бери [2]. Опытное пряничное тесто с готовили по традиционной рецептуре пряников «Забава» (контроль) в три стадии: заваривание муки, охлаждение заварки и замес теста с остальными видами сырья. В качестве контроля использовали пряники, приготовленные по традиционной рецептуре.

Экспериментально установлено, что биологическая ценность опытных образцов превышает контроль на 16,12 %. При замене муки на 15–20 % смесью жмыха амаранта и коллагенового гидролизата готовые изделия отличались повышенным содержанием белков, минеральных веществ (Ca, P) и витаминов, имели высокий потенциал лизина. Таким образом, использование растительных жиров в комбинации с коллагеновым гидролизатом в значительной степени стимулирует качество и повышает биологическую и пищевую ценность готовых изделий. При этом экономится сырье, что обеспечивает экономическую целесообразность производства новых продуктов.

Литература

1. Антипова, Л.В. Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб: ГИОРД. – 2006. – 384 с.
2. Пашенко, Л.П. Хлебобулочные изделия функционального назначения обогащенные лизином [Текст] / Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2005. – 6. – с. 10.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО КОАГУЛЯНТА ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ ПЛОДОВЫХ СОКОВ

Е.В. Климова, Ю.А. Жиманова, Ю.С. Пряжникова

ФГОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»,

г. Орёл, krvl@rambler.ru

Получение высокостойких напитков приобретает все большее значение для производителей в последнее время. Стойкость напитка определяется сохранностью его органолептических, физико-химических и биологических показателей.

В производстве напитков, в частности соков, используется сырье, содержащее белковые, пектиновые, фенольные вещества и др. Эти биополимеры образуют коллоиды, снижающие качество и стабильность напитков при хранении. В связи с этим необходимы дополнительные технологические приемы, позволяющие улучшить процесс осветления и повысить продолжительность стабильной прозрачности напитков.

В настоящее время существует большое количество способов для повышения стойкости напитков. В то же время постоянно растущие объемы производства требуют поиска более инновационных и эффективных способов для улучшения органолептических свойств соков [2].

Свежеотжатый плодовой сок содержит взвешенные частицы различной степени дисперсности и поэтому является мутным. В процессе осветления и фильтрования грубые взвешенные частицы удаляются, но коллоидная система в осветленном соке остается.

Мутные системы оптически неоднородны и рассеивают свет. Мутность среды прямо пропорциональна концентрации взвешенных частиц, их от молекулярной массы, и в значительной мере зависит от степени их дисперсности, влияющей на цвет суспензии.

Одним из основных факторов, вызывающих коллоидное помутнение, является окисление. Полифенольные вещества обладают способностью образовывать перекиси. Окисление приводит к дегидратации этих веществ, с которой связаны явления полимеризации и агрегации, в результате чего в соке выпадает осадок. В яблочном соке образование осадка наблюдается в результате конденсации танина. При окислении полипептиды и углеводы соединяются с полифенолами и происходит дегидратация белково-углеводных комплексов с потерей их растворимости.

Окисление химических компонентов продукта катализируют соли тяжелых металлов, образующие с этими компонентами комплексные соединения, выпадающие в осадок.

Помутнение коллоидного характера нередко связано с взаимодействием химических компонентов сока, в частности дубильных веществ и белков. Оно может быть вызвано также изменением пектиновых веществ. Снижение величины рН сопровождается уменьшением количества выпавшего осадка.

Время, в течение которого осветленный сок остается прозрачным, весьма неопределенно и зависит от вида сырья, а также его химического состава.

Для получения прозрачного продукта необходимо нарушить коллоидную систему и обеспечить оседание взвешенных частиц и удаления части коллоидов, прежде всего нестойких. Осветление должно вызывать коагуляцию необратимых коллоидов и в минимальной степени влиять на обратимые гидрофильные коллоиды. Однако в процессе хранения возможно взаимодействие коллоидов между собой и образование более крупных частиц, которые могут вызвать помутнение сока и выпадение осадка.

Стабильность коллоидной системы сока обеспечивается следующими свойствами: высокая дисперсность коллоидных частиц; наличие у коллоидных частиц одноименного электрического заряда; наличие на поверхности частиц водной оболочки, которая приближает плотность частиц к плотности жидкой фазы и препятствует их соединению.

Одним из широко распространенных методов разделения неоднородных систем является применение коллоидно-химического метода осветления – оклейки.

Этот процесс заключается в добавлении к соку коллоидных растворов, которые, нейтрализуя природные коллоиды сока и вызывают седиментацию. Для плодовых соков наиболее изучена оклейка растворами танина и желатина.

При оклейке отрицательно заряженные коллоиды сока, образованные пектином, нейтрализуются положительно заряженными коллоидами добавленного раствора желатина. Осветляющее действие оклейки заключается также в образовании нерастворимых соединений белков с дубильными веществами.

При добавлении к золь, содержащему пектин, гидрофильные группы молекул танина обращаются в сторону водных оболочек, находящихся на поверхности молекул пектина, создавая вокруг них гидрофобную поверхность, т. е. превращая стойкие гидрофильные коллоиды в нестойкие гидрофобные. Такое превращение само по себе не может вызвать коагуляцию, однако оно облегчает осаждение коллоидов электролитами.

Представляло интерес исследовать возможность применения хитозана при осветлении плодовых соков и сравнить его действие с желатином и бентонитовой глиной.

Хитозан – одно из перспективнейших стабилизирующих средств. По химической структуре он представляет собой полимер полисахаридной природы, который

относится к числу наиболее распространенных в природе органических соединений. Сырьем для его производства служит хитин – структурный полисахарид эпидермы ракообразных, кутикулы насекомых, клеточной стенки грибов.

В мировой практике в пищевой отрасли хитозан используется в качестве загустителя и структурообразователя для продуктов диетического питания, способствующих выведению радионуклидов из организма; для создания простых и многокомпонентных эмульсий, соусов, паст, съедобных колбасных оболочек; осветления пива, соков, вин; в роли адгезива и бактериостатического пленкообразователя [1].

Все функциональные свойства хитозана сильно зависят от характеристик самого полимера (молекулярной массы, степени дезацетилирования), формы (свободная или солевая) и физических показателей (раствор, порошок аморфизированного хитозана или исходного кристаллического).

В нашей работе проводилось исследование и сравнение действия хитозана с двумя традиционно применяемыми коагулянтами для осветления плодовых соков – желатином и бентонитом.

Мелкозернистый желатин добавляли в воду для разбухания в 5 – кратном объеме холодной воды так, чтобы обеспечить смачивание желатина со всех сторон без образования комков. После набухания желатин растворяли, нагревая его до температуры 45 – 55 °С при интенсивном перемешивании. Приготовленный таким образом раствор непосредственно используется для оклейки. Желатин вносили при интенсивно перемешиваться теплым (35 °С), так как при остывании проявляются его желеобразующие свойства. Происходило равномерное распределения суспензии по всему объему. После этого перемешивание продолжали в течение 5 – 10 минут.

Через 24 часа все взвеси в результате процесса оклейки выпали в осадок. Отфильтровав сок было получено заметное, даже невооруженным взглядом, осветление. Яблочный сок из зелено-коричневого стал почти прозрачным.

Бентонит – обработанная глина, которая применяется для осветления вина и соков.

Преимущество бентонита перед другими осветлителями в том, что он быстро образует компактный осадок и его можно употреблять без предварительных испытаний, так как излишнее количество его не вызывает помутнения. Недостаток его в том, что он может придать соку неприятный привкус и его осадок имеет относительно большой объем. В 100 мл яблочного сока, осветленного 75 – 100 мг бентонита, образуется осадок до 10 % объема сока, а это приводит к значительной потере сока. Осветление бентонитом, по-нашему мнению, лучше всего комбинировать с фильтрацией, используя бентонит только в количестве, достаточном для свертывания пектина. Когда свертывание началось, сок легко фильтруется.

Бентонит, размолотый на коллоидной мельнице, заливали четырехкратным количеством воды. Смесь нагревали до 70 – 75 °С и оставляли на сутки для набухания. Через сутки массу вторично перемешивали и готовили из нее 5 – 10 %-ную суспензию на соке. После процеживания через металлическую сетку с отверстиями 3 мм суспензия готова к употреблению.

Через 24 часа яблочный сок профильтровали. Было заметно осветление сока невооруженным взглядом, сок стал почти прозрачным.

Осветление плодово-ягодного сока при использовании измельченного хитозана происходит сразу после внесения его в количестве 0,3 – 0,4 %. При уменьшении массовой доли хитозана в количестве меньше 0,3 % мгновенного осветления сока не происходит, хотя осадок и образуется. При повышении концентрации хитозана более 0,4 % наблюдаются нежелательные изменения органолептических показателей (появление вяжущего привкуса, свойственного хитозану, и снижение интенсивности запаха натурального сока). Установлено, что хитозан, измельченный до размеров частиц не более 0,2 мм, обладает наибольшими адсорбционными свойствами. После внесения размельченного хитозана в яблочный сок, произошло моментальное осаждение взвесей. После недолгого

перемешивания (3 – 5 минут) фильтровали полученную суспензию с помощью фильтровальной бумаги. Осветление заметно невооруженным взглядом, сок стал светлым с зеленовато-золотистым оттенком. Выпавший осадок отделяют имеет приятный желто-кремовый цвет, вкус и запах яблочного мармелада и может быть использован в пищевых целях.

Данный метод позволит сократить длительность процесса осветления и получить побочный пищевой продукт, пригодный для использования в лечебно-профилактических целях. Сравнительная характеристика использованных коагулянтов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика использованных коагулянтов

Коагулянт	Желатин	Бентонит	Хитозан
Продолжительность опыта	24 ч	24 ч	3-5 мин
Органолептические показатели	Цвет сока золотистый прозрачный	Цвет сока почти золотистый прозрачный с незначительной мутностью	Цвет сока светлый с зеленовато-золотистым оттенком
Скорость коагуляции	Медленно	Медленно	Мгновенно
Расход сока	10 – 20 %	10 – 20 %	30 – 35 %

Метод может быть использован при производстве плодово-ягодных натуральных прозрачных соков, в частности яблочного сока.

Литература

1. Гапонова, Л.В. Использование хитозана в пищевых технологиях [Текст] / Л.В. Гапонова, Т.А. Полежаева, А.Л. Кузьмин, Г.А. Матвеева // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2009. – № 1. – с. 55.

2. Сергеева, И.Ю. Стабилизация напитков с использованием хитозана [Текст] / И.Ю. Сергеева, В.А. Помозова, А.Л. Сыроватко, Е.А. Вечтомова, В.И. Брагинский и др. // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – с. 29 – 31.

ПОДБОР РАСЫ ДРОЖЖЕЙ И УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПШЕНИЧНОГО ПИВА

Н.С. Попырин, Т.С. Кляцкая, Е.Д. Рожнов

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск

В условиях современной жесткой рыночной конкуренции одним из основных направлений работы пивоваренных заводов является разработка новых рецептур продуктов. В настоящее время для пивоваренной отрасли России перспективным является производство пшеничного пива, обладающего свежим характерным вкусом и ароматом. Поэтому актуальным является создание оптимальных условий для производства пшеничного пива на условиях брожения и дображивания, а также выбор расы дрожжей, позволяющей получать качественный напиток с высокими органолептическими показателями.

Цель данной работы состояла в подборе расы пивоваренных дрожжей и определения оптимальных условий процесса сбраживания и дображивания пива при производстве пшеничного пива.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) приготовить пивное сусло на основе смеси пшеничного и ячменного солодов и изучить его физико-химические свойства;
- 2) сравнить пивоваренные дрожжи рас 11 и RH по отношению к сбраживанию сусла, приготовленного на основе смеси солодов;
- 3) установить оптимальные режимы сбраживания пивного сусла, полученного на основе смеси солодов;
- 4) оптимизировать процесс дображивания и созревания пива при получении пшеничного пива, производимого на основе смеси солодов.

Поскольку в пшеничном солоде доля высокомолекулярного азота достаточно высока, то традиционные режимы затираания начинают применять при температуре 35...45 °С. Затираание при начальной температуре 35 °С с постепенным повышением температуры до 50 °С стимулирует процесс расщепления β-глюкана. Для поддержания процессов расщепления белка проводили 30 минутную белковую паузу при температуре 50...52 °С. Для накопления достаточного количества мальтозы, а также декстринов с различной молекулярной массой, моно- и трисахаридов необходимо осуществление мальтозной паузы при температуре 60...63 °С. Завершающей стадией затираания являлось полное осахаривание под действием α-амилазы при температуре 72...72 °С. Гидромодуль при затираании составлял 1:3. Поскольку работа выполнялась в лабораторных условиях разделение затора осуществляли фильтрованием через рукавный фильтр из фильтроткани (лавсан). Охмеление сусла проводили гранулированным хмелем в количестве 2 г/дал сусла в три приема: 25 % – после 15 минут кипа, 50 % – через 30 минут кипа и 25 % – за 15 минут до окончания кипа. Общая продолжительность кипа составляла 1,5 часа.

В таблице 1 представлены качественные показатели полученного пивного сусла. Как можно видеть из приведенных данных полученный образец сусла полностью соответствует всем технологически значимым показателям при производстве пива.

С целью выбора дрожжей для получения пшеничного пива решено было изучить возможность использования наиболее распространенных на пивоваренных заводах России рас пивоваренных дрожжей 11 и RH. Модельное культивирование пивоваренных дрожжей указанных рас осуществляли на неохмеленном сусле с начальным содержанием экстрактивных веществ 11 %. Температура культивирования – 18 °С, продолжительность 24 ч. В ходе культивирования оценивали концентрацию дрожжевых клеток, а также изменение содержания экстрактивных веществ и изменение pH. Результаты представлены на рисунке 1. Как можно видеть нарастание общей биомассы для расы RH несколько выше чем для расы 11, к тому же продолжительность лаг-фазы при культивировании расы RH на пшеничном сусле меньше. Изменение pH для указанных рас дрожжей при культивировании незначительно. Изменение сухих веществ пропорционально нарастанию биомассы. Исходя из вышесказанного, для дальнейших опытов выбираем расу дрожжей RH.

Таблица 1 – Физико-химические показатели пшеничного сусла

Показатель	Значение	Регламентируемое значение
Плотность охмеленного сусла, г/см	1,060	-
Экстрактивность сусла, % масс.	10,74	11,00
Кислотность, к. ед	1,37	1,0...1,5
Цветность, ц.ед	0,92	до 1,2
Вязкость, мПа*с	1,54	1,3...1,7
Аминный азот, мг/л	42,7	не менее 35
Мальтоза г/ сусла	10,41	9,5...10,5
Отношение сахар/несахар	1/0,21	-
Осахаривание	полное	полное

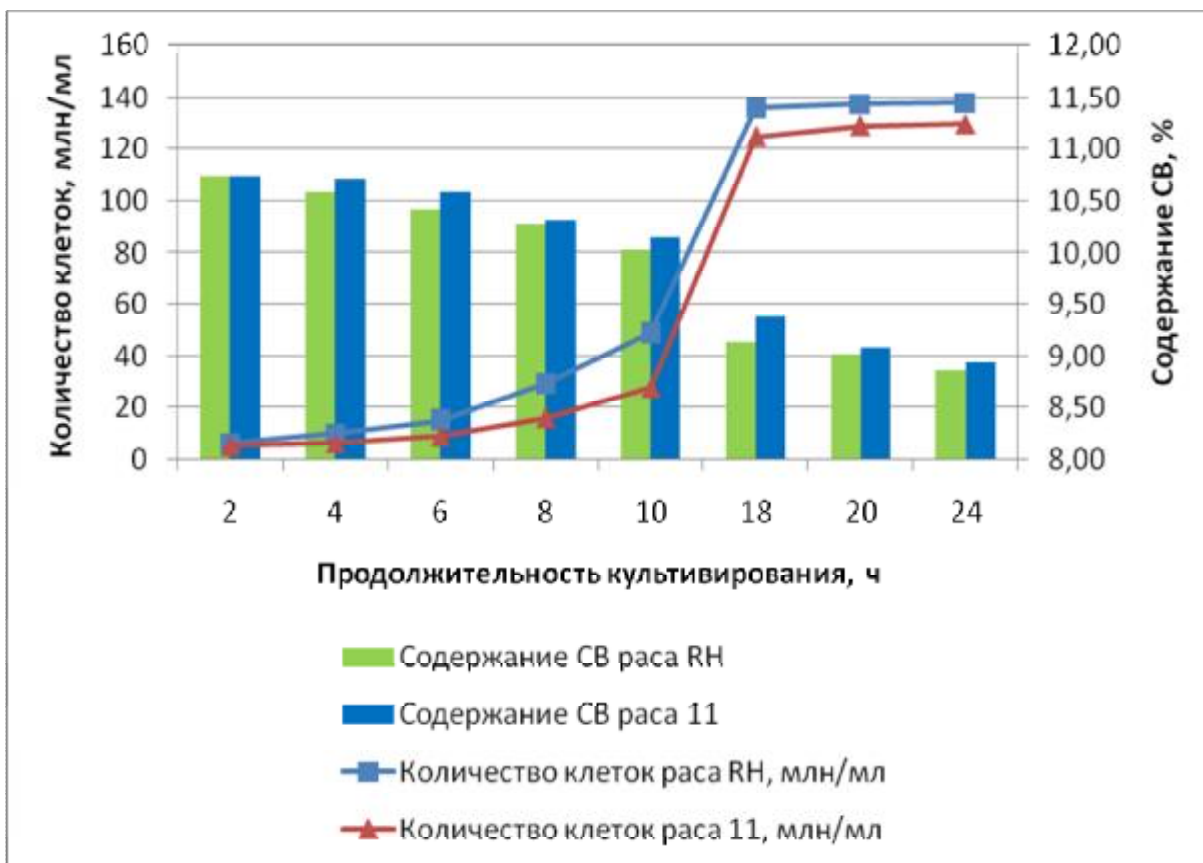


Рисунок 1 – Результаты культивирования дрожжей

Для проведения главного брожения, вносили пивоваренные дрожжи из расчета 0,5 л/г. При этом температура суслу при внесении дрожжей составила 12...15 °С, что необходимо для предотвращения температурного стресса пивоваренных дрожжей. Последующее культивирование осуществляли при температуре 8...10 °С. Для определения оптимальной продолжительности главного брожения, необходимо иметь в виду, что для правильного последующего дображивания остаточное содержание экстракта должно быть в пределах 1...1,2 %. Как можно видеть указанное остаточное содержание экстракта достигается на 6-е сутки.

Для проведения дображивания молодое пиво декантацией перемещали в емкость для дображивания, позволяющую организовать герметичное дображивание, необходимое для накопления оптимального количества двуокси углерода. Дображивание осуществляем при температуре 2...4 °С.

Как известно, одним из главных показателей при дображивании является количество вицинальных дикетонов, повышенное содержание которых, отрицательно сказывается на органолептических качествах напитка. Поэтому контроль дображивания осуществляли по этому показателю. Графически изменение содержания вицинальных дикетонов представлено на рисунке 2. На основании представленных данных, можно сделать вывод, что продолжительность дображивания должна составлять не менее 24...28 суток, так как указанная продолжительность позволяет снизить содержание вицинальных дикетонов до регламентируемых значений.

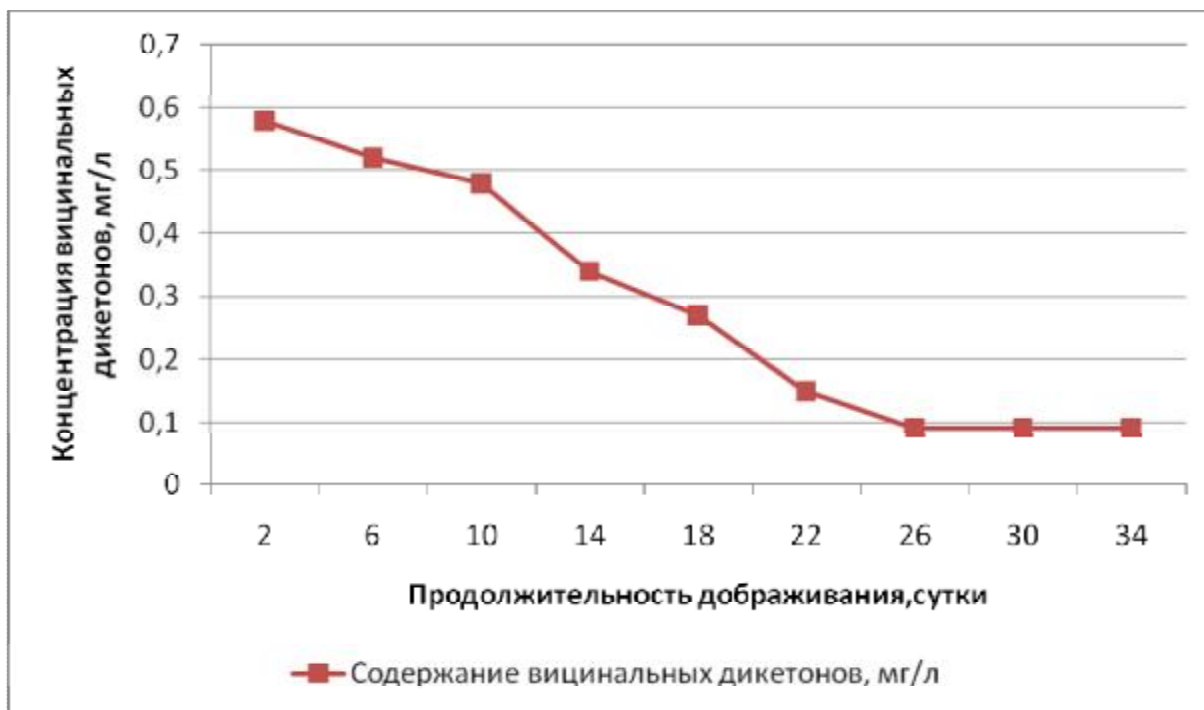


Рисунок 2 – Изменение содержания вицинальных дикетонов

В доброженном пиве определяли следующие качественные показатели: видимый и действительный экстракт, содержание спирта, видимую и действительную степень сбраживания, кислотность и цветность, а также органолептические характеристики. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические и органолептические показатели пшеничного пива

Показатель	Значение
1	2
Экстрактивность начального сусла, %	11,21
Массовая доля этилового спирта, % масс.	4,61
Кислотность, к.ед.	1,82
Цветность, ц.ед.	0,89
Действительная степень сбраживания, %	77,8
Органолептическая характеристика	Напиток янтарного цвета с легкой опалесценцией. Вкус стойкий, гармоничный, с легкой хмелевой горчинкой. Аромат сильно-развитый хмелевой. Приятный. Пена обильная, мелкопористая. Полностью соответствует заявленному типу напитка

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) отработана технология приготовления пивного сусла на основе смеси пшеничного и ячменного солодов, а также изучены его физико-химические свойства;
- 2) исследована возможность применения пивоваренных дрожжей рас 11 и RH для получения пшеничного пива, приготовленного на основе смеси солодов;
- 3) установлены оптимальные режимы сбраживания пивного сусла, полученного на основе смеси солодов;
- 4) оптимизирован процесс дображивания и созревания пива при получении пшеничного пива, производимого на основе смеси солодов.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ЭКСТРАГИРОВАНИЕ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*SÓRBUS AUCUPÁRIA*)

А.Ф. Сорокопуд, А.С. Мустафина, И.О. Ермилова
*Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
г. Кемерово, mustafina_as@mail.ru*

В связи с общим ухудшением экологической обстановки все большую актуальность приобретает повышение устойчивости организма человека к воздействию неблагоприятных факторов. Важное место отводится витаминам с целью оптимизации выполняемых ими функций в организме. Большой интерес в этой связи представляют собой витамины и витаминоподобные соединения, являющиеся неотъемлемыми компонентами растительных тканей [1].

Одним из приемлемых современных способов переработки плодово-ягодного сырья является экстрагирование, с последующей концентрацией полученного извлечения. Важное значение в технологии имеет подбор экстрагента. В пищевой промышленности чаще всего применяют воду.

Объектом исследований выбрали воду – водопроводную, кипяченую, дистиллированную. Рассмотрели как влияет качество воды на содержание витамина С при экстрагировании рябины обыкновенной. Вода в чистом виде бесцветна, прозрачна и не имеет ни вкуса, ни запаха. В зависимости от происхождения вода содержит различные растворенные вещества, главным образом кислород, двуокись углерода, минеральные соли, органические и неорганические соединения. В воде во взвешенном состоянии встречаются песок, ил, микроорганизмы, продукты распада органических веществ, промышленные и бытовые отходы [2].

Дистиллированная вода – очищенная вода, практически не содержащая примесей и посторонних включений. Получают перегонкой в специальных аппаратах – дистилляторах [3].

Водопроводная вода в своем составе имеет много химических элементов, но самый коварный хлор и его соединения. Хлор применяется для обеззараживания водопроводной воды и очистки от органических примесей [4].

Кипяченая вода – это доведение воды до кипения (получение кипятка). При кипячении воды оседают коллоидные частицы грязи, выпадают в осадок соли, образуя накипь, вода умягчается, уменьшается содержание легколетучих компонентов и часть свободного хлора, уничтожаются (точнее впадают в безвредную для человека фазу) практически все болезнетворные микробы, опасные бактерии, вирусы и возбудители паразитарных заболеваний, в воде не остается кислорода [5].

Богатый биохимический состав имеют плоды рябины обыкновенной. В ее плодах содержится от 15 до 225 мг/100 г витамина С [7].

Аскорбиновая кислота (АК) – водорастворимое вещество. Особенно быстро разрушается в присутствии кислорода воздуха, при нагревании в нейтральной или щелочной среде. Разлагается при высокой температуре, при соприкосновении с металлами быстро окисляется. Витамин С участвует во многих окислительно-восстановительных реакциях организма, синтезе некоторых гормонов, утилизации липидов, переходе железа из трехвалентного состояния в двухвалентное при его всасывании в кишечник [6].

Экстрагирование проводили методом мацерации. Для эксперимента использовали постоянную массу плодов равную 100 г. Измельченную массу заливали водой с температурой окружающей среды $t = 16^{\circ}\text{C}$. Емкости с настоем плотно закрывали крышкой, чтобы не проникал воздух и убирали в темное место. Показания снимали каждый час. В качестве варьируемого фактора был выбран гидромодуль $j=2,5; 5; 7,5$.

Определяли следующие показатели: содержание аскорбиновой кислоты, использовали иодатный метод по ГОСТ 7045-55 [8], содержание сухих веществ – использовали рефрактометрический метод по ГОСТ 28562-90 [9].

Результаты экспериментальных данных, приведенные на рисунке 1, 2, 3, показывают, что наиболее интенсивно извлекается витамин С дистиллированной водой. Максимальное извлечение АК наблюдается в первый час настаивания дистиллированной и кипяченой водой. Экстрагирование водопроводной водой показывает иной результат: максимальное значение АК достигается через 3 – 4 часа настаивания и затем её содержание в настое снижается.

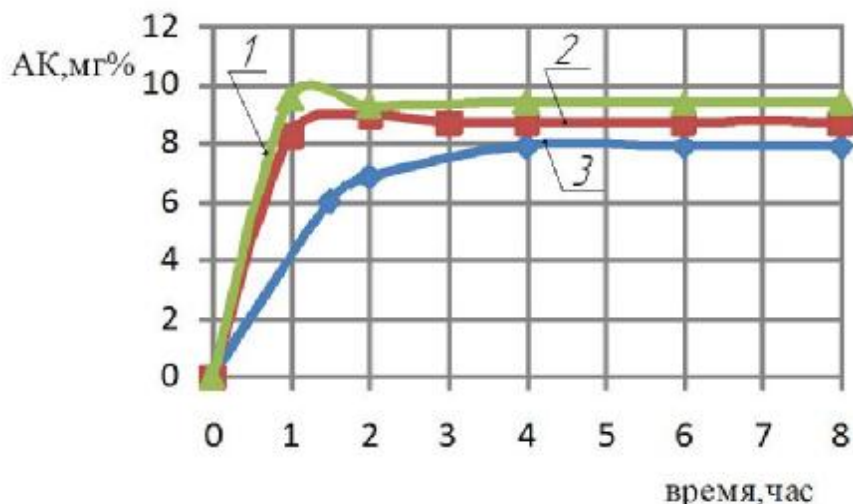


Рисунок 1 – Зависимость содержания витамина С от продолжительности мацерации при гидромодуле $j=2,5$: 1 – дистиллированная вода; 2 – кипяченая вода; 3 – водопроводная вода

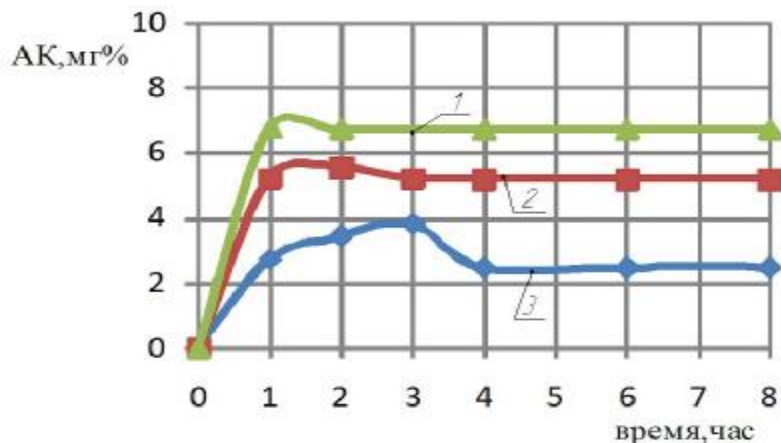


Рисунок 2 – Зависимость содержания витамина С от продолжительности мацерации при гидромодуле $j=5$: 1 – дистиллированная вода; 2 – кипяченая вода; 3 – водопроводная вода

Имеет среднее значение содержание АК при экстрагировании кипяченой водой (между дистиллированной и водопроводной). Кипяченая вода содержит меньше окислителей, чем водопроводная, т.е. содержание примесей в воде влияет на выход витамина С. В водопроводной воде содержится больше газов, видимо, поэтому происходит разрушение аскорбиновой кислоты при гидромодуле $j=7,5$ в 4 раза больше, чем в дистиллированной. Следовательно, водоподготовка необходима при экстрагировании растительного сырья и, чтобы исключить воздействие газов, нужно экстрагировать с помощью вакуума.

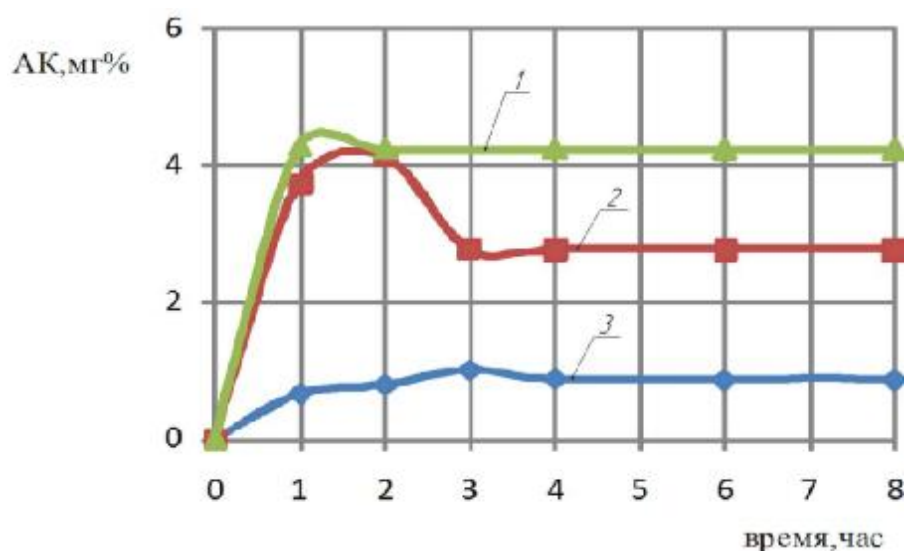


Рис.3 – Зависимость содержания витами С от продолжительности мацерации при гидромодуле $j=7,5$: 1 – дистиллированная вода; 2 – кипяченая вода; 3 – водопроводная вода

На рисунке 4, 5, 6 наглядно видно, что максимальное извлечение достигнуто через 4 часа экстрагирования. При гидромодуле 5 содержание сухих веществ в настое снижается в 1,5 раза, при гидромодуле 7,5 – в 2 раза, в сравнении с мацерацией при гидромодуле 2,5.

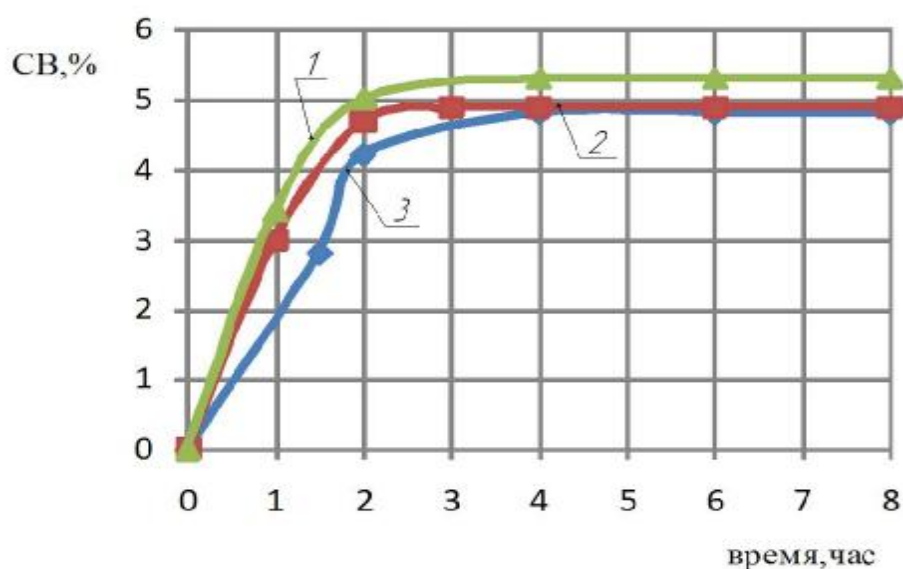


Рисунок 4 – Зависимость содержания сухих веществ от продолжительности мацерации при гидромодуле $j=2,5$: 1 – дистиллированная вода; 2 – кипяченая вода; 3 – водопроводная вода

Чем больше гидромодуль, тем в меньшей степени повышается концентрация, экстрагируемого вещества в растворителе. Вследствие этого движущая сила процесса оказывается большей и степень извлечения целевого компонента растет. Однако следует помнить, что процесс экстрагирования не конечный в технологии получения экстрактов, за ним следует выпаривание экстрагента. Чем больше растворителя расходуется на экстракцию, тем выше энергозатраты на концентрирование.

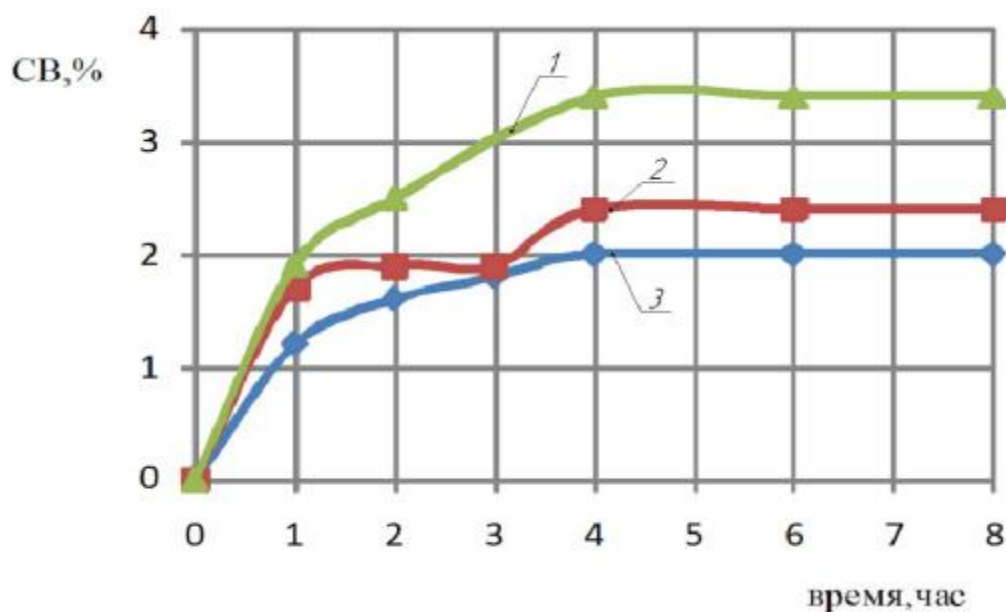


Рисунок 5 – Зависимость содержания сухих веществ от продолжительности мацерации при гидромодуле $j=5$: 1 – дистиллированная вода; 2 – кипяченая вода; 3 – водопроводная вода

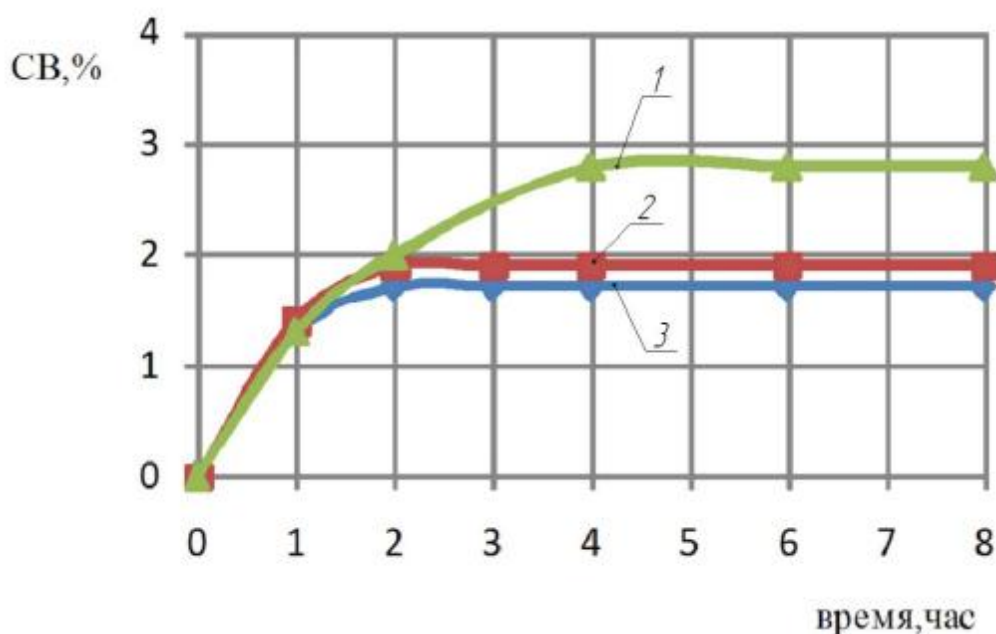


Рисунок 6 – Зависимость содержания сухих веществ от продолжительности мацерации при гидромодуле $j=7,5$: 1 – дистиллированная вода; 2 – кипяченая вода; 3 – водопроводная вода

Литература

1. Мустафина, А.С. Разработка технологии плодово-ягодных экстрактов с целью их использования в производстве молочных продуктов [Текст]: автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / А.С. Мустафина. – Кемерово, 1999. – 18 с.
2. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».
3. <http://ru.wikipedia.org/Вода>.
4. http://1996.spb.ru/o_vode/4_vodoprovodnaya_voda.htm.

5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
6. Богданова, А.В. Живые витамины. СПб: Крылов, 2010. – 160 с.
7. <http://herbalogya.ru/library/Sorbus.php>.
8. ГОСТ 28562-90 Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.
9. ГОСТ 7047-55 Витамины А, С, В₁, В₂ и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытание витаминных препаратов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ДОБАВКИ С ЦЕЛЬЮ ОБОГАЩЕНИЯ СЕЛЕНОМ

И.В. Хамаганова, И.С. Хамагаева, Н.Н. Слепцова

*Восточно-Сибирский государственный технологический университет,
г. Улан-Удэ, e-mail: xiv2609@mail.ru*

Вся территория Республики Бурятия располагается в региональной биохимической провинции с острым недостатком йода и селена.

Достижения современной науки и практический опыт свидетельствуют, что наиболее эффективным путем профилактики различных дефицитных состояний человеческого организма, наряду с применением специальных препаратов, является дополнительное обогащение необходимыми нутриентами продуктов массового потребления.

В последние годы активно ведутся разработки именно мясных продуктов функционального питания, обеспечивающих организм человека не только полноценным белком, но и изначально содержащих такие биологически активные компоненты, как витамины, аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (железо, цинк, селен) и др. Хотя, исследованиями установлено, что содержание селена в мясных продуктах, являющихся для населения республики основными источниками селена, колеблется от 68 до 143 мкг/кг сырой массы [1].

В республике уделяется большое внимание организации специальных медико-биологических мероприятий и существует острая потребность в пищевых продуктах, содержащих селен, в безвредной и доступной форме. В условиях широкого ассортимента биологически активных добавок (БАД) к пище, обогащенных селеном, отечественного и импортного производства очевидно, что с точки зрения безопасности и эффективности предпочтительнее органические источники селена.

На основе анализа биотехнологических свойств пробиотических микроорганизмов в Восточно-Сибирском ГТУ созданы различные варианты заквасок прямого внесения, БАД и предлагаются технологические решения, имеющие неоспоримые преимущества по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами.

Использование пропионовокислых бактерий для ферментативного селенирования позволило получить инновационную БАД нового поколения с полифункциональными свойствами – «Селенпропионикс». Высокая ферментативная активность бактерий способствует более эффективному протеканию реакций селенирования аминокислот в питательной среде, что повышает биологическую доступность микроэлемента.

Качественная характеристика бактериального концентрата, обогащенного селеном, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Качественная характеристика бактериального концентрата, обогащенного селеном

Показатель		Значение
Консистенция и внешний вид		Однородная. Допускается отделение сыворотки
Цвет		От бежевого до розового с белыми вкраплениями
Вкус и запах		Чистый, слегка кисловатый, без посторонних привкусов и запахов
Предельные значения pH		5,5–7,0
Содержание селена, мкг/мл		900
Концентрация экзополисахаридов, мкг/мл		53,0
Количество пропионовокислых бактерий, КОЕ/см ³ , не менее		1·10 ¹⁰
Активность гемовых ферментов	Супероксиддисмутаза (СОД), ед/мг белка	2,00
	Каталаза, мкат/мл	2950,0
	Пероксидаза, нмоль/мин·мг белка	1,113
Температура при выпуске с предприятия, оС, не более		6
Масса продукта (см ³), в которой не допускаются	БГКП (колиформы)	10
	<i>S.aureus</i>	10
	Патогенные микроорганизмы (в т.ч. сальмонеллы)	50
Дрожжи, КОЕ/г, не более		10
Плесени, КОЕ/г, не более		10

На основании вышеизложенного можно утверждать, что пропионовокислые бактерии полно проявляют свое действие в синергизме с эссенциальным микроэлементом селеном и такой подход суммирует положительный эффект пробиотических микроорганизмов и органически связанного микроэлемента.

Использование БАД к пище регламентируется нормами ее биологической безопасности и технологическими соображениями.

Рекомендуемая добавка отвечает всем требованиям современного промышленного производства: выпускается в охлажденном и замороженном виде (возможно в сухом), технологична, хорошо растворяется в воде и рассолах.

Технологический процесс производства функциональных (обогащенных) варено-копченых мясных продуктов осуществляют по схеме, представленной на рисунке 1.

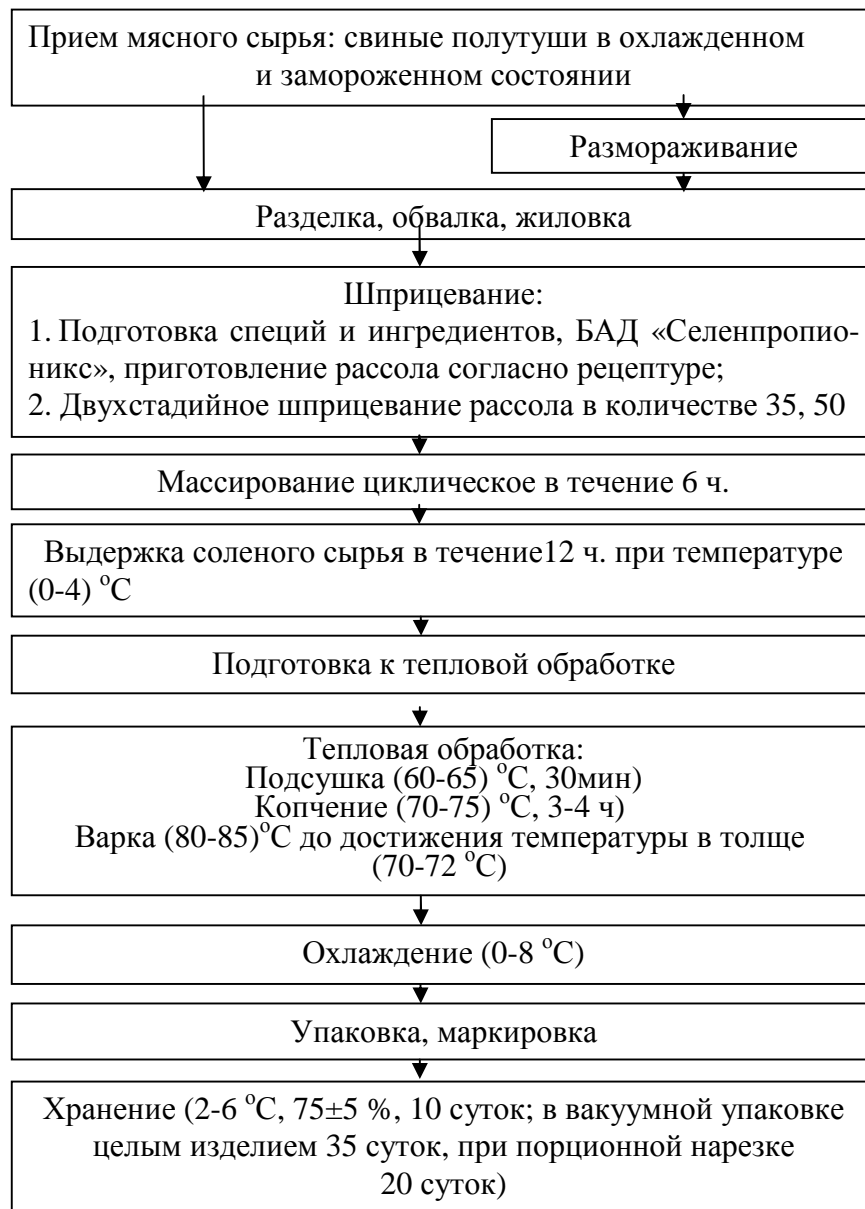


Рисунок 1 – Технологическая схема спроектированных функциональных варено-копченых продуктов из свинины

Особенностью технологии является добавление в шприцовочный рассол БАД «Селенпропионикс», предназначенной только для производства (с содержанием 900 мкг селена в 1 мл концентрата), обеспечивающей содержание селена 20 мкг на 100 г мясного сырья, что составляет 20 % от суточной потребности.

Особо следует отметить простоту реализации технологических решений, отсутствие особых дополнительных затрат, возможность внедрения в условиях как малых, так и крупных предприятий мясоперерабатывающей отрасли.

При промышленном использовании важное значение имеет срок хранения добавки. Исследованиями [2] было установлено, что при хранении при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий на протяжении первых 6 месяцев практически не меняется, через 10 месяцев уменьшается с 10^{12} до 10^{10} , т.е. селенобогатый бактериальный концентрат обладает более длительным сроком хранения, что обусловлено ингибированием селеном окислительных процессов.

Таким образом, высокоактивная добавка «Селенпропионикс» нашла практическую реализацию в мясной промышленности и разработанная технология позволяет, наряду с обогащением мясных продуктов селеном, изготавливать по сокращенной

технологии варено-копченые мясные продукты с высокими потребительскими свойствами и пролонгированным сроком годности. При этом гарантируется выпуск продукции приемлемой себестоимости.

Производство БАД организовано на базе малого инновационного предприятия МИП «БИФИВИТ» в ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный технологический университет» г. Улан-Удэ. Предприятие выпускает закваски прямого внесения бифидобактерий и пропионовокислых бактерий, обладающие высокой скоростью роста при биотехнологической обработке молочного, мясного, хлебопекарного сырья и обеспечивает высокое количество жизнеспособных клеток пробиотических микроорганизмов в готовом продукте. МИП поставляет бактериальные концентраты пробиотических микроорганизмов предприятиям Сибири и Дальнего Востока.

Литература

1. Бальжинимаева, С.К. Изучение пищевого сырья и продуктов питания в Республике Бурятия на содержание селена [Текст] / Сборник научных трудов. Серия: Биотехнология. Технология пищевых продуктов. Вып. 15. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2008. – С. 76-80.

2. Кузнецова, О.С. Исследование сроков хранения бактериальных концентратов, обогащенных селеном [Текст] / О.С. Кузнецова, И.С. Хамагаева // Вестник ВСГТУ. – 2010. – № 4. – С. 80-82.

ВЛИЯНИЕ КРУПНОСТИ ПОМОЛА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА

А.Н. Портных, Е.И. Пономарева, В.Ю. Кустов

*Воронежская государственная технологическая академия,
г. Воронеж, e-mail: larisa871119@mail.ru*

В настоящее время в хлебопечении большой интерес проявляется к муке, полученной из цельного зерна пшеницы. Она лишена таких недостатков, как удаление большей части витаминов и минералов, содержащихся в оболочке, алейроновом слое и зародыше, которые в традиционной муке исключаются. Мука из цельносмолотого зерна пшеницы содержит все части зерна, а значит и биологически важные соединения в составе жизнедеятельных тканей зародыша и алейронового слоя [1]. Она содержит богатый набор витаминов: тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), ниацин (В₃), пиридоксин (В₆), цианкобаламин (В₁₂), фолиевую (В₉) и пантотеновую (В₅) кислоты, инозитол (В₈), токоферол (Е) и β-каротин. Также в ее состав входит полный набор необходимых микроэлементов: магний, цинк, селен, железо, марганец, медь, кремний, фосфор, кальций, йод и т.д.

Особое место в получении цельносмолотой муки из зерна пшеницы занимает его помол. Муку получали дезинтеграционно-волновым помолом на дезинтеграторе в Воронежской государственной технологической академии на кафедре «Технология хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств». Зерно пшеницы, предварительно очищенное от посторонних примесей, промытое и просушенное подается в рабочую камеру дезинтегратора через загрузочную воронку, которая снабжена решеткой для дополнительного удаления сорных частиц, превышающих размер зерновок.

Электродвигатели приводят в движение измельчающие диски и стоят таким образом, что движение дисков происходит на встречу друг другу. За счет этой конструктивной особенности, высокого числа оборотов и маленького зазора между штифтами дисков зерно измельчается с более высокой степенью дисперсности, что позволяет получать продукт высокого качества.

В результате помола было получено пять образцов. Гранулометрический состав муки из цельносмолотого зерна пшеницы определяли на приборе «Гранулометр ГИУ-1».

В результате исследований был установлен средний размер частиц всех образцов, мкм: № 1 – 392; № 2 – 340; № 3 – 198; № 4 – 178 и № 5 – 164.

Целью исследований явилось изучение влияния размера частиц муки на напряжение сдвига и эффективную вязкость и газообразующую способность теста.

В качестве сырья использовали муку пшеничную первого сорта, муку из цельносомолотого зерна пшеницы, с различной крупностью частиц, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренную пищевую и воду питьевую.

Тесто готовили безопасным способом, замешивали на лабораторной тестомесильной машине АГ – 12 в течение 3 минут при скорости вращения $3,18 \text{ с}^{-1}$, влажностью 48 %. Свежезамешанное тесто помещали в термостат для брожения при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$. В результате определили газообразующую способность волюмометрическим методом [1].

После 120 мин брожения теста определяли напряжение сдвига и его эффективную вязкость на приборе «Реотест – 2» при скорости сдвига $1,8 \text{ с}^{-1}$.

Вязкость является характеристикой, которая описывает равновесное состояние между процессами восстановления и разрушения структуры [2].

Установлено, что с уменьшением размера частиц муки значение эффективной вязкости увеличивалось. Наибольшим значением ($919 \text{ Па}\cdot\text{с}$) обладал образец № 5, с размером частиц муки – 164 мкм, а минимальным ($334 \text{ Па}\cdot\text{с}$) – образец № 1 (рисунок 1).

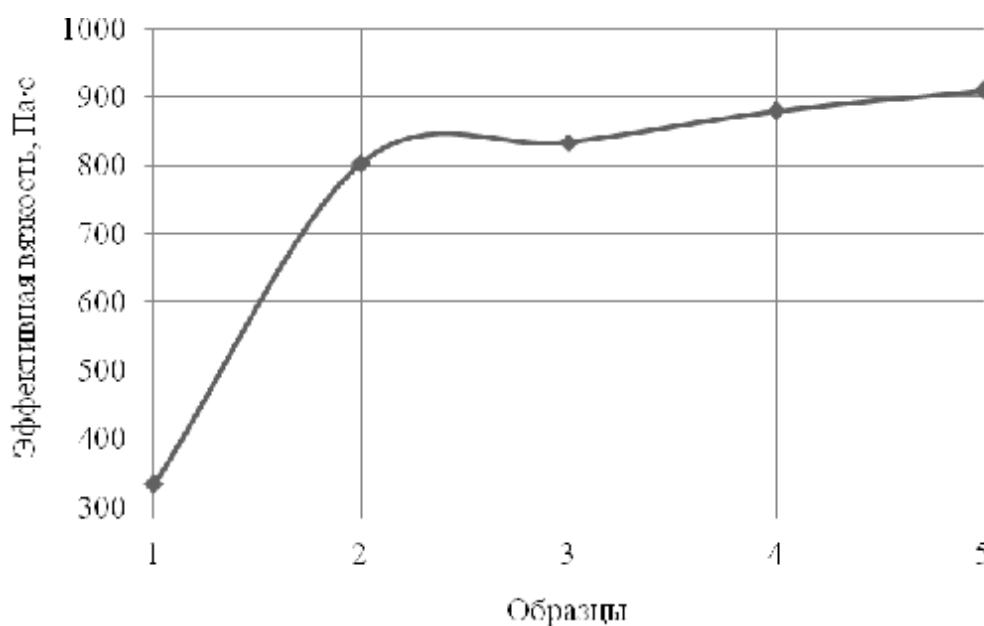


Рисунок 1 – Зависимость эффективной вязкости от размера частиц муки из цельносомолотого зерна пшеницы, мкм: 1 – 392; 2 – 340; 3 – 198; 4 – 178; 5 – 164

Выявлено, что максимальным значением газообразующей способности обладал образец № 3, а наименьшим – образец № 1. Это говорит о том, что при среднем размере частиц менее 198 мкм, зерна крахмала сильно повреждены, что снижает его атакуемость амилолитическими ферментами (рисунок 2).

Газообразующая способность теста изменяется в зависимости от наличия в муке сахаров, активности ее амилолитических ферментов и состояния крахмала, то есть от амилазно-углеводного комплекса муки. Атакуемость крахмала зависит в основном от размеров частиц крахмальных зерен и степени их механического повреждения при помоле зерна [3].

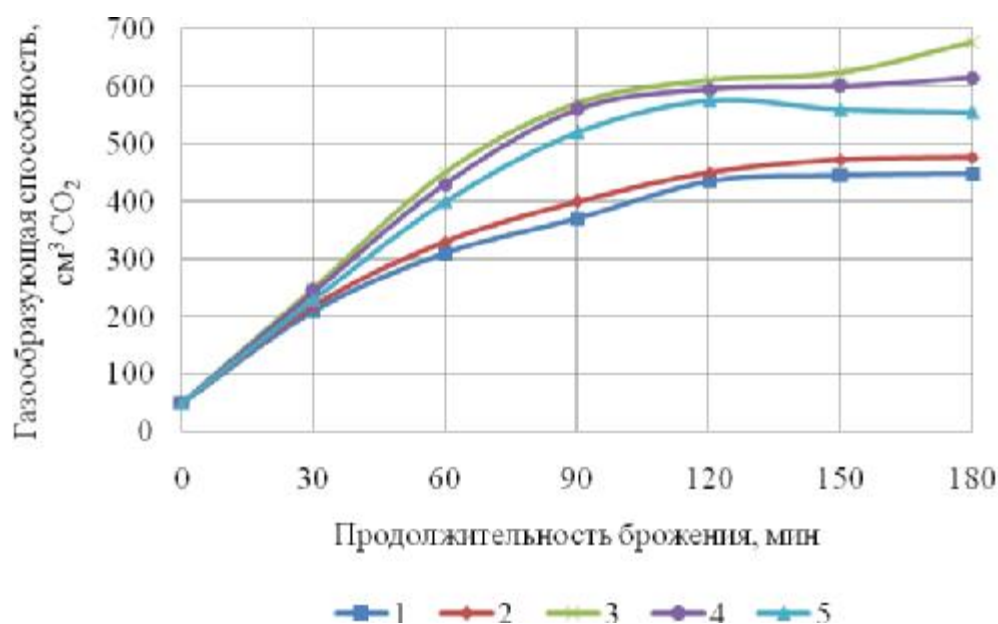


Рисунок 2 – Изменение газообразующей способности в зависимости от крупности частиц муки из цельносмолотого зерна пшеницы, мкм: 1 – 392; 2 – 340; 3 – 198; 4 – 178; 5 – 164

Таким образом, исследования показали, что размер частиц влияет на свойства теста. Установлено, что наибольшим значением газообразующей способности обладало тесто, замешанное из муки с крупностью помола 198 мкм, при этом эффективная вязкость полуфабриката – 834 Па·с.

Литература

1. Пащенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) [Текст] / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. – М.: КолосС, 2006. – 215 с.
2. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 212 с.
3. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства [Текст]: учебник / Л.Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА АРОМАТИЗИРОВАННОГО ОКРОШЕЧНОГО КВАСА

О.Н. Пахолкова, Е.Д. Рожнов

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск

В настоящее время производство безалкогольных напитков типа кваса претерпевает бурное развитие, в связи с чем, актуальным является разработка новых типов напитков, ориентированных на широкий круг потребителей. Одним из наиболее интересных и массовых сезонных напитков является окрошечный квас, получаемый согласно ГОСТ из экстрактов кваса с добавлением сахара, молочной кислоты и других вкусовых ингредиентов.

Цель работы состояла в изучении возможности использования концентрата квасного сула, приготовленного на основе смеси ячменного и ржаного солодов и экстрактов пряно-ароматического сырья при получении окрошечного кваса брожения.

Для осуществления данной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) Разработать способ производства ККС на основе смеси ржаного и ячменного солодов и изучить его качественные показатели;
- 2) Оптимизировать процесс приготовления смешанной культуры дрожжей и молочнокислых бактерий;
- 3) Изучить процесс получения водных экстрактов пряно-ароматического сырья;
- 4) Определить оптимальное соотношение «экстракт–квасное сусло» при получении сбраживаемого напитка типа кваса;
- 5) Провести сравнительную оценку физико-химических и органолептических показателей готовых напитков.

Концентрат квасного сусла получали по стандартной технологии предусматривающей получение ККС из сухих зернопродуктов, заменяя при этом ржаной ферментированный солод на светлый пивоваренный солод. Сусло, упаривали до содержания экстрактивных веществ 68,0...72,0 % в открытом чане с мешалкой при температуре кипения сусла и интенсивном перемешивании. Для придания ККС более развитого хлебного аромата проводили термообработку упаренного сусла при температуре 120 °С в течение 30 мин. Качественные показатели готового ККС представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Качественные показатели ККС на основе ячменного солода

Показатель	Опытные значения	Требования ГОСТ 28358–90
Массовая доля сухих веществ, %	70,7	68,0–72,0
Кислотность, см ³ 1М раствора щелочи на 100 г	29,2	16,0–40,0
Сбраживаемые сахара, г/100 мл	64,1	60–67
Цветность, ед. ЕВС	219,2	не более 240
Аминный азот, мг/100 г	48,6	не менее 30

Как можно увидеть из приведенных данных, полученный в работе концентрат квасного сусла полностью соответствует требованиям ГОСТ по основным физико-химическим показателям, и имеет отличный аромат хлебной корочки. Однако, цветность ККС несколько ниже, чем указано в ГОСТ, что при производстве крошечного кваса является допустимым, поскольку он имеет менее интенсивную окраску, чем традиционный питьевой квас.

Следующим этапом эксперимента являлся подбор микроорганизмов для получения смешанной закваски. Кроме хлебопекарных дрожжей, традиционно применяющихся в квасоварении, нами решено было апробировать также пивные (раса 11) и винные (раса «Турбо») дрожжи. В качестве источника молочнокислых бактерий в работе использовалась биологически активная добавка к пище «Биовестин Лакто», содержащая смесь бифидо- и лактобактерий. Приготовление смешанной закваски осуществляли по общепринятой в отрасли схеме.

При культивировании смешанной закваски осуществляли контроль кислотности среды, которая по окончании культивирования не должна была превышать 8...9 см³ 1М щелочи на 100 см³ среды. Как можно видеть из рисунка 1, наибольшее значение кислотности отмечено для закваски, приготовленной на основе хлебопекарных дрожжей и молочнокислых бактерий. Для заквасок, приготовленных на основе винных и пивных дрожжей характерно большее накопление спирта.

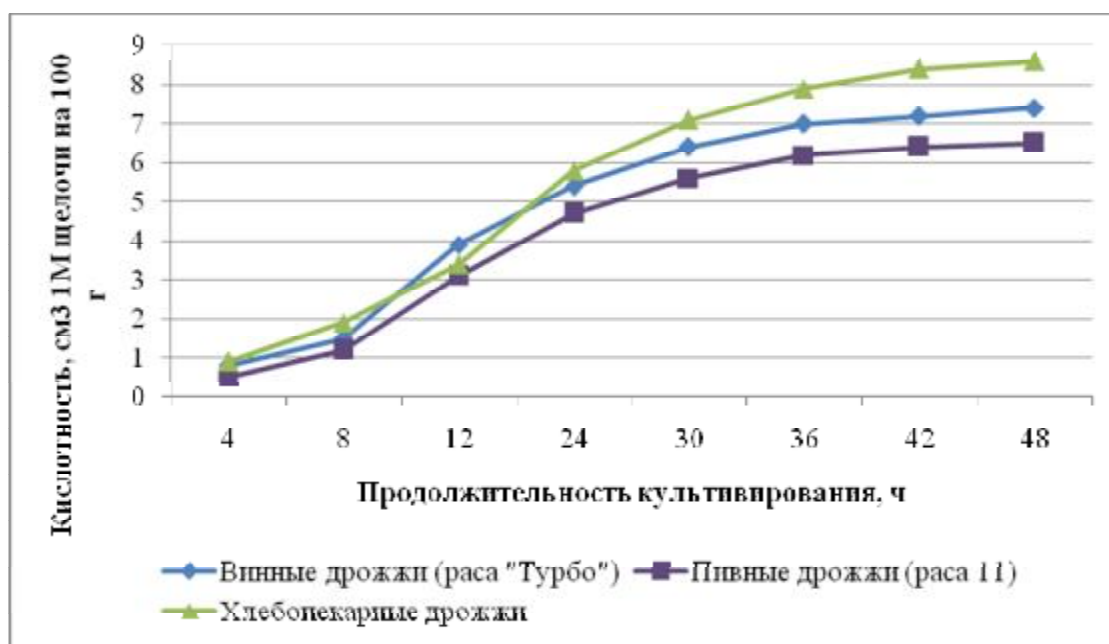


Рисунок 1 – Кислотность закваски

Таким образом, на основе полученных данных, оптимальной на наш взгляд является смешанная закваска, приготовленная на основе чистой культуры винных дрожжей и молочнокислых бактерий.

На основании литературных данных нами было установлено, что наиболее часто в рецептурах ароматизированных сброженных безалкогольных напитков встречаются такие пряно-ароматические растения как тмин, кориандр и укроп. Поэтому данные культуры было решено использовать и в этой работе.

Для получения экстрактов нами была выбрана технология настаивания измельченного сырья в водной среде при различной температуре и гидромодуле. При этом гидромодуль варьировали в следующем соотношении «сырье–экстрагент»: 1:5; 1:10 и 1:15. Температуру варьировали от 20 до 100 °С с шагом в 20 °С.

Как показали эксперименты оптимальным вариантом при приготовлении экстрактов из указанного пряно-ароматического сырья является проведение процесса при гидромодуле 1:10, температуре среды 100 °С и продолжительности 15...20 мин, поскольку остальные варианты являются более продолжительными и энергозатратными.

Полученные экстракты отделяли от отработанного сырья при помощи фильтрации, в готовых экстрактах определяли содержание СВ, титруемую кислотность, а также органолептические показатели представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Качественные показатели водных экстрактов сырья

Образец	Физико-химические показатели		Органолептическая характеристика
	Массовая доля СВ, %	Кислотность, см ³ 1М щелочи на 100 см ³	
Водный экстракт кориандра	7,8	0,8	Темно-коричневая, прозрачная жидкость с ярко выраженным ароматом кориандра. С горьковато-терпким, смолистым вкусом

Продолжение таблицы 2

Водный экстракт укропа	9,4	0,6	Темно-коричневая жидкость с сильным ароматом укропа, полностью соответствующим используемому сырью. Вкус сильно-пряный, вязущий
Водный экстракт тмина	8,2	0,7	Темно-коричневая, почти непрозрачная жидкость с сильным ароматом тмина. Вкус горький, сильно-пряный, с приятной

Для определения оптимального количества добавляемых экстрактов в квасное сусло перед сбраживанием осуществляли опытное сбраживание квасного сусла смешанной закваской винных дрожжей и молочнокислых бактерий с добавлением разного количества экстрактов тмина кориандра и укропа. В качестве модельных были приготовлены образцы сусла с содержанием экстрактов от 1 до 5 %. Брожение сусла осуществляли при температуре 25 °С до снижения содержания сухих веществ на 1 % и достижения кислотности 2...4 см³ 0,1М раствора щелочи на 100 см³ кваса.

Сброженные образцы кваса купажировали с сахарным сиропом направляли в холодильную камеру с температурой 2...4 °С для осветления и ассимиляции диоксида углерода в течении 24 часов.

Осветленном и охлажденном квасе определяли основные показатели качества и органолептические характеристики по принятой в отрасли 25-ти балловой системе.

В таблице 3 представлены физико-химические показатели сброженных квасов, как можно видеть, все образцы кваса полностью соответствуют требованиям ГОСТ.

В таблице 4 представлены органолептические характеристики полученных образцов кваса. Как можно видеть из представленных данных полученные квасы имеют легкую опалесценцию, и цвет, характерный для данного типа продукта. Все напитки характеризуются отличной насыщенностью углекислотой. Необходимо отметить, что наилучший аромат наблюдается в образцах, приготовленных с добавлением 3 % водного экстракта укропа и 4 % водных экстрактов тмина и кориандра по объему.

Таблица 3 – Физико-химические показатели квасов

Образец	Массовая доля СВ, %	Массовая доля спирта, %	Кислотность, см ³ раствора 1М щелочи на 100 см ³ кваса
Квас крошечный с кориандром	8,6	0,60	3,5
Квас крошечный с тмином	8,7	0,54	3,1
Квас крошечный с укропом	8,6	0,48	3,4
Требования ОСТ 18-118-82	5,4...5,8	0,4...0,6	2,0...5,0

Таблица 4 – Органолептические показатели квасов

Образец	Органолептическая характеристика	Балльная оценка
Квас крошечный с кориандром	Цвет светло-коричневый, с небольшой опалесценцией. С ярко-выраженным, приятным ароматом кориандра. С резким вкусом, приятным сладковато-кислым вкусом	23 балла (отлично)
Квас крошечный с тмином	Напиток светло-коричневого цвета с легкой опалесценцией. Аромат тмина ярко-выражен, приятный, запоминающийся. Вкус резкий, приятный, ненавязчивый, сладковато-кислый, полностью соответствует типу напитка	23 балла (отлично)
Квас крошечный с укропом	Напиток светло-коричневого цвета, опалесцирующий. Аромат укропа ярко выражен, слегка навязчивый. Вкус резкий, кисловато-сладкий, укропный, запоминающийся, полностью соответствует	21 балл (хорошо)

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) Разработан способ получения ароматизированного кваса на основе ККС из смеси солодов и экстрактов пряно-ароматического сырья;
- 2) Показано, что при получении крошечного кваса оптимальным является использование смешанной закваски, приготовленной на основе чистой культуры дрожжей и молочнокислых бактерий;
- 3) Определены оптимальные условия приготовления водных экстрактов тмина, кориандра и укропа для приготовления ароматизированного крошечного кваса;
- 4) Установлены оптимальные соотношения «экстракт–квасное сусло» при приготовлении ароматизированного крошечного кваса брожения;
- 5) Проведена сравнительная оценка физико-химических и органолептических показателей готовых напитков.

ХЛЕБ «ГАРМОНИЯ» – НОВЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Л.П. Пашенко, Т.А. Аушева, Д.В. Борисенко, А.В. Рязанцев

*Воронежская государственная технологическая академия,
г. Воронеж, plp_vgta@mail.ru*

Питание – один из основных факторов, влияющих на здоровье человека. В обеспечении нормальной жизнедеятельности организма определяющую роль при любом уровне развития общества играет питание. При этом с изменениями условий жизни человека изменяется и его фактическое питание, количество и состав пищи.

Хлебобулочные изделия занимают исключительно важное место в рационе питания населения нашей страны. Включение в их состав ингредиентов, придающих лечебные и профилактические свойства, позволит эффективно решить проблему профилактики и лечения многих заболеваний, связанных с дефицитом веществ, которые не поступают в организм человека с продуктами питания или поступают в недостаточных количествах. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий может быть достигнуто путем применения местного натурального и нетрадиционного сырья, позволяющего варьировать химический состав продукции и придавать ей желаемые функциональные свойства.

В качестве таких функциональных компонентов нами был использован порошок из сушеных плодов боярышника и цевочный (костный) жир.

Зрелые плоды боярышника мягкие, мучнистые, по лечебной ценности мало уступают шиповнику. Они содержат до 10 % сахаров, в основном фруктозу, что позволяет использовать их для профилактики диабета, а также комплекс биологически активных веществ – тритерпеновых кислот, холина и ацетилхолина, кверцетина, дубильных и красящих веществ (1,8 %), фитостеринов, винной и лимонной кислот, витаминов А (6,2 мг %), С (22 мг %). Боярышник относится к растениям, наиболее богатым полифенолами: их содержание в плодах достигает 1410 мг %, причем 870 мг % приходится на долю катехинов – биологически наиболее активных полифенолов (в том числе 800 мг % свободных); флавонолов в плодах 27 мг %, антоцианов – 56 мг %. Довольно много пектина (до 1,5 %), который выводит из организма соли тяжелых металлов и другие вредные вещества. Кроме того, в плодах имеются соли кальция, калия, фосфора и др. макро- и микроэлементы. Плоды боярышника служат источником легкоусвояемых минеральных веществ, что весьма важно для поддержания кислотно-щелочного равновесия в организме человека [1].

Боярышник обладает выраженным кардиотоническим действием: способствует усилению сокращений миокарда, уменьшает его возбудимость; тритерпеновые кислоты усиливают кровообращение в венечных сосудах и сосудах мозга, повышают чувствительность сердечной мышцы к действию сердечных гликозидов, а также устраняют дискомфорт и боли в области сердца. Вещества боярышника оказывают расширяющее действие на сосуды сердца и улучшают усвоение кислорода сердечной мышцей (она начинает сокращаться сильнее и реже), снимают аритмию. Также боярышник снижает кровяное давление и оказывает успокаивающее действие. Препараты боярышника применяют в комплексной терапии функциональных расстройств сердечной деятельности, кардиалгий, климактерического синдрома, гипертонической болезни, астено-невротических состояний. Благодаря своему химическому составу, высушенные плоды боярышника целесообразны для применения в хлебопекарной промышленности с целью обогащения хлебобулочных изделий и придания им функциональных свойств.

Введение в качестве жиросодержащего компонента цевочного (костного) жира взамен маргарина имеет существенное положительное влияние на качество и свойства продукта. Массовая промышленная переработка жиров, масел и содержащих их пищевых продуктов в значительной мере снизила содержание эссенциальных жирных кислот в нашем пищевом рационе. Более того, произошло огромное увеличение количества ненатуральных жиров, содержащих трансжирные кислоты из-за гидрогенизации растительных масел при их производстве. К таким продуктам относится и всем известный маргарин. При производстве маргарина в процессе частичной гидрогенизации ненасыщенные жирные кислоты превращаются в насыщенные, среди которых часто встречаются трансизомеры, оказывающие на организм негативное воздействие: повышают уровень холестерина в крови, нарушают нормальную работу клеточных мембран, способствуют развитию сосудистых заболеваний.

Многие эксперты считают, что приблизительно 80 % населения нашей страны потребляет недостаточное количество эссенциальных жирных кислот (ЭЖК). В составе ЭЖК различают 3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – линоленовую (ω -3), линолевую (ω -6) и олеиновую (ω -9). Ежедневная потребность в них равна 10 – 20 % от общего количества получаемых калорий. Недостаточность этих нутриентов представляет серьезную угрозу для здоровья.

У ЭЖК в организме множество различных функций. Они используются для образования жира, который покрывает и защищает внутренние органы. Расщепляясь, жирные кислоты выделяют энергию. Но самое главное состоит в том, что они участвуют в формировании мембран клеток организма. ЭЖК оказывают воздействие на синтез простагландинов, лейкотриенов и тромбоксанов. Эти соединения регулируют важные

функции организма, такие как артериальное давление, сокращение отдельных мышц, температура тела, агрегация тромбоцитов и воспаление. Чтобы контролировать все эти функции, организм синтезирует специфические соединения – простагландин, лейкотриен или тромбоксан из ЭЖК, содержащиеся в пищевых жирах, которые мы потребляем.

Важно соотношение линолевой (ω -6) и линоленовой (ω -3) кислот, которое согласно рекомендациям Института питания РАМН должно составлять от 3:1 до 5:1. Большинство жировых продуктов содержат линолевою и линоленовую кислоты в соотношении, далеком от рекомендуемого. Достигнуть рекомендуемого соотношения можно за счет применения цевочного (костного) жира вместо маргарина. Содержание ненасыщенных жирных кислот в этом продукте, %, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав цевочного жира и маргарина

Жирные кислоты, %	Цевочный жир	Маргарин
Линоленовая (ω -3)	0,9	0,8
Линолевая (ω -6)	2,7	8,0
Олеиновая (ω -9)	51,7	43,0
Соотношение кислот: линолевая (ω -6) : линоленовая (ω -3)	3:1	10:1

Отличительная особенность цевочного жира – высокое содержание лецитина (0,131–0,176 %), что значительно выше, чем у свиного (0,03 %) и говяжьего (0,035 %). Благодаря этому он обладает хорошей эмульгирующей способностью. Значение лецитина для организма человека трудно переоценить. Он является основным питанием для всей нервной системы, обеспечивает нормальный обмен фосфолипидов, замедляет наступление раздражительности, нервных срывов, усталости, способствует концентрации внимания, хорошей памяти, снижает уровень холестерина в крови, улучшает функцию печени и почек, препятствует образованию желчных камней, помогает усвоению жирорастворимых витаминов А, D, Е и К [2].

Нами был разработан способ приготовления хлеба «Гармония» с применением порошка из сушеных плодов боярышника (ТУ 9164-002-15238859-03) и цевочного жира (ГОСТ 5292-82). Введение этих компонентов при замесе теста позволяет улучшить органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий – по удельному объему на 10,4 %, по пористости – на 10,3 % (таблица 2), повысить их пищевую ценность: по белкам, жирам и углеводам – на 7,8, 81,3 и 6,1 %, соответственно (таблица 3). В значительной мере повышается содержание аскорбиновой кислоты – основное питательное вещество в рационе человека, антиоксидант, обеспечивает нормальное функционирование костной и соединительной ткани, калия (необходим для поддержания кислотно-щелочного и нормализации водного баланса в организме человека) и магния (является необходимым условием для протекания многих ферментативных реакций в организме человека). Обогащение изделий порошком из сушеных плодов боярышника и цевочного жира придает им лечебно-профилактические и функциональные свойства, что позволяет рекомендовать хлеб «Гармония» всем возрастным группам населения.

Таблица 2 – Органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий

Показатели качества	Контроль (с введением 1,5 % боярышника сушеного дробленного к массе пшеничной муки) [3]	Хлеб «Гармония» (с введением 10 % порошка из сушеных плодов боярышника к массе пшеничной муки и заменой маргарина на
Органолептические показатели		
Внешний вид		
- форма	Правильная	
- поверхность	Гладкая, без крупных трещин и подрывов	
- цвет	Желтый с коричневатым оттенком	Темно-желтый с коричневатым оттенком
Состояние мякиша		
- пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь	
- эластичность	Эластичный	Более эластичный
- пористость	Равномерная, без следов непромеса	
Вкус	С легким привкусом боярышника, сладкий	С выраженным вкусом боярышника, сладкий, приятный, сдобный
Запах	Свойственный пшеничному хлебу, присутствует легкий запах боярышника	Выраженный аромат плодов боярышника, приятный, сдобный
Физико-химические показатели		
Влажность, %	40,0	41,5
Пористость, % (прирост по сравнению с прототипом, %)	68,0	75,0 (+10,3)
Кислотность, град	2,5	3,0
Удельный объем, см ³ / 100 г (прирост по сравнению с прототипом, %)	328,0	362,0 (+10,4)

Таблица 3 – Пищевая ценность готовых изделий

Показатель	Контроль (с введением 1,5 % боярышника сушеного дробленого к массе пшеничной муки) [3]		Хлеб «Гармония» (с введением 10 % порошка из сушеных плодов боярышника к массе пшеничной муки и заменой маргарина на цевочный жир)	
	Содержание в 100 г готового изделия, г	Степень удовлетворения суточной потребности человека, %	Содержание в 100 г готового изделия, г*	Степень удовлетворения суточной потребности человека, %
Белки	7,7	10,3	8,3 (+7,8 %)	11,1
Жиры	3,2	3,9	5,8 (+81,3 %)	7,0
Углеводы	54,3	13,7	57,6 (+6,1 %)	14,6
Витамины				
Тиамин (В ₁)	0,142	9,45	0,150 (+5,6 %)	10,00
Рибофлавин (В ₂)	0,043	2,40	0,060 (+39,5 %)	3,30
Пантотеновая кислота (В ₃)	0,306	6,10	0,340 (+11,1 %)	6,80
Аскорбиновая кислота (С)	0,870	1,24	5,800 (> в 6,7 раз)	8,30
Токоферол (Е)	2,618	26,20	2,720 (+3,9 %)	27,20
Минеральные вещества				
Калий (К)	148,3	4,25	297,5 (> в 2,0 раза)	8,50
Магний (Mg)	17,6	4,40	41,9 (> в 2,4 раза)	10,50
Кальций (Ca)	19,6	1,96	25,7 (+31,1 %)	2,60
Фосфор (P)	70,0	7,00	72,8 (+4,0 %)	7,30

Примечание: * – в скобках приведен прирост показателей по сравнению с контролем
Для хлеба «Гармония» подана заявка на регистрацию патента РФ.

Литература

1. Джабоева, А. С. Качественный состав фенольных соединений дикорастущего боярышника / А.С. Джабоева, А.С. Кабалоева, Д.Ю. Батчаева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 10. – С. 64–65.
2. Файвишевский, М.Л. Костный жир и направления его использования [Текст] / М.Л. Файвишевский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 5. – С. 74–77.
3. Письменный, В.В. Хлеб с боярышником [Текст] / В.В. Письменный, С.И. Ситникова, Е.Н. Нурматова // Хлебопечение России. – 2006. – № 2. – С. 36–37.
4. Пащенко, В.Л. Плоды боярышника – перспективный ингредиент в технологии производства бисквита [Текст] / В.Л. Пащенко, Т.Ф. Ильина, Т.И. Ермоленко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 3. – С. 56–57.

ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРУДОВЫХ ВИДОВ РЫБ К СОЗРЕВАНИЮ ПРИ ПОСОЛЕ

Буй Суан Донг¹, М.Д. Мукатова²

¹Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань, e-mail: phuongdongrs@mail.ru

²Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань, e-mail: nilpz@mail.ru

1-Введение: В настоящее время производство пресервов из рыбы переживает новый этап своего развития – период освоения выпуска пресервов из новых видов сырья, в том числе из слабосозревающих. Трудность этого периода производства пресервов заключается в том, что органолептические свойства пресервы из новых видов сырья значительно отличаются от подобной продукции из традиционных рыб, составивших основу выпуска рыбной продукции в середине XX века и сформировавших основные требования потребителя к легкосозревающему продукту.

При созревании соленой рыбы расщепление белков мышечной ткани обуславливается воздействием двух групп протеаз: пептидгидролаз мышечной ткани и пептидгидролаз желудочно-кишечного тракта. Гидролиз белков в соленой рыбе протекает в одних случаях медленно, в других – быстро; существуют рыбы, мясо которых вообще не обладает способностью к созреванию. Определение способности рыб к созреванию в соленом виде, как правило, определяется проведением экспериментов, связанных с дозировкой соли и подбором условий хранения. Поэтому уже на самых ранних этапах исследований ставится задача найти те показатели, которые позволили бы в заранее по содержанию жира и белков в мясе свежих рыб определить способность их к созреванию [1, 2].

В связи с этим, целью данной работы является оценка способности мышечной ткани прудовых видов рыб к созреванию при посоле на примере объектов аквакультуры: белый амур (*Stenopharyngodon*), карп (*Cyprinus carpio*) и толстолобик (*Hypophthalmichthys*) осеннего вылова в прудах Астраханской области. Из поставленной цели вытекают следующие задачи: – изучение химических составов и определение коэффициента созревания мышечной ткани выбранных видов рыб; -определение глубины гидролиза белков мышечной ткани свежее-выловленных объектов при pH 6-6,5; -установление аминно-небелкового коэффициента (К) гидролизатов, полученных из исследуемых объектов; -определение кислотно-щелочного коэффициента выбранных видов рыб.

2- Экспериментальная часть: В процессе проведения экспериментов был изучен химический состав мышечной ткани исследуемых объектов по ГОСТ 7636-85 и рассчитана энергетическая ценность их мяса (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав прудовых видов рыб осеннего вылова

Вид рыбы	Содержание, %				Энергетическая ценность, Ккал/100г
	воды	белка	жира	золя	
Белый амур (<i>Stenopharyngodon</i>)	73,8	18,7	6,0	1,5	128,8
Карп (<i>Cyprinus carpio</i>)	76,7	17,1	4,6	1,2	109,8
Толстолобик (<i>Hypophthalmichthys</i>)	74,0	16,3	8,1	1,3	138,1

Анализ данных таблицы 1 показывает, что толстолобик, карп, белый амур относятся к белковым видам рыбам [по классификации Леванидова И.П.]. Содержание белка в мышечной ткани исследуемых рыб в среднем составляет от 16 - 18,7 %. Общее содержание жира в мышечной ткани толстолобика (8,1 %) значительно больше, чем карпа и белого амура, составляющих 4,6 и 6,0 % соответственно. Такая же закономерность сохраняется по уровню энергетической ценности их мяса и соответствующих уровням содержания жира от 109,8 до 138,1 ккал/100г.

Коэффициенты созревания ($K_{\text{созр}}$), были определены отношением количественного содержания жира ($Ж$), к количественному содержанию белка ($Б$) по формуле 1

$$K_{\text{созр}} = Ж/Б \quad (1)$$

Левиева Л.С. (1964-1966) предложила оценивать способность рыб к созреванию по кислотно-щелочному коэффициенту, показывающему количественное отношение образующихся в тканях рыб в процессе созревания соединений кислого и щелочного характеристика. По мнению Левиевы кислотно-щелочной коэффициент характеризует способность соленых рыб к созреванию, но и степень их созревания, что часто используется при оценке качества данного вида продукции [2, 3].

Результаты опытов, проведенных нами на кафедре «Пищевая биотехнология и технология продуктов питания» Астраханского государственного технического университета по оценке способностей прудовых видов к созреванию при посоле определением кислотно-щелочного коэффициента показали, что толстолобик, белый амур и карп относятся к слабосозревающим видам рыб, так как кислотно-щелочной показатель составляет от 0,17-0,19, у рыб с указанным коэффициентом кислотно-щелочным продолжительность созревания составляет 4-6 месяцев, при температуре 0÷20 °С и содержании соли в пределах 7,5-9,0 % (таблица 2).

По мнению исследователей: Леванидова, Мясоедовой, Чижовой, 1973 о способности мяса соленых рыб к созреванию можно судить по глубине гидролиза (K_2) белков мышечной ткани свежей рыбы при рН 6÷6,5. Она находится в прямой зависимости от активности пептидгидролаз в мышечной ткани и выражается формулой 2.

$$K_2 = \frac{N_{\text{НБ}}}{N_{\text{БА}}} \times 100\% \quad (2)$$

где $N_{\text{НБ}}$ - количество небелкового азота, образовавшегося при гидролизе измельченной мышечной ткани при 37 °С в течение 18 ч в буферном растворе рН которого соответствует рН сока мышечной ткани; $N_{\text{БА}}$ - количество белкового азота, содержащегося в мышечной ткани до процесса гидролиза.

Кроме того, было показано, что аминно-небелковый коэффициент $K_{\text{АН}}$ по формуле 3, т.е. отношение азота концевых аминных групп $N_{\text{АМ}}$ к небелковому азоту $N_{\text{НБ}}$ у гидролизатов, полученных при рН 6÷6,5 (K_1) выше, чем при рН 3,5 (K_2) [2].

$$K_{\text{АН}} = \frac{K_1}{K_2} \quad (3)$$

Результаты исследований по определению показателей: глубина гидролиза белков при рН тканевого сока K_2 и аминно-небелковый коэффициент $K_{\text{АН}}$ прудовых видов рыб приведены в таблице 2.

По мнению исследователей Леванидова, Купины, Слуцкой, 1984 о способности мяса соленых рыб к созреванию: если хотя бы один из исследованных показателей, ниже указанных в таблице 2 пределов величины, рыба не будет созревать при посоле [2].

Таблица 2 – Оценка способности мышечной ткани прудовых видов к созреванию при посоле

Наименование показателей	Характеристика показателей процесса созревания			
	по литературным данным	Исследованных видов рыб		
		Толстолобика	Карпа	Белого амура
1. Глубина гидролиза белков, % (K_2)	$K_2 > 4$ %: созревающие $K_2 = 2 \div 4$ %: среднесозревающие $K_2 < 2$ %: слабосозревающие	1,7	1,42	2,1
2. Аминно-небелковый коэффициент ($K_{АН}$)	$K_{АН} > 1,5$ созревающие $K_{АН} < 1,5$: слабосозревающие	1,2	0,8	1,3
3. Коэффициент созревания ($K_{созр}$)	$K_{созр} \geq 0,7$: созревающие $K_{созр} = 0,18 \div 0,7$: среднесозреваемые $K_{созр} \leq 0,18$: слабосозревающие	0,5	0,27	0,32
4. Кислотно-щелочный коэффициент (K_3)	$K_3 > 3$: быстросозревающие $K_3 = 0,2 \div 0,3$: среднесозревающие $K_3 < 0,2$: слабосозревающие	0,19	0,173	0,17
Общая оценка способности рыбы к созреванию при посоле		Слабосозревающая	Слабосозревающая	Слабосозревающая

Анализ полученных данных таблицы 2 показывает, что мышечная ткань толстолобика, белого амура и карпа относится к рыбам, слабо созревающим при посоле.

3-Вывод: Оценка способности мышечной ткани прудовых видов рыб к созреванию при посоле показала, что прудовые виды рыб: толстолобик, карп, белый амур относятся к слабосозревающим при посоле. Результаты исследований могут быть применены при проектировании производства рыбных пресервов из слабосозревающих объектов аквакультуры.

Литература

4. Левиева Л.С. Оценка способности сельдевых рыб к созреванию // Рыбное хоз-во. – 1964. – № 9. – С. 69-72.
5. Леванидов, Н.М., Купина И.П., Слуцкая Т.Н. Методика определения способности мяса соленых рыб к созреванию // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 9. – С. 62–63.
6. Разумовская Р.Г. Контроль производства аналогов и комбинированных пищевых продуктов из гидробионтов // Астрахань, 2007. – 130 с.

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ ВНОСИМЫХ ФИТОДОБАВОК НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЙНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Д.В. Леонов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, topt@topt.tstu.ru.

Регулярные массовые обследования различных групп населения Российской Федерации, подтверждают широкое распространение дефицита микронутриентов у большей части детского и взрослого населения, важнейшими из которых являются витамины (С, В1, В2, В6, фолиевая кислота, β -каротин), минеральные вещества (кальций, натрий, калий; микроэлементов: йод, фтор, селен, цинк, железо), пищевые волокна и полиненасыщенные жирные кислоты.

Дефицит витамина С выявляется у 60-80 % обследуемых людей, витаминов В1, В2, В6, фолиевой кислоты у 40-80 %, более 40 % населения имеет недостаток каротина [1]. Следует отметить, что недостаточное потребление микронутриентов, в том числе витаминов, становится массовым и постоянно действующим фактором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье, рост и жизнеспособность всей нации.

Преобразования на рынке кондитерских изделий, происходящие в последние годы, существенно изменили подходы к производству продуктов этой группы. Кондитерская продукция из высококалорийных десертов постепенно становится важным компонентом ежедневного пищевого рациона людей всех возрастов. Она все больше места занимает в ассортиментном перечне школьных завтраков, увеличивается спрос на кондитерские изделия диетического и функционального назначения.

Существенным недостатком кондитерских изделий, является практически полное отсутствие биологически активных веществ (БАВ) за счет использования бедного по витаминно-минеральному составу сырья (сахар, патока и др.) и дополнительного разрушения БАВ в ходе технологической обработки. В связи с этим химический состав данной продукции нуждается в значительной коррекции: увеличении содержания БАВ и одновременном снижении энергетической ценности.

Из огромного разнообразия видов растений человек использует как источники витаминов очень малую часть. Еще более узок видовой состав промышленного витаминного растительного сырья. Значительная часть потребности в витаминах покрывается за счет химического синтеза. Основной причиной сложившейся ситуации является недостаточная изученность химического состава растительного сырья, колебание содержания БАВ в зависимости от времени сбора, условий произрастания, хранения и переработки, а также более сложные в технологическом и машинно-аппаратурном плане, по сравнению с синтетическими витаминами и премиксами, способы внесения растительных полуфабрикатов.

В последнее время интерес к витаминным препаратам из природного сырья возрос в связи с их более высокой физиологической активностью. В таких препаратах витамины представлены комплексами биологически активных изомеров различной функциональной направленности, что обуславливает более широкий спектр и синергизм действия. Природные витамины стереоспецифичны для человеческого организма, исторически адаптированного к ним. Как правило, природные витаминные комплексы более стабильны, чем индивидуальные синтетические витамины [2].

Перспективными природными источниками БАВ, вкусоароматических и красящих веществ для кондитерской промышленности могут стать растения семейства *Urticaceae* широко распространенные на территории РФ, основным представителем которого является крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), заготовка которой налажена в промышленных масштабах в виде лекарственного технического сырья ГОСТ 12529-67 и других полуфабрикатов.

Объектами исследования служили желейные массы и студни, изготовленные на

основе сахар, патоки, лимонной кислоты, цитрата натрия, цитрусового высокоэтерифицированного пектина Unipectin PG DS (степень этерификации 60 %) и добавок крапивы. Отбор масс для исследования проводили после стадии темперирования, реологические характеристики оценивали с помощью ротационного вискозиметра оснащенного устройством термостатирования. Содержания сухих веществ во всех образцах масс было равно 75 %.

Крапиву использовали в виде:

– порошков различной дисперсности (0,14-0,2 мм, 0,2-0,25 мм) в сухом виде и в виде суспензии порошок-вода, изготовленных из высушенного резанного лекарственного технического сырья;

– экстракта из высушенного резанного лекарственного технического сырья, экстракцию сырья осуществляли методом мацерации 70 % этиловым спиртом при температуре 20 °С в течение 30 мин;

– концентрированного водного экстракта (ТУ 9169-037-20680882-03).

При использовании новых видов ингредиентов, в том числе фитодобавок, должно учитываться их влияние не только на потребительские свойства готовых изделий, но и на технологические свойства полуфабрикатов.

Реологические характеристики (вязкость желейной массы, прочность студней и др.) могут быть использованы для комплексной оценки качества полуфабрикатов в ходе технологического цикла и готовых изделий на стадии выходного контроля. Выявление закономерностей их изменения необходимо для определения оптимальных видов и дозировок используемого сырья, режимов производства, создания эффективной системы управления, обеспечивающей стабильность функционально-технологических характеристик полуфабрикатов, готовой продукции и качественных показателей в процессе хранения.

Установлено, что реологическое поведение желейных масс на основе высокоэтерифицированных пектинов в количестве 1,5 %, как с фитодобавками, так и без них в диапазоне скоростей деформации 10-60 с⁻¹ достаточно точно описывается уравнением Бингама (1):

$$\eta = \eta_{пл} + \tau_0 / \gamma' \quad (1)$$

где τ_0 – предельное напряжение сдвига, Па; η – вязкость, Па·с; $\eta_{пл}$ – пластическая вязкость, Па·с; γ' – скорость деформации, с⁻¹.

Такой вид течения характерен для структурированных систем, при этом для исследуемых образцов желейных масс вязкость интенсивно снижается с увеличением скорости сдвига до значения приблизительно 30-35 с⁻¹, после которого дальнейшее снижение вязкости идет довольно медленно, что свидетельствует о приближении к предельной степени разрушения структуры (рисунок 1).

По результатам анализа экспериментальных данных установлено, что вид крапивных полуфабрикатов оказывает сильное влияние на вязкость желейных масс.

Внесение порошков приводит к увеличению вязкости системы. При этом существенную роль играет способ внесения: использование 0,5 % сухого порошка с размерами частиц 0,14-0,2 мм обуславливает возрастание на 9-10 % (отмечены трудности с равномерным распределением частиц порошка в вязкой желейной массе), а использование набухшего порошка в виде суспензии с водой на 30 %. Отмечено, что по мере увеличения размеров частиц вязкость системы возрастает: 0,14-0,2 мм на 30 %, 0,2-0,25 мм на 75 %.

Влияние экстрактов в первую очередь определяется природой экстрагента и концентрацией экстрактивных веществ. Применение 70 % спиртового экстракта в дозировке до 1 % практически не влияет на реологические характеристики желейной массы. Концентрированный водный экстракт способствует снижению вязкости массы, при внесении 0,5 % на 13 %.

Для оценки влияния полуфабрикатов крапивы на прочность полученных желейных

студней оценивали ее изменение во времени. Массы отливали в крахмальные формы и проводили отбор проб в процессе выстойки с интервалом в 10 минут. Прочность определяли методом пенетрации с помощью текстурного анализатора сферическим индентором из нержавеющей стали $d=12,7$ мм.

Установлено, что суспендированные в воде порошки и концентрированный водный экстракт оказывают негативное влияние на процесс студнеобразования, что приводит к снижению конечной прочности студней на 22 % и 40 % соответственно. Внесение же спиртового экстракта в количестве 0,5 % не оказывает влияния на процесс студнеобразования, а в количестве 1 % приводит к увеличению прочности студня на начальной стадии выстойки и постепенному ее выравниванию до значений прочности образцов, изготовленных по традиционной рецептуре, к концу процесса (рис.2). Такое влияние добавок крапивы на реологические и структурно-механические свойства жележных полуфабрикатов объясняется в случае с экстрактами влиянием экстрактивных веществ и растворителей на межмолекулярное взаимодействие в железной массе, а в случае с порошками еще и появлением в однородной железной массе дисперсных частиц.

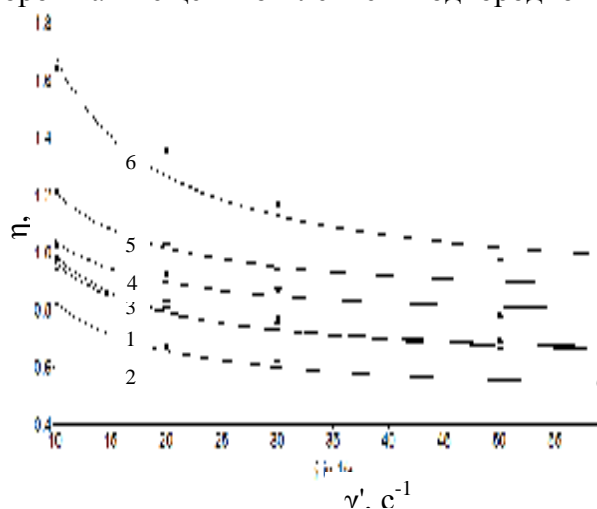


Рисунок 1 – Кривые вязкости жележной массы при температуре 100 °C: 1 – без добавок; 2 – с 0,5 % концентрированного водного экстракта; 3 – с 1 % спиртового экстракта; 4 – с 0,5 % порошка 0,14-0,2 мм; 5 – с 0,5 % суспендированного в воде порошка 0,14-0,2 мм; 6 – с 0,5 % суспендированного в воде порошка 0,2-0,25 мм

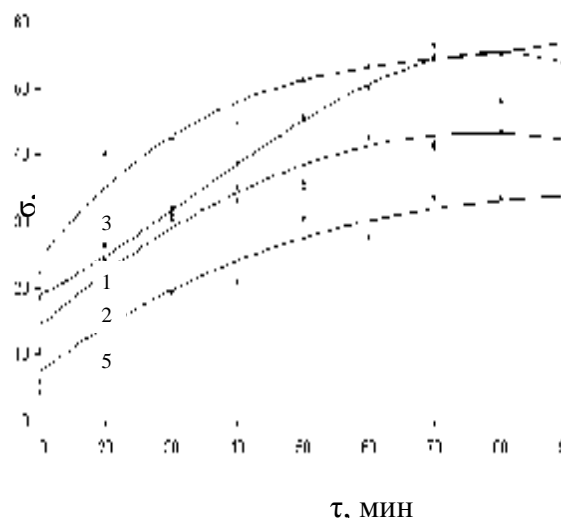


Рисунок 2 – Динамика изменения прочности студней в процессе выстойки корпусов конфет при $t=25$ °C: 1 – без добавок; 2 – с 0,5 % суспендированного в воде порошка 0,14-0,2 мм; 3 – с 1 % спиртового экстракта; 5 – с 0,5 % концентрированного водного экстракта

Согласно [3] в системе содержащей пектин, сахар и воду присутствуют шесть основных видов межмолекулярных взаимодействий: вода-вода, вода-сахар, сахар-сахар, вода-пектин, сахар-пектин, пектин-пектин. Наиболее важным из которых с точки зрения влияния на вязкость системы является последний, так как именно взаимодействие молекул пектина между собой приводит к образованию пространственно каркаса, обуславливающего увеличение вязкости системы и дальнейшее образование студня. Для исследования влияния веществ, входящих в состав полуфабрикатов крапивы на взаимодействие молекул пектина, проведены исследования зависимости вязкости 2 % растворов цитрусового высокоэтерифицированного пектина Classic CS 401 (степень этерификации 61 %) в дистиллированной воде с рассмотренными добавками крапивы, сахарозой и аскорбиновой кислотой при скорости деформации 50 c^{-1} .

Установлено, что вязкость раствора пектина в воде составляет $0,08$ Па·с, введение 0,5-1 % спиртового экстракта не оказывает заметного влияния на вязкость системы;

0,5 % концентрированного водного экстракта, сухого порошка и порошка в виде суспензии с размером частиц 0,14-0,2 мм приводит к увеличению вязкости до 0,168 Па·с, 1,428 Па·с и 1,676 Па·с соответственно.

Влияние концентрированного водного экстракта может объясняться действием углеводов (27 %): моно- и полисахаридов, пектиновых веществ и др., органических кислот и солей различных металлов, присутствующих в экстракте в достаточных количествах. Однако в ходе исследований установлено, что 0,01 % аскорбиновой кислоты и 0,15 % сахарозы снижают вязкость системы до 0,069 Па·с и 0,070 Па·с соответственно. Это позволяет предположить, что увеличение вязкости обусловлено взаимодействием пектинов с солями металлов, представленных в экстракте (Fe, Mg, K, Ca и др.). В свою очередь данный процесс приводит к снижению количества связей между молекулами пектина в желейной массе при образовании структурного каркаса, что способствует снижению вязкости массы и прочности полученных студней. Влияние же порошков, как и предполагалось ранее, в основном обусловлено появлением в системе дисперсных частиц. В случае использования спиртового экстракта, этанол и соли различных металлов, находящиеся в экстрагируемом сырье, в виду малой концентрации не оказывают какого-либо заметного влияния на взаимодействие молекул пектина.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что использование фитодобавок на основе крапивы двудомной в рецептурных композициях желейных конфет приводит к существенному изменению технологических характеристик желейных полуфабрикатов даже при внесении в дозировке 0,5 % к общей массе.

Отмечено, что различные виды добавок оказывают неодинаковое воздействие на вязкость желейных масс и прочность пектиновых студней. Порошки различной дисперсности увеличивают вязкость и снижают прочность желейного студня, особенно заметно это проявляется при увеличении размера частиц. Порошки целесообразно использовать в суспендированном виде, что позволяет добиться равномерного распределения частиц в вязкой желейной массе и перевести действующие вещества крапивы в более доступную для организма растворенную форму. Спиртовые экстракты крапивы оказывают минимальное воздействие на технологические свойства полуфабрикатов, в связи с тем, что спирт испаряется при внесении в горячую желейную массу, а концентрация экстрактивных веществ, остающихся в массе, в том числе БАВ, незначительна. Концентрированный водный экстракт листьев крапивы, напротив, отличается достаточно высоким содержанием БАВ, однако его использование приводит к снижению вязкости желейной массы и прочности пектинового студня.

Таким образом, промышленное использование наиболее предпочтительного с точки зрения содержания БАВ полуфабриката крапивы – концентрированного водного экстракта – требует обоснования таких рецептурных соотношений и технологических параметров производства, которые позволят минимизировать негативное влияния экстракта на технологические свойства желейных полуфабрикатов.

Литература

1. Онищенко, Г.Г. Письмо руководителям управлений Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации, по железнодорожному транспорту № 01/12925-8-32 от 12.11.2008 о состоянии заболеваемости, обусловленной дефицитом микронутриентов // <http://39.rospotrebnadzor.ru/documents/ros/2128>.
2. Кислухина, О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.
3. Ушанова, В.М., Лебедева, О.И., Репях, С.М. Исследование влияния условий произрастания на химический состав крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) // Химия растительного сырья. – 2001. – № 3. – С. 97-104.
4. Yukinori Sato, Osato Miyawaki Analysis of Intermolecular Interaction among Pectin Molecules in Aqueous Sugar // Food Sci. Technol. Res. – 2008. – №14 (3). – С. 232-238.

ВЛИЯНИЕ ДОЗИРОВКИ МУКИ ИЗ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА СВОЙСТВА ТЕСТА И ХЛЕБА

Л.В. Шторх, Е.И. Пономарева, Ю.Н. Левин

Воронежская государственная технологическая академия,
г. Воронеж, e-mail: larisa871119@mail.ru

Актуальным и перспективным направлением в хлебопекарной промышленности, на данный момент, является получение и использование муки из цельносмолотого зерна пшеницы. Это позволяет обеспечить экономию и эффективное использование материальных и финансовых ресурсов.

Необработанное пшеничное зерно состоит из трёх главных частей: оболочки и алейронового слоя, зародыша и эндосперма. В них сосредоточено большое количество биологически активных веществ, необходимых организму человека. Поэтому мука из цельного пшеничного зерна содержит больше витаминов, белков и минеральных веществ, которые есть не только в эндосперме, но и в отрубях и в зародыше. Отмечено большое содержание пищевых волокон. Они, проходя через весь пищеварительный тракт, сорбируют на своей поверхности, связывают и выводят из организма человека многочисленные токсины. Также пищевые волокна оказывают непосредственное влияние на кишечную микрофлору и элиминационный эффект в отношении патогенных микроорганизмов и их токсинов [1]. Хлеб из муки цельносмолотого зерна пшеницы является продуктом функционального назначения, употребление которого в необходимом количестве способствует профилактике многих заболеваний, в частности, нарушения работы сердечно-сосудистой, иммунной системы, желудочно-кишечного тракта.

Целью исследований явилось определение оптимальной дозировки муки из цельносмолотого зерна пшеницы и влияние ее на свойства теста и хлеба из муки пшеничной первого сорта. В качестве сырья использовали муку пшеничную первого сорта (ГОСТ 52189-2003), муку из цельносмолотого зерна пшеницы, с различной дозировкой: 10 – 40 % (интервал варьирования – 10 %) от массы муки, которая явилась обогатителем (ТУ 9214-126-02068108-08), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ 171-81), соль поваренную пищевую (ГОСТ 51574-2000) и воду питьевую (ГОСТ Р 51232-2003; СанПин 2.1.4.1074-01). Готовили пять образцов, контрольным явился образец без внесения муки из цельносмолотого зерна пшеницы.

Тесто влажностью 48 % готовили безопасным способом, замешивали на лабораторной тестомесильной машине АГ – 12 в течение 3 мин при скорости вращения $3,18 \text{ с}^{-1}$. Помещали в термостат для брожения при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Из свежесброженного теста отвешивали куски массой 0,35 кг для выпечки формового хлеба. Разделку и формование производили вручную; окончательную расстойку – в термостате при температуре $40 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 80 – 85 %. Изделия выпекали в лабораторной электропечи ВНИИХП – П – 6 – 56 при температуре 220 – 250 $^\circ\text{C}$ в течение 30 мин. После 120 мин брожения теста определяли его эффективную вязкость на приборе «Реотест – 2» при скорости сдвига $1,8 \text{ с}^{-1}$. В выпеченных изделиях определяли удельный объем волюмометрическим методом [2]. В оценке хлебопекарных свойств теста к одним из основных показателей механических свойств полуфабриката относится эффективная вязкость. Она является характеристикой, которая описывает равновесное состояние между процессами восстановления и разрушения структуры.

Установлено, что с увеличением дозировки муки из цельносмолотого зерна пшеницы значение эффективной вязкости теста из пшеничной муки первого сорта увеличивается (рисунок 1). Максимальным значением (683 Па·с) характеризовался образец с дозировкой муки 40 %, наименьшим (394 Па·с) – контрольный образец.

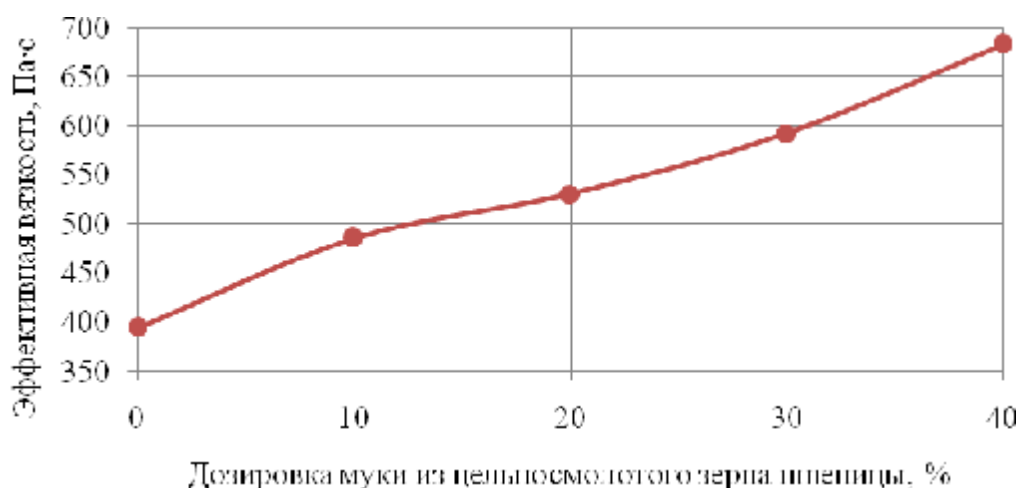


Рисунок 1 – Зависимость эффективной вязкости теста от дозировки муки из цельносомлотого зерна пшеницы

При недостаточно высокой вязкости образование газообразной фазы и в объеме теста происходит при его замесе, брожении быстро, с минимальной затратой энергии. Объемный выход теста за счет этого получается высоким. Однако, вследствие низкой вязкости стенки пор разрушаются избыточным давлением газообразных продуктов. Этот процесс сопровождается слиянием мелких пор, образованием крупной пористости теста и мякиша хлеба, уменьшением объемного выхода хлеба.

Избыточная вязкость препятствует развитию пор и объема теста и расплыванию заготовок подового теста в расстойке и на поду печи в начальный период выпечки, проявлению свойств эластичности и подъему теста. Поэтому объемный выход из такого теста низкий [3].

Поэтому следующим этапом исследований явилось определение удельного объема хлеба.

Выявлено, что с ростом дозировки муки из цельносомлотого зерна пшеницы значение удельного объема увеличивается, а затем уменьшается. Наибольшим значением этого показателя ($337 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) обладал образец с дозировкой муки 30 %, а минимальным ($264 \text{ см}^3/100 \text{ г}$) – без ее внесения (рисунок 2).

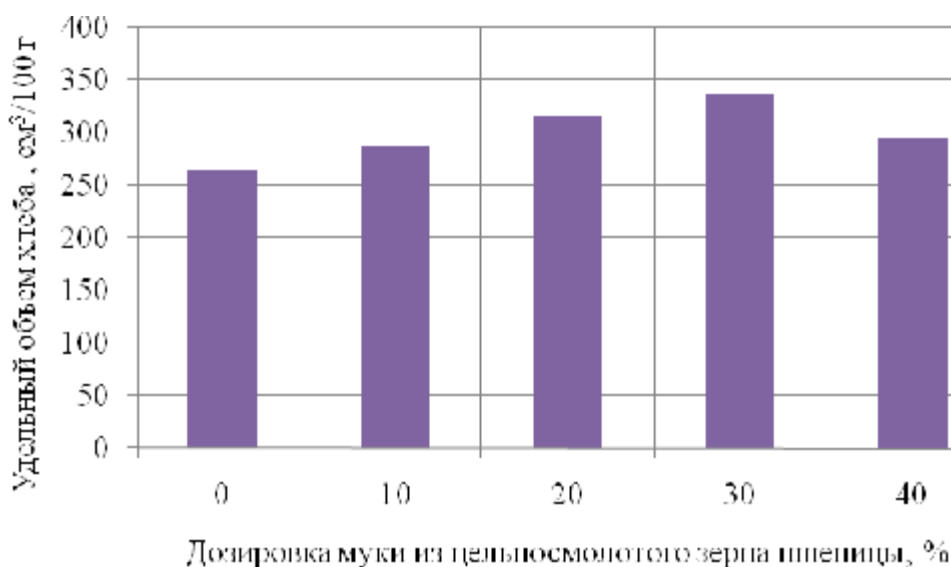


Рисунок 2 – Зависимость удельного объема хлеба от дозировки муки из цельносомлотого зерна пшеницы

На основании полученных данных выбрали оптимальную дозировку муки из цельносмолотого зерна пшеницы – 30 %. Изделие с внесением установленного количества обогатителя, характеризуется наибольшим удельным объемом ($337 \text{ см}^3/100 \text{ г}$), при этом эффективная вязкость теста составляет (592 Па·с). Результаты могут быть использованы при производстве хлеба из пшеничной муки первого сорта с внесением в качестве обогатителя, повышающего пищевую ценность хлеба, муки из цельносмолотого зерна пшеницы.

Литература

1. Ткаченко, Е.И. Питание, микробиоценоз и интеллект человека [Текст] / Е.И. Ткаченко, Ю. П. Успенский. – СПб.: СпецЛит, 2006. – 590 с.
2. Пашенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) [Текст] / Л.П. Пашенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. – М.: КолосС, 2006. – 215 с.
3. Николаев, Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста [Текст] / Б.А. Николаев. – М.: «Пищевая промышленность», 1976. – 246 с.

ОТХОДЫ ПЛОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

Фам Тхи Ми, М.Е. Цибизова

*Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
m.e.zibizova@mail.ru*

В последние годы внимание потребителей стали привлекать энтеросорбенты, объединенные термином "пищевые волокна" (ПВ), к которым относятся неперевариваемые в тонком кишечнике некрахмальные полисахариды; такие, как целлюлоза, гемицеллюлоза, хитин и хитозан, пектины, гумми, слизи и неуглеводное соединение - лигнин. Ряд авторов к пищевым волокнам относят пентозаны, аминсахара грибов и ракообразных, а также неперевариваемые белки.

Общеизвестно, что волокна присутствуют только в растительной пище – фруктах, овощах, злаковых, бобовых. Животная пища волокон не содержит. Неочищенные злаковые содержат гораздо больше ПВ, чем очищенные, потому что большинство энтеросорбентов удаляются в ходе рафинизации. Продукты питания, изготовленные с помощью современных технологических решений, как правило, содержат недостаточное количество пищевых волокон (ПВ), и, соответственно, возникает необходимость дополнительного введения их в рацион питания [1].

Кроме этого, ПВ являются одним из ингредиентов функциональных продуктов, которые продукты используют в лечебном и профилактическом питании людей, причем, как больных, так и здоровых.

В процессе производства в подобные продукты либо добавляют новые полезные вещества (например, пищевые волокна – в йогурт), либо увеличивают концентрацию уже имеющихся. Можно сказать, что это своего рода гибрид продуктов питания и биологически активных добавок. В настоящее время почти 25 % пищевых продуктов в странах ЕС относится к функциональным [1].

Таким образом, ПВ занимают значимое место в рационе питания, они играют важнейшую роль в процессах пищеварения и в жизнедеятельности организма человека в целом, обладают низкой калорийностью. ПВ оказывают положительное воздействие на сосуды, предохраняя их от отложения холестерина, стимулируют перистальтику кишечника, снижают уровень сахара в крови. Из полученных данных о связи между характером питания и частотой сердечнососудистых заболеваний в экономически развитых странах следует, что существует четкая отрицательная корреляция последней

с уровнем потребления пищевых волокон. Рекомендуемое суточное потребление пищевых волокон должно составлять 30-35 г. Во многих странах, в том числе и в республике Вьетнам, отмечается недостаточное потребление пищевых волокон, варьирующее от 24,0 до 26,3 г/сут. [2].

К сожалению, в настоящее время в отечественной промышленности Вьетнама используются пищевые волокна зарубежного производства. Собственное производство этих ценных полисахаридов отсутствует. В связи с этим, исследования в области разработки новых перспективных способов их получения из доступного отечественного растительного сырья с минимальными энергетическими затратами приобретают важное практическое значение.

На наш взгляд, существенное влияние на выход ПВ из отходов плодов будет иметь видовой принадлежность сырья. Поэтому целью проводимых исследований являлось изучение ботанической характеристики объектов исследований. Сырьё, которое предлагается нами к использованию для получения ПВ – это кожура банана и отходы от пищевого использования апельсинов.

Для реализации поставленной цели нами было проведено изучение ботанической характеристики бананов и апельсина, как потенциальных источников получения энтеросорбентов.

Общеизвестно, что апельсины представляют собой желтые, оранжевые или оранжево-красные плоды, округлой или слегка овальной формы с кожистым ароматичным околоплодником. Мякоть плотная, сочная, кисло-сладкая. Все культивируемые сорта, а их больше сотни, объединены в 4 группы: обыкновенные, пупочные (нейвлы), испанские корольки и яффские апельсины [3].

Обыкновенные апельсины имеют средние и крупные плоды округлой или слегка овальной формы. Они отличаются наличием большого количества семян, тонкой кожурой, довольно прочно сросшейся с мякотью. Мякоть и сок светло-желтого цвета. Наиболее распространенные сорта – Гамлин, Келасурский и др.

Пупочные апельсины – это группа сортов, для которых характерно наличие недоразвитого плодика в виде пупка, который виден через отверстие на вершине плода. Плоды крупные, массой от 200-250 до 500-600 г, округлые или слегка овальные, бессемянные. Кожура средней толщины, без труда отделяемая от мякоти. Вкус мякоти приятный, ароматный. Сорта – Вашингтон, Нейвл, Томпсон Нейвл, Робертсон Нейвл, Гладкокожий и др [3].

Испанские корольки – низкорослые деревья высотой до 4-5 м с раскидистой кроной и слабой околюченностью. Листья мелкие. Плоды массой до 120 г, овальные, с шероховатой поверхностью, оранжевого цвета с красными пятнами. Кожура средней толщины, плохо отделяется от мякоти. Мякоть кроваво-красная, сок красный. Плоды созревают поздно. Сорта – Королек неаполитанский, Королек грузинский, Королек грушевидный.

Яффские апельсины получили свое название от палестинской провинции Яффа. Деревья этих апельсинов сильнорослые. Плоды крупные, овальные. Кожура очень толстая, бугорчатая, легко отделяется от мякоти. Объем мякоти в плоде невелик, но она отличается превосходным вкусом и ароматом, исключительной сочностью. Сорта – Беллади, Шамути, Холили, Валенсия.

Кроме этих сортов, известны многочисленные гибриды апельсина с другими видами: тангоры (апельсин/мандарин), цитранжи (апельсин/трифолиата), цитрангоры (мандарин/апельсин/трифолиата) и др.

Так как в качестве объектов исследований предполагается использовать кожуру и выжимки, получаемые после отделения сока из апельсина, то проведено изучение морфометрических характеристик различных сортов апельсина, с целью выявления влияния сорта апельсина на количество образуемой кожуры и мякоти.

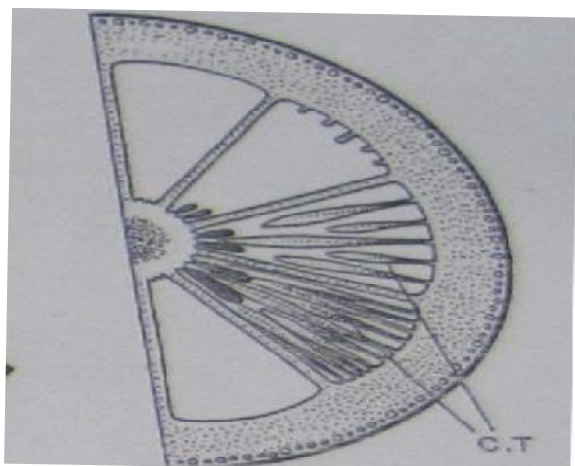


Рисунок 1 – Строение апельсина (с.т. – сочная трубочка) [3]

Нами проведено изучение строения апельсина (рисунок 1), которое показало, что толщина корок варьирует от 0,25 см до 0,7 см, и зависит от вида апельсина. Поэтому и выход ПВ, безусловно, также будет не постоянен и зависят, вероятно, от ботанической характеристики сырья

Бананы, как источник получения ПВ, не рассматриваются учеными, поэтому нами проведено изучение морфометрических характеристик банана.

Различают две группы сортов банана: сладкие бананы, которые используются в пищу в свежем виде, и плантены (plantain) – овощные, мучнистые сорта, плоды которых варят, пекут, перерабатывают на муку. Плоды десертных сортов составляют значительную часть мирового производства и являются основным предметом экспорта. Один из самых известных представителей этой группы – сильнорослый сорт Грос Мишель. Весьма популярен и карликовый сорт Дворф Кавендиш, высота растений которого не превышает 1 м. Этот сорт получил широкое распространение, в частности, в оранжереях и ботанических садах [4].

В кожуре плодов банана много танидов и каротина не зависимо от их сортовой принадлежности. Поэтому, на наш взгляд при переработке отходов от пищевого использования бананов не имеет значение их сортовая принадлежность.

Таким образом, проведенное изучение ботанической и морфометрической характеристики апельсинов и банана показало, что на выход пищевых волокон из отходов переработки апельсина будет оказывать влияние соотношение съедобной и несъедобной частей, что нельзя сказать об отходах от пищевого использования бананов. Исследование в области дальнейшего использования будут продолжены.

Литература

1. Доронин, А.Ф. Функциональное питание [Текст] /А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: ГРАНТЬ, 2002. – 296 с.
2. Дудкин, М.С. Пищевые волокна [Текст] / М.С. Дудкин, Н.К. Черно, И.С. Казанская. – Киев: Урожай, 1988. – 152 с.
3. Еленевский, А.Г. Ботаника. Систематика высших, или наземных, растений : учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / А.. Еленевский, М.. Соловьева, В.Н. Тихомиров. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 464 с. ISBN 5 – 7695 – 2141 – 4.
4. Устименко – Бакумовский Г.В. Растениеводство тропиков и субтропиков [Текст] / Г.В. Устименко – Бакумовский. – М.: Колос, 1980. – 327 с., ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

ПРОБЛЕМЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПЛОДООВОЩНОГО СЫРЬЯ

М.Г. Магомедов, В.В. Астрединова, Н.И. Мусаев, А.А. Литвинова

Воронежская государственная технологическая академия,

г. Воронеж, a.a.litvinova-vgta@mail.ru

В организации функционального питания важная роль отводится фруктам и овощам. Они являются поставщиками легкоусвояемых углеводов, органических кислот, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон. Особую ценность фрукты и овощи приобретают, как источники биологически активных веществ, необходимых для профилактики и лечения многих заболеваний.

Использование плодоовощных полуфабрикатов в производстве продуктов питания ограничивается сроком годности данных полуфабрикатов. Это ведет к необходимости консервирования для увеличения устойчивости при хранении, а, следовательно, к повышению себестоимости и снижению полезности продукта в случае применения химических препаратов. Достаточно высокая влажность пюре влечет за собой потребность в дополнительной технологической обработке, а также влияет на объем и массу, которые являются важными факторами при транспортировке и хранении продуктов и обуславливают крупные размеры тары. Решение этих проблем может быть достигнуто при концентрировании плодоовощного сырья.

Существуют различные методы переработки плодоовощного сырья, оптимальные режимы которых позволяют не только сохранять сырье, но и получать на его основе продукты высокой пищевой ценности.

При производстве плодоовощных полуфабрикатов, таких как концентрированные плодовые соки, плодоовощные пасты, повидло, джемы и другие продукты, проводят процесс удаления влаги из продукта с целью концентрирования сухих веществ. Это дает возможность сократить объем жидких полуфабрикатов или получить готовый консервированный продукт. Выпаривание воды сопровождается сложными физико-химическими изменениями. При этом увеличивается плотность готового продукта, возрастает его вязкость, идет гидролиз сложных органических веществ, а также реакции соединения – меланоидинообразования, карамелизации и ряд других. В процессе концентрирования происходит повышение содержания сахаров и кислот, что угнетающе действует на жизнедеятельность микроорганизмов [1].

Сущность процесса концентрирования заключается в повышении концентрации растворенных веществ за счет удаления влаги. Влагу из продукта удаляют различными способами:

- выпариванием;
- вымораживанием;
- методом обратного осмоса.

Наиболее распространенным способом концентрирования является выпаривание влаги при кипении. Продукты, подвергаемые концентрированию, представляют собой сложную систему, в которой кроме истинных растворов в воде сахаров, органических кислот, минеральных солей и других веществ содержатся взвешенные частицы различной степени дисперсности.

Основная цель при выпаривании влаги из жидких продуктов – сохранить их качество и не вызвать глубоких изменений физико-химических свойств. Этого удается достичь при низких температурах кипения и кратковременном пребывании продукта в выпарных аппаратах. Для нагревания массы до температуры кипения можно применять любой теплоноситель, но в пищевой промышленности, как правило, используют водяной пар, который называют греющим или первичным в отличие от вторичного пара, образующегося при выпаривании растворов.

Процесс выпаривания можно проводить при атмосферном давлении или под вакуумом.

В процессе выпаривании при атмосферном давлении вторичный пар отводится в атмосферу. Этот способ является наиболее простым, но малоэкономичным, ухудшающим качество продукта за счет высокой температуры нагрева.

При выпаривании под вакуумом точка кипения раствора снижается, и это позволяет использовать для обогрева выпарных аппаратов пар низкого давления. Достоинством вакуум-аппаратов являются уменьшение потерь тепла в окружающую среду и увеличение полезной разности между температурами греющего пара и кипящего раствора.

Выпаривание может осуществляться в одном выпарном аппарате (однокорпусная установка) и в нескольких последовательно установленных аппаратах (многокорпусная установка).

Однокорпусная установка применяется для выпаривания относительно небольшого количества влаги, когда экономия энергии не имеет большого значения.

Многокорпусная установка состоит из нескольких однокорпусных выпарных аппарата, соединенных последовательно. Передача тепла осуществляется за счет разности между температурой греющего пара и температурой кипения раствора. Пониженная температура кипения достигается снижением давления в каждом последующем аппарате по сравнению с предыдущим.

Другой способ концентрирования, который главным образом используется для соков, это вымораживание или криоконцентрирование.

Вымораживание обеспечивает максимальное сохранение компонентов перерабатываемого продукта. При охлаждении продукта ниже 0 °С вода выкристаллизовывается в виде чистого льда и после отделения его кристаллов остается концентрированный раствор. При концентрировании вымораживанием ароматические вещества плодово-ягодных соков, имеющие низкую температуру замерзания, остаются в концентрате.

Максимальную концентрацию сухих веществ, которую удается достичь, ограничена вязкостью концентрируемого продукта при температуре замораживания и эвтектической точке раствора, при которой невозможно отделить воду в виде льда. Образование кристаллов льда происходит при криоскопической температуре. Высокой степени концентрации не достигают, так как для этого необходимо значительно понизить температуру сока. Величина потерь сока также является важным критерием, определяющим оптимальную степень концентрации: чем выше концентрация, тем больше потери. Опытным путем доказано, что лучше всего сок концентрировать до 40 – 55 % сухих веществ. Возможная степень концентрации различных соков неодинакова.

Большинство действующих установок по вымораживанию используют принцип косвенного контакта. Несмотря на их многообразие, все они состоят из кристаллизатора, где происходит процесс образования кристаллов льда, систем отделения концентрата от кристаллов и теплоотвода. Для отделения кристаллов льда используют центрифуги, прессы и промывные колонны.

Метод концентрирования вымораживанием еще не имеет широкого распространения, так как получение холода – более дорогой процесс, чем получение пара. Из-за высокой стоимости холодильного оборудования процесс концентрирования вымораживанием с вторичным отбором тепла примерно в 2 раза дороже, чем процесс выпаривания с улавливанием ароматических веществ. По этой причине данный процесс применяют только для концентрирования теплочувствительных соков, например апельсинового. Кроме этого недостатка при вымораживании потери сухих веществ значительно выше, чем при выпаривании.

К современным способам концентрирования можно отнести способ обратного осмоса, основанный на способности специальных селективных мембран пропускать только воду, задерживая сухие вещества, имеющие небольшую молекулярную массу.

Если мембраны пропускают молекулы сравнительно большого размера, процесс называется ультрафильтрацией.

Так как осмотическое давление довольно высоко, поэтому обратный осмос необходимо проводить при высоком давлении. Осмотическое давление плодовых соков с содержанием 10 – 12 % сухих веществ равно 1,4 – 1,6 МПа, яблочного концентрата с содержанием 40 % сухих веществ – 9 МПа. При обратном осмосе значение имеют свойства полупроницаемой мембраны. Коллоидные вещества соков, например пектин, протеины, при концентрировании наряду с повышением осмотического давления при увеличении концентрации сухих веществ вызывают ограничение разделительной способности мембраны. В связи с этим соки перед концентрированием должны быть хорошо осветлены. Для получения наибольшего экономического эффекта при осмотическом концентрировании растворов, содержащих углеводы, наивысшее содержание сухих веществ в готовом продукте должно составлять не более 25%, так как при увеличении их содержания значительно снижается пропускная способность мембраны из-за повышения вязкости раствора [2].

Таким образом, на основе рассмотренных методов удаления влаги из плодовоовощного сырья, можно выделить ряд проблем процесса концентрирования плодовоовощного сырья:

1. Ограниченная возможность получения конечных продуктов с повышенным содержанием сухих веществ.
2. Длительность процесса концентрирования плодовоовощного сырья.
3. Низкое качество готовых продуктов за счет использования высоких температур.
4. Наличие значительных энергетических затрат на выработку как пара, так и холода.
5. Сложность конструкций используемых аппаратов.

Разработка новой технологии производства концентрированных паст из овощей и фруктов – это эффективный способ переработки последних, который позволит получить продукцию высокой пищевой ценности в промышленных масштабах, хранить и использовать ее в межсезонный период для изготовления кондитерских, хлебопекарных изделий как альтернативу скоропортящимся плодовоовощным полуфабрикатам. Следовательно, разработка технологии получения концентрированных паст из плодовоовощного сырья является актуальной задачей.

Литература

1. Вертяков, Ф.Н. Производство концентрированных фруктовых и овощных пюре [Текст] / Ф.Н. Вертяков, А.Н. Остриков. – Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 452 с.
2. Машины и аппараты пищевых производств [Текст] : учеб. для вузов / С.Т. Антеев, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков. – М. : Высш. шк., 2001. – 680 с.

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПЕНЫ

В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, А.Н. Галахов, А.А. Ромашкин

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск

Важную роль в химических, биохимических и пищевых производствах (производство бумаги, пластмассы, моющих средств, лаков и эмалей, спирта, пива и газированных напитков и т.д.) имеют технологические процессы, сопровождающиеся интенсивным пенообразованием [1].

Пенообразование в большинстве технологических процессов имеет негативные последствия, выражающиеся в снижении использования полезного объема технологического оборудования, нарушении регламента производства из-за неточного считывания значений с контрольно-измерительного оборудования, нарушении стерильности биотехнологических процессов, увеличении потерь продуктов и снижении производительности оборудования, а также в неблагоприятном на него воздействии.

В связи с этим возникает необходимость в решении проблем, связанных с нежелательным пенообразованием путем уменьшения пенообразования или создания систем разрушения пены. В силу ряда технико-экономических причин в промышленности наибольшее распространение получили механические методы, как более универсальные. Механический метод пеногашения основан на создании в пене перепада гидростатического давления или воздействии на пену рабочих тел в виде твердых поверхностей, жидкости, газа, пара. Принцип действия деформационных пеногасителей состоит в деформации и разрушении исходной пены путем создания критических напряжений и деформаций при относительном движении потока пены в окрестности иницирующих это движение рабочих тел в виде лопастей.

Сложность проблемы пеногашения не позволила создать до настоящего времени единый методический подход для разнообразных видов и типов механических пеногасителей. Поэтому существующие методики расчета основных параметров таких пеногасителей получены эмпирическим путем для ограниченного интервала изменения опытных факторов и величин. Кроме механического из распространенных методов пеногашения наиболее интересным и перспективным является акустический способ разрушения пены, основанный на энергетическом воздействии на пену звуковыми или ультразвуковыми колебаниями высокой интенсивности.

Разрушение пены ультразвуком имеет ряд преимуществ по сравнению с известными способами: исключает нарушение стерильности конечного продукта; может применяться для гашения пены легко воспламеняющихся жидкостей; не требует расходных материалов (в сравнении с химическими способами). Акустический способ гашения пены [2] заключается в формировании акустических колебаний высокой (более 130 дБ) интенсивности, направленных в зону образования пены. Знакопеременное звуковое поле наиболее активно воздействует на верхние (открытые) слои пены, поскольку вглубь проникает слабо из-за большого затухания.

При высоких интенсивностях звуковой волны знакопеременные силы достигают таких значений, при которых происходит разрыв пленок пены. Для различных пен существует пороговая интенсивность колебаний, при которой происходит ее разрушение. Стойкость пены к звуковому воздействию зависит от структуры пены. Пены, состоящие из крупных пузырей, как правило, легко и быстро разрушаются при невысоких интенсивностях. Пены, состоящие из мелких пузырей более стойки к воздействию акустических полей и требуют большей интенсивности.

К сожалению, системы ультразвукового пеногашения до настоящего времени не получили широкого распространения. Обусловлено это не только отсутствием специализированного оборудования, доступного для уникального производственного применения (химические и биотехнологические производства), но и дешевого, доступного оборудования, пригодного для решения ряда частных задач (например, для гашения пены при розливе пива, квасов и других напитков в барах).

Создание такого оборудования требует проведения исследований по определению его функциональных возможностей при разрушении различных пен и выявлению оптимальных условий реализации процесса пеногашения. Для исследования эффективности осаждения различных видов пен разработана экспериментальная установка, позволяющая визуально наблюдать за исследуемым процессом и осуществлять регистрацию изменения высоты слоя пены в процессе его разрушения. Внешний вид лабораторной установки представлен на рисунке 1.

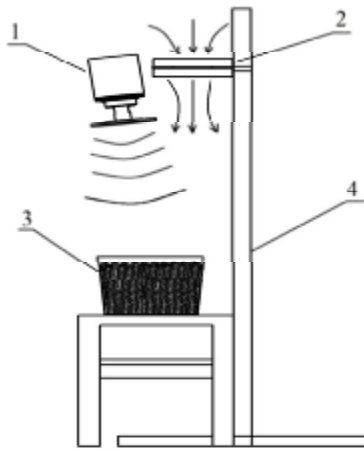


Рисунок 1 – Эскиз экспериментальной установки

- 1 – ультразвуковая колебательная система с излучателем дискового типа
- 2 – вентилятор (ВН-2);
- 3 – сосуд с пеной;
- 4 – лабораторный штатив

В состав экспериментальной установки включены: прозрачный цилиндрический сосуд ёмкостью $0,0013 \text{ м}^3$, наполняемый пеной, лабораторный штатив, на который, на расстоянии 400 мм от сосуда с пеной крепится вентилятор ВН-2, направленный таким образом, что поток воздуха, создаваемый им, равномерно воздействует на всю поверхность пенного слоя. Для интенсификации процесса разрушения пены используется ультразвуковой (УЗ) технологический аппарат, разработанный в лаборатории акустических процессов и аппаратов Бийского технологического института. В качестве материалов, обеспечивающих многократное образование пен при проведении исследований использовалось пиво и мыльный раствор. Выбор в качестве экспериментального материала пивной пены обусловлен широчайшей известностью и актуальностью проблемы, а мыльная пена выбрана благодаря доступности и максимальной стойкости.

Необходимость формирования ультразвуковых колебаний высокой интенсивности в воздушной среде на поверхности пен выдвигает определенные требования к конструктивной схеме ультразвукового аппарата со специальным излучателем. Для обеспечения эффективного УЗ воздействия создаваемый аппарат должен обеспечивать излучение колебаний с интенсивностью не менее 130 дБ на частоте не менее 20 кГц. Основным элементом технологического аппарата является пьезоэлектрическая колебательная система с излучателем. Питание пьезоэлектрической системы осуществляется от электронного генератора (на рисунке 1 не показан), обеспечивающего преобразование энергии промышленной сети в энергию электрических колебаний ультразвуковой частоты, поддержание оптимального резонансного режима колебаний и стабилизацию амплитуды излучаемых им колебаний.

При разработке аппарата использованы данные об аналогичных аппаратах, разработанных за рубежом [4]. Все они основаны на применении излучателей, выполненных из титановых сплавов. Применение других материалов считается неприемлемым. Вместе с тем, наряду с несомненными достоинствами, титановые излучатели имеют ряд недостатков (высокая стоимость материала, разнородность заготовки по диаметру и толщине), которые ограничивают их практическое применение.

В связи с этим излучатель создаваемого аппарата был изготовлен в виде ступенчато-переменного диска из алюминиевого сплава В-95. Для уменьшения влияния участков диска, излучающих колебания в «отрицательной» фазе диск выполнен ступенчато-переменным, конструкция такого диска представлена на рисунке 2. Из представленного распределения колебаний видно, что амплитуда колебаний «отрицательных» зон уменьшена по сравнению с амплитудой колебаний «положительных» зон. Полной взаимной компенсации колебаний не происходит [3]. Существенное увеличение уровня звукового давления излучения ступенчато-переменного диска по сравнению с излучением плоского диска иллюстрируют диаграммы направленности излучения ступенчато-переменного и плоского дисков, представленные на рисунке 3.

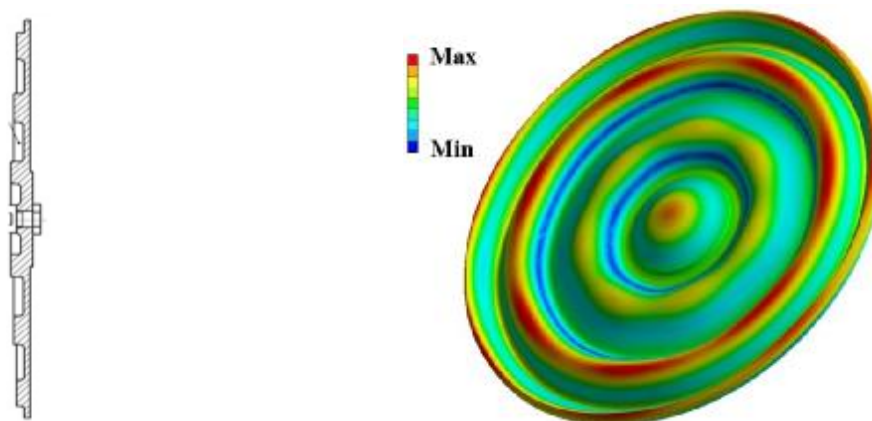


Рисунок 2 – Диск ступенчато-переменного сечения с преимущественным излучением одной фазы колебаний

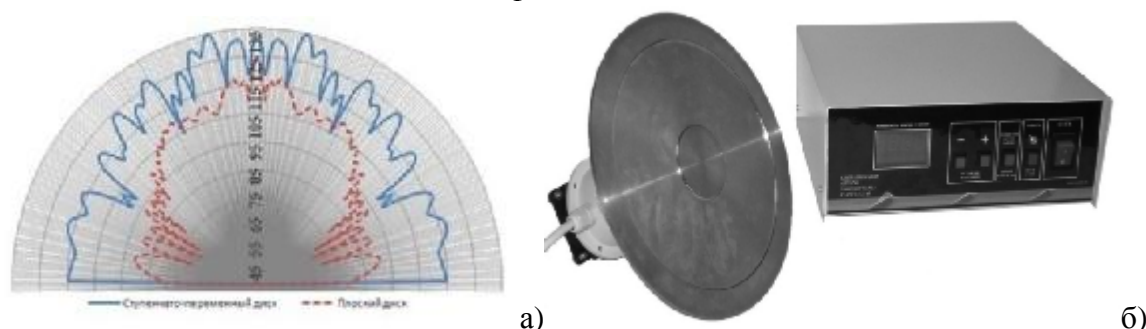


Рисунок 3 – Диаграммы направленности излучения дисков плоской и ступенчато-переменной формы, дБ (а) и ультразвуковой аппарат с дисковым излучателем (б)

Из диаграмм следует, что излучатель ступенчато-переменной формы обеспечивает увеличение уровня звукового давления не менее чем на 10 дБ при обеспечении более широкой диаграммы направленности излучения. Разработанный и изготовленный аппарат представлен на рисунке 3 (б).

Технические характеристики разработанного и использованного при проведении исследований аппарата, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики УЗ технологического аппарата

Потребляемая мощность, не более, ВА	160
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Интенсивность колебаний (1 м), дБ, не менее	135
Габаритные размеры электронного блока, мм	270×270×110
Габаритные размеры колебательной системы, мм	Ø160x150
Диаметр излучателя, мм	160
Частота излучаемых колебаний, кГц	22

Методика проведения исследований заключалась в последовательном проведении пяти различных экспериментов, направленных на исследования процесса осаждения пены: в процессе её естественного разрушения; путем воздействия потоком воздуха при помощи вентилятора ВН-2; при воздействии акустическими колебаниями ультразвуковой частоты при мощности генератора 75 %; при воздействии акустическими колебаниями ультразвуковой частоты при мощности генератора 100 %; путем воздействия совместно потоком воздуха и УЗ колебаниями.

Результаты экспериментальных исследований, показывающие зависимости объёма осаждаемой пивной пены от времени при различных режимах и условиях воздействия представлены на рисунке 4 (а).

Как следует из представленных зависимостей, процесс осаждения пивной пены (до 20 % от начальной высоты) при воздействии УЗ колебаний ускоряется в сравнении с естественным разрушением почти в 4 раза при максимальной мощности УЗ излучения, не менее чем в 2 раза при 75 % мощности излучения. Дополнительное воздействие воздушных потоков не обеспечивает существенного ускорения процесса.

В ходе экспериментов установлено, что под действием УЗ колебаний происходит осаждение верхнего слоя пены. Разрушенные под воздействием ультразвуковых колебаний пузырьки пены лопаются, насыщая влагой следующий слой. Этот процесс происходит тем быстрее, чем меньше уровень водности в пене и выше уровень УЗ воздействия, создаваемого излучателем. При этом процесс разрушения протекает «ступенчато», это обусловлено тем, что при разрушении пузырьков верхнего слоя вся жидкость из разрушенных пузырьков насыщает лежащую ниже пену, изменяя тем самым режим ее осушения. Было установлено также, что при воздействии на тонкие слои (менее 0.5 см), процесс разрушения пены практически прекращается, поскольку колебания проникают вглубь жидкой фазы, и из-за зарождения кавитации, вновь происходит формирование пивной пены.

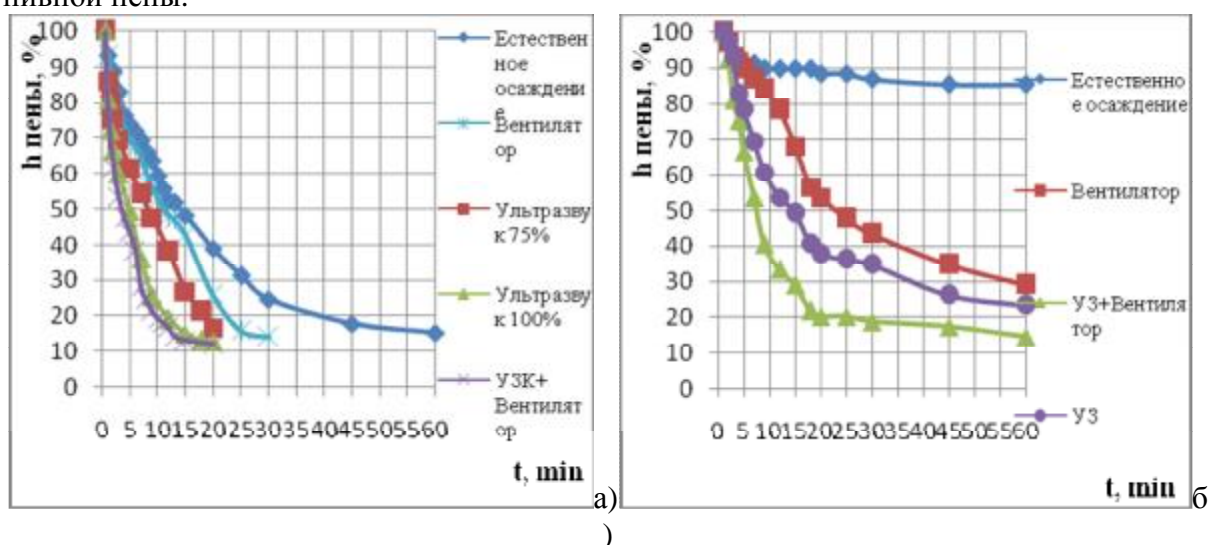


Рисунок 4 – Осаждение пивной пены (а) и пены для ванн (б)

Таким образом, в результате исследований была установлена практическая возможность применения ультразвукового воздействия для интенсификации процесса разрушения пивной пены и эффективность созданного аппарата для практического применения.

На следующем этапе исследований были проведены эксперименты по интенсификации процесса осаждения пены, созданной при помощи пены для ванн. Методика заключалась в последовательном проведении четырех аналогичных экспериментов (без снижения мощности УЗ воздействия), направленных на исследования процесса осаждения пены:

Результаты экспериментальных исследований, показывающие зависимости объема осаждаемой мыльной пены от времени при различных режимах и условиях воздействия, представлены на рисунке 4 (б).

Как следует из представленных зависимостей, наблюдать процесс осаждения мыльной пены до 20 % от начальной высоты не представляется возможным. Мыльная пена не разрушалась в естественных условиях (без внешних воздействий) в течение нескольких часов. Обеспечить процесс осаждения мыльной пены до 20 % от начальной высоты за разумное время (20 минут) удалось только при одновременном воздействии ультразвуковыми колебаниями и потоком воздуха от вентилятора. При воздействии УЗ

колебаний процесс ускоряется в сравнении с естественным разрушением более чем в 10 раз при максимальной мощности УЗ излучения.

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены следующие результаты:

1. Показана эффективность ультразвукового разрушения различных пен, а также пригодность созданного аппарата для реализации этого процесса.

2. Установлено, что применение ультразвуковых колебаний с интенсивностью около 135 дБ на частоте 22 кГц позволяет сократить время разрушения пивной пены не менее чем в 4 раз, а мыльной пены более чем в 10 раз, при энергопотреблении не более 2,4 Вт/м³.

3. Из полученных результатов следует, что самым энергетически выгодным является воздействие ультразвуковыми колебаниями совместно с воздушным потоком, а созданный аппарат может использоваться на разливающих станциях, где необходима высокая скорость обслуживания клиентов.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, г/к № П2518.

Литература

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 800 с.

2. Gallego J.A. Juares, Rodríguez G. Corral, Acosta V.M. Aparicio, G.E. Andrés, A. Blanco, F. Montoya, “Ultrasonic defoaming system using emitters comprising a stepped vibrating plate,” ES Patent WO 2004/024317 A1

3. Хмелев, В.Н. Ультразвуковое оборудование для интенсификации химикотехнологических процессов [Текст] / В.Н. Хмелев, Р.В. Барсуков, М.В. Хмелев, С.Н. Цыганок // Энциклопедия инженера-химика. – 2010. – № 6. – С. 7-11.

4. Gallego J.A. Juares, Rodríguez G. Corral, Acosta V.M. Aparicio, G.E. Andrés, A. Blanco, F. Montoya, “Ultrasonic Defoaming System Using Emitters Comprising A Stepped Vibrating Plate,” Spanish Patent 200202113 (2002).

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ВОДОПОДГОТОВКИ НА ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Б. Морозов, М.В. Тихмянова

Тульский государственный университет, г. Тула, qtay@rambler.ru

Проблема некачественной воды, используемой для питьевых целей и для приготовления продуктов питания, актуальна для Тульской области и вызывает серьезные опасения, т.к. может стать основным фактором ухудшением состояния здоровья населения и фактором, сдерживающим социально-экономическое развитие области [1].

По данным результатов лабораторного контроля в порядке государственного санитарного надзора, по Тульской области не соответствует требованиям санитарных правил 1,7 % проб питьевой воды по микробиологическим показателям. Однако из-за неудовлетворительного санитарного состояния водозаборных сооружений, зон санитарной охраны источников водоснабжения, отсутствия или неэффективного обеззараживания подаваемой населению питьевой воды удельный вес неудовлетворительных проб питьевой воды по микробиологическим показателям выше среднеобластного показателя. Этому также способствует неудовлетворительного состояния разводящей сети в Ефремовском (3,4 %), Каменском (4,9 %), Белевском (2,6 %), Дубенском (3,2 %), Одоевском (5,15 %), Щёкинском (6,6 %), Тёпло-Огарёвском (8,1 %), Арсеньевском (2,2 %), Венёвском (2,6 %) и Ленинском (6,8 %) районах области.

Подземные водоносные горизонты на территории Тульской области характеризуются повышенным содержанием железа (до 10 мг/л), стронция стабильного (до 14 мг/л), солей жёсткости (до 17 мг-экв/л) и высокой минерализацией. Вода имеет неблагоприятные органолептические (чаще вкусовые) свойства.

В связи с этим, особое внимание уделяется воде, используемой на пищевых и перерабатывающих предприятиях, так как их водоснабжение осуществляется путём присоединения к централизованной системе водопровода, а при его отсутствии – оборудуются внутренний водопровод с водозабором из артезианской скважины, колодцев, каптажей. При условии неудовлетворительных показателей питьевой воды авторы ввели термин «Пищевая вода», которая используется на пищевых и перерабатывающих производствах и удовлетворяет более жёсткие требования к качеству, нежели предусматривает содержание СанПиН 2.1.4.1074-01. Качество воды в системах водоснабжения этих предприятий должно отвечать гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству воды централизованных систем питьевого и нецентрализованного водоснабжения.

Потребности пищевых и перерабатывающих предприятий

Спиртовая и ликёро-водочная промышленность. Вода применяется для приготовления колера, заторов, настоек и наливок, разбавления спирта, варки сиропа, производства сортовых водок. Вода, применяемая для приготовления заторов, не входит в состав готовой продукции. Её качество должно соответствовать качеству нормальной питьевой воды и технологической воды, применяемой в дрожжевой промышленности.

Дрожжевая промышленность. Технологическая вода применяется для приготовления дрожжевого суслу и промывки дрожжей и должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Она не должна содержать нитратов, которые уже при концентрации 0,0005 % задерживают, а при концентрации 0,02 % прекращают развитие дрожжей. Наличие железа и марганца вызывает потемнение готовой продукции, что особенно нежелательно при выработке пекарских дрожжей.

Фруктовоовощная промышленность. Вода, идущая на производство прозрачных фруктовых соков и особенно напитков, получаемых из предварительно сгущенных фруктовых соков, нуждается в специальной обработке. Вполне достаточным считается общее умягчение воды с помощью катионита. Вода, применяемая при консервировании зелёного горошка, должна иметь жёсткость менее 20.

Пивоваренная промышленность и производство солода. Вода является основным компонентом пива, и качество его в большей мере зависит от веществ, содержащихся в воде. Помимо обычных требований, предъявляемых к питьевой воде, к воде для технологических целей предъявляются специфические требования, касающиеся щёлочности, жёсткости, наличия нитратов, нитритов и силикатов. Вода, предназначенная для *пивоварения*, должна соответствовать следующим требованиям (показатель в ммоль/дм³, не более): жёсткость общая 1-2; щёлочность 0,25 – 0,75; кальций 1-2; магний – следы; (показатели в мг/л, не более): сухой остаток 500; железо и марганец по 0,1; алюминий 0,5; хлориды 100-150; сульфаты 100-150; нитраты 10; цинк 5; кремний 2; медь 0,5; окисляемость не более 2 мг O₂/л, рН 6-6,5. В воде не должно содержаться нитритов, а сероводорода и аммиака может содержаться ничтожно малое количество, точно не устанавливаемое принятыми методами анализа.

Сахарная промышленность. Потребность в свежей технологической воде на сахарном заводе может быть сведена к количеству воды, необходимой для пробеливания сахара, для приготовления хлорированной воды, а также для компенсации потерь воды при оборотно-повторной схеме использования её. На диффузию подаётся вода из жомовых прессов, конденсаты из выпарок и дополнительно свежая вода. Последняя должна иметь по возможности минимальный сухой остаток, низкое содержание сульфата кальция и хлористого магния, нитратов, калийных солей и органических соединений. Высокое содержание сухого остатка и нитратов приводит к увеличению

выхода мелассы и повышению зольности сахара и жома. Сульфаты, хлориды и особенно нитраты затрудняют кристаллизацию сахара. Соли калия повышают цветность соков. Коричневый оттенок соков обуславливается также наличием в воде ионов SO_4^{2-} и Cl^- . Органические соединения легко подвергаются загниванию и затрудняют процесс диффузии.

Картофелеперерабатывающая промышленность. Технологическая вода в картофелеперерабатывающей промышленности должна отвечать кондициям питьевой воды и, кроме того, иметь по возможности минимальную температуру, невысокую жёсткость и низкую концентрацию минеральных солей. Она не должна содержать солей железа и марганца. Повышенная температура воды стимулирует развитие микроорганизмов. Высокая жёсткость и большое содержание минеральных солей повышают зольность крахмала. Соединения железа и марганца являются причиной жёлтой окраски крахмала, а также тёмных пятен, образующихся из железа, выделенного железатофильными бактериями. Магний, переходящий из воды в крахмал, повышает гигроскопичность последнего.

Такие отрасли пищевой промышленности, как мясная, мясоконсервная, переработка птицы, рыбная, молочная, расходуют значительные количества воды для технологических нужд, которая должна соответствовать всем обычным требованиям, предъявляемым к питьевой воде, и, кроме того, отличаться более высокой степенью бактериологической чистоты, невысокой жёсткостью и отсутствием железа, которое даже в минимальных количествах может вызвать нежелательные изменения запаха и вкуса изделий.

Система водоподготовки

Многие предприятия Тулы и области используют в своём производстве систему фильтрации для улучшения качества воды и улучшения вкусовых свойств производимых продуктов.

С целью достижения нормативного уровня по показателям пищевой воды, в состав системы водоподготовки предложено включить следующие блоки:

1. *Фильтр грубой очистки* – защита последующего оборудования от абразивного износа;

2. *Автоматический фильтр осветления и обезжелезивания воды* – обезжелезивание исходной воды (для защиты ионообменной смолы и увеличения срока ее действия), уменьшение цветности, мутности, улучшение органолептических свойств воды;

3. *Автоматический фильтр умягчения* – умягчение воды как освобождение ее от избытка солей кальция (Ca^{2+}) и (Mg^{2+}) ионообменным способом;

4. *Фильтр финишной очистки AQF 20* – защита последующего оборудования;

5. *Обратноосмотическая установка «RO-I-HF»* – для доведения воды до высшего качества стандарта Швейцарии. На установке вода проходит молекулярную очистку на мембранах Dow (США), при этом вода практически полностью (до 96-98 %) освобождается от сухого остатка (сульфатов, нитратов, хлоридов и т.д.);

6. *Бактерицидная установка ОВОД-1 – ультрафиолетовое обеззараживание воды.*

Проходя последовательно данные стадии, исходная вода очищается от взвешенных частиц, солей жёсткости, железа и сухого остатка; происходит улучшение органолептических свойств и обеззараживание воды. На выходе из системы пищевая вода гарантированно имеет показатели, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к воде СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» [2, 3].

Ступени очистки

Первая ступень очистки представляет собой фильтр грубой очистки Honeywell F76S $\frac{3}{4}$ (Германия). Он предназначен для защиты последующего водоочистного оборудования от повреждений, возникающих из-за проникновения инородных тел, таких как: частицы сварки, уплотнительные материалы, металлическая стружка, ржавчина и т.п. Это продлевает срок службы последующего оборудования, установленного после

фильтра грубой очистки и предотвращает преждевременный выход оборудования из строя.

Фильтр оснащён сменным фильтрующим элементом из нержавеющей сетки с размером ячейки 100 мкм. Сменный фильтрующий элемент разделён на две области. В процессе фильтрации только в большой нижней области, по направлению снаружи внутрь протекает вода, малая, верхняя область не контактирует с нефильтованной водой. При открытии шарового крана для обратной промывки, весь сменный фильтрующий элемент вдавливаются вниз так, что прекращается подача воды к внешней стороне нижней области. Одновременно открывается проток воды через верхнюю область. Вода, необходимая для промывки фильтрующего элемента, протекает через верхнюю область фильтра и затем через нижнюю область фильтра, по направлению изнутри наружу, т.е. обратная промывка выполняется фильтрованной водой. При закрытии шарового крана сменный фильтрующий элемент автоматически возвращается в рабочее состояние.

У фильтров, выполненных по технологии Double Spin, имеются турбинные лопатки, которые обеспечивают вращение воды и благодаря этому приводят ротор на верхнем сите во вращательное движение. Расположенный внутри импеллер вымывает на точках пересечения с ротором прилипшие на верхнем сите частицы.

Для обеспечения автоматической обратной промывки в качестве вспомогательного оборудования фильтр грубой очистки Honeywell F76S $\frac{3}{4}$ комплектуется автоматической сброса инфильтрата в дренаж Z11A.

Частота промывки определяется в ходе эксплуатации, интервал между обратными промывками зависит от степени загрязнения исходной воды и имеет регулируемые промежутки времени от 4 минут до 3 месяцев.

Вторая ступень – автоматический фильтр осветления и обезжелезивания HF/WS-EI/OB

После очистки от грубых механических примесей вода поступает на фильтр обезжелезивания, удаление из воды взвешенных веществ и соединений железа осуществляется путем фильтрования через слой зернистых минералов.

а) В нижнюю часть фильтра засыпается кварцевый щебень, обеспечивающий равномерное распределение потока по сечению фильтра фракционного состава 2-5 мм.

б) Основную нагрузку в процессе фильтрования от цветности и коллоидного железа воспринимает алюмосиликатный сорбент АГ: фракции размером 1 – 3 мм для одного фильтра. Сорбент задерживает вещества слизисто-органического происхождения, обладает большой грязеемкостью, т.е. способен задерживать большое количество примесей. Обладает высокой химической стойкостью.

Соединения металлов, являющиеся результатом окисления, осаждаются в межзерновом пространстве загрузки и легко отфильтровываются обратным током воды.

Для осуществления процесса фильтрации предлагается использовать автоматический фильтр осветления и обезжелезивания HF/WS-EI/OB. Он представляет собой скорый напорный фильтр, загруженный сыпучим материалом. Корпус фильтра выполнен из композитного материала, дренажная система и обвязка фильтров из высокопрочного пластика. Восстановление фильтрующей способности установки осуществляется путём периодической промывки слоя фильтрующего материала обратным потоком исходной воды. Фильтр снабжен автоматическим управляющим электронным клапаном Water Specialist E1 Control Valve Manual (США), представляющий собой основной центр управления, обеспечивающий направление и регулирование всеми режимами фильтра. Управляющий клапан способен распределять потоки в нужных соотношениях для регенерации по промывке сорбента. Управляющий клапан имеет ряд преимуществ: возможность обработки больших потоков воды (до 20 м³/час).

В режиме очистки вода поступает во вход блока управления, двигаясь сверху вниз в корпусе, проходит через фильтрующую среду, очищаясь от тех или иных типов загрязнений, проходит через «поддерживающий» слой, через щели нижнего распределителя попадает в центральный стояк и поднимаясь по нему, попадает на выход в управляющем блоке. В режиме обратной промывки вода двигается вниз по центральному стояку, проходит через щели распределителя, поднимается вверх через фильтрующую среду, заставляя её расширяться на 20 – 40 % и вместе с загрязнениями через дренажный выход блока управления, сбрасывается в канализацию.

Третья ступень – автоматическая установка умягчения HF//WS –E1/U.

Удаление из воды катионов жёсткости (т.е. кальция и магния) осуществляется в процессе ионного обмена, а именно, методом натрий-катионирования при пропускании исходной воды через слой ионообменной смолы. В результате обменных реакций из обрабатываемой воды удаляются ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , а в обрабатываемую воду поступают ионы Na^+ , анионный состав воды при этом не изменится.

Осуществлять метод натрий-катионирования предлагается на установке умягчения. Установка состоит из корпуса фильтра, блока управления и бакасолерастворителя. Корпус фильтра изготовлен из литого полимера, упрочнённого стекловолокном. Подача воды осуществляется по центральному распределительному стояку с щелевым распределителем на конце, устанавливаемым вертикально внутри фильтра. Объём загрузки смеси в адсорбер составляет не менее 66 % объёма абсорбера. Адсорбер снабжён верхним дренажным устройством с размером щели не более 0,3 мм. Фильтр снабжён автоматическим блоком управления. Он изменяет направление потока воды, задавая тем самым различные режимы работы.

Четвёртая ступень очистки представляет собой картриджный фильтр финишной очистки AQF 20. Фильтр оснащён картриджем механической очистки на основе гофрированного полипропиленового полотна с размером ячейки 10 мкм. Предназначен для защиты последующего оборудования от повреждений, возникающих из-за проникновения инородных тел (частицы загрузки и т.п.). Это продлевает срок службы систем, установленных после фильтра, и предотвращает их преждевременный выход из строя. Частота замены картриджа определяется в ходе эксплуатации. Размер пор картриджа 5 – 10 мкм. Производительность при использовании полипропиленовых картриджей – 6,0 м³/час; высота фильтра – 500 мм.; диаметр – 140 мм; присоединительная резьба (вход и выход) – 1 дюйм. Потеря давления при максимальной производительности – 0,4 бар.

Пятая ступень – обратноосмотическая система очистки воды «RO-1-HF».

В обратноосмотическую установку входят:

1. Мультипатронный фильтр с картриджами 5 мкм в количестве 2 шт.
2. Мембранная установка, включающая непосредственно мембраны, корпус для них, насос высокого давления, расходный бак и дозатор ингибитора;

Для устойчивой работы системы давление на входе должно быть не менее 0,2 МПа. Производительность установки по очищенной воде (пермеат) принята равной 1,0 м³/час. Потребность в исходной воде с учетом сброса концентрата составляет 1,5 – 2,0 м³/час. Расчётная температура воды для установок обратного осмоса составляет 20-25 °С. При снижении температуры на 1 градус производительность установки уменьшается на 3 – 5 %, что соответственно увеличивает сброс концентрата.

Система полностью агрегатирована и подключается к трубопроводу умягчённой воды. Обессоливание воды на установке R/O-1.0 основано на принципе обратного осмоса, т.е. отделения пресной воды от минерализованной через полупроницаемую мембрану под давлением выше осмотического (баромембранный процесс), которое для заданных условий и типа применяемых мембран составляет 10 – 12 кгс/см².

Получаемая опреснённая вода освобождается от ионов растворенных солей, мембраны задерживают бактерии и вирусы.

Шестая ступень – бактерицидная установка ОВОД-1.

Бактерицидная установка ОВОД-1 предназначена для обеззараживания воды до нормативов, соответствующих требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» по микробиологическим и паразитологическим показателям. Как известно, ультрафиолетовым называется электромагнитное излучение в пределах длин волн от 10 до 400 нм. В современных УФ-устройствах применяют волны 253,7 нм [4]. Он представляет собой металлический корпус, внутри которого находится бактерицидная лампа. Она, в свою очередь, помещается в защитную кварцевую трубку. Вода омывает кварцевую трубку, обрабатывается ультрафиолетом и, соответственно, обеззараживается.

Бактерицидная установка состоит из корпуса, выполненного из нержавеющей стали. Внутри корпуса в кварцевой трубе крепится бактерицидная лампа. Установка комплектуется блоком управления, в котором размещены электроэлементы питания и управления лампой. Эффективная доза облучения – не менее 16 мДж/см². При ресурсе работы ультрафиолетовой лампы (Philips) – не менее 8000 час (по регламенту МУ 2.1.4.719-98).

Предложенная система аппаратурного оформления процесса водоподготовки на пищевых и перерабатывающих предприятиях Тульской области позволяет обеспечить соответствие требованиям к воде для питья и хозяйственных нужд, и дополнительным требованиям, связанным со специфическими условиями отрасли (для транспортировки, мойки, обработки сырья и приготовления продукта, и главное – для получения воды, входящей в состав продукта и применяемой для заключительной его обработки).

Литература

1. Белоусова, А.П. Качество подземных вод: Современные подходы к оценке / А.П. Белоусов. – М.: Наука, 2001. – 339 с.
2. Вихрев, В.Ф. Водоподготовка / В.Ф. Вихрев, М.С. Шкроб. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
3. Водоподготовка: Справочник / под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
4. Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник / Г.С. Фомин. – М.: Протектор, 2000. – 848 с.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИСКОЗИМЕТРА БРУКФИЛЬДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РЖАНЫХ БОЛТУШЕК

Е.С. Кривогорницyna, Т.С. Козлова

*Восточно-Сибирский государственный технологический университет,
г. Улан-Удэ, e-mail: thhp@esstu.ru*

Современные технологии производства пищевых продуктов базируются на оценке реологических свойств поведения полуфабрикатов и готовых изделий. В зависимости от степени проявления этих свойств необходимо выбрать метод и прибор исследования продукта или полуфабриката. Измерительные приборы и методы разделяют на 2 группы: методы точного измерения классических реологических величин – коэффициент вязкости, предела прочности, модуля упругости и др. в абсолютных единицах и методы измерения условных реологических свойств, которые имитируют

технологические операции и являются эмпирическими, а результаты измерений представляют собой параметры консистенции и текстуры.

Вязкость является важнейшим показателем, определяющим состояние вещества.

Приборы для измерения вязкости называют вискозиметрами. Обычно используют капиллярные, шариковые и ротационные вискозиметры. Наиболее распространенные капиллярные вискозиметры применяют для определения вязкости неструктурированных и слабоструктурированных жидкостей. Шариковые вискозиметры основаны на законе Стокса. В них вязкость определяется по времени прохождения шариком некоего расстояния, чаще всего под воздействием его собственного веса. Наиболее известен вискозиметр Гепплера. Стандартный принцип ротационной вискозиметрии заключается в измерении вязкости посредством пересчета крутящего момента, необходимого для вращения шпинделя прибора с постоянной скоростью при погружении его в исследуемую среду.

Аналоговые и цифровые вискозиметры Брукфильда относятся к ротационному типу и обеспечивают измерение динамической вязкости в широчайших пределах: от единиц до сотен миллионов сантипуаз. Измерение производится легко и быстро, от оператора не требуется специальных знаний и навыков. Для исследовательских целей служат более сложные модели, позволяющие детально изучать реологические характеристики материалов. Вискозиметры Брукфильда включены в большое количество международных стандартов и спецификаций и их можно использовать для широкого спектра измерения вязкости, благодаря возможности выбора скорости и сменным измерительным системам. Точность измерения составляет 1 % шкалы, а воспроизводимость составляет 0,2 %.

В данной работе вискозиметр Брукфильда использовали для исследования вязкости водно-мучных болтушек полученных из измельченного зерна ржи обработанного при различных тепловых режимах. Предыдущие исследования [2] показали, что тепловая обработка зерна позволяет значительно повысить вязкость водно-ржаных болтушек. При этом вязкость определяли на приборе Гепплера. Для определения оптимальных режимов тепловой обработки нужны более точные методы.

Исследования, проведенные на подготовительном этапе показали, что на значение вязкости влияет размер частиц измельченного зерна – крупные частицы при приготовлении болтушки оседают на дно контейнера. В связи с чем в дальнейших исследованиях зерно измельчали так, чтобы размер частиц составлял менее 300 мкм (проход капронового сита № 27). Болтушки готовили смешивая измельченное зерно ржи с водой в соотношении 1:10.

Известно, что при нагреве водно-мучных болтушек происходит клейстеризация крахмала, что приводит к значительному увеличению вязкости, поэтому исследовали, как изменяется вязкость ржаных болтушек при ее постепенном нагреве. При этом были использованы два шпинделя: при нагреве болтушек до 60 °С - шпиндель ULA код 00, а от 70 °С до 90 °С – шпиндель SC4-29 код 29. Скорость вращения шпинделя изменяли от 2,0 до 120 об/мин, так чтобы процент закручивания пружины был более 10 %. Результаты для зерна ржи, подвергнутого тепловой обработке, представлены на рисунках 1 и 2 и показывают, что при нагреве водно-мучной болтушки до 60 °С вязкость невысока и не зависит от скорости вращения, т.е. жидкость носит ньютоновский характер.

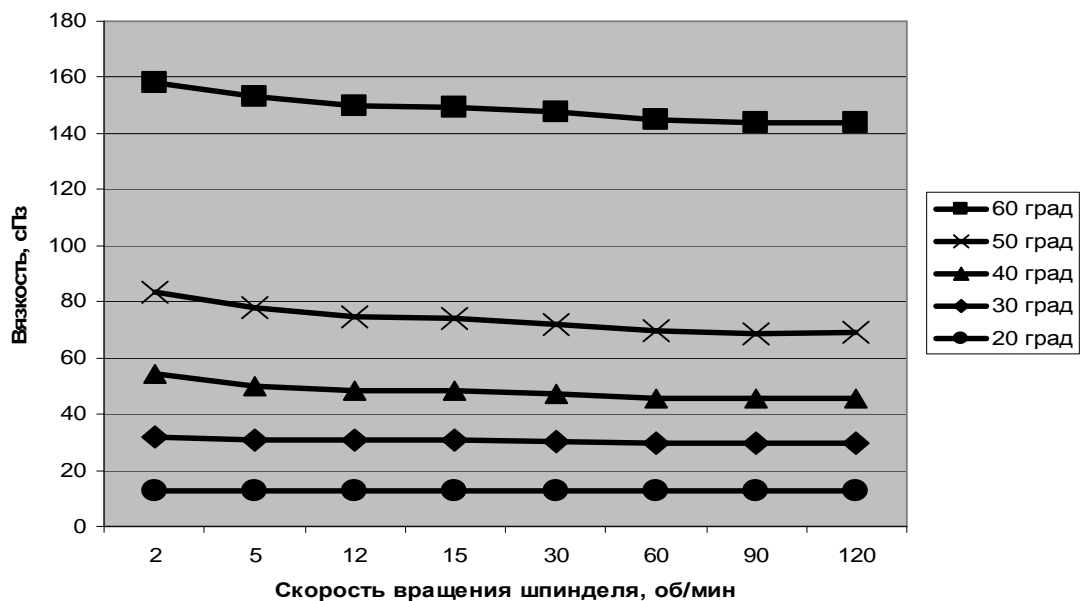


Рисунок 1 – Влияние температуры нагрева водно-ржаных болтушек от 20 °С до 60 °С на их вязкость при разной скорости вращения шпинделя

С увеличением температуры нагрева более 70 °С вязкость водно-мучных болтушек резко возрастает вследствие клейстеризации, что привело к необходимости смены шпинделя. Наибольшую вязкость имеет болтушка, нагретая до 90 °С. С увеличением скорости вращения шпинделя вязкость снижается, что позволяет отнести клейстеризованные болтушки к псевдопластичным жидкостям. Таким образом, для получения сравнимых результатов условия опыта должны быть одинаковыми. Это код шпинделя, скорость вращения, форма и размер контейнера с образцами, а также температура и способ приготовления водно-ржаных болтушек.

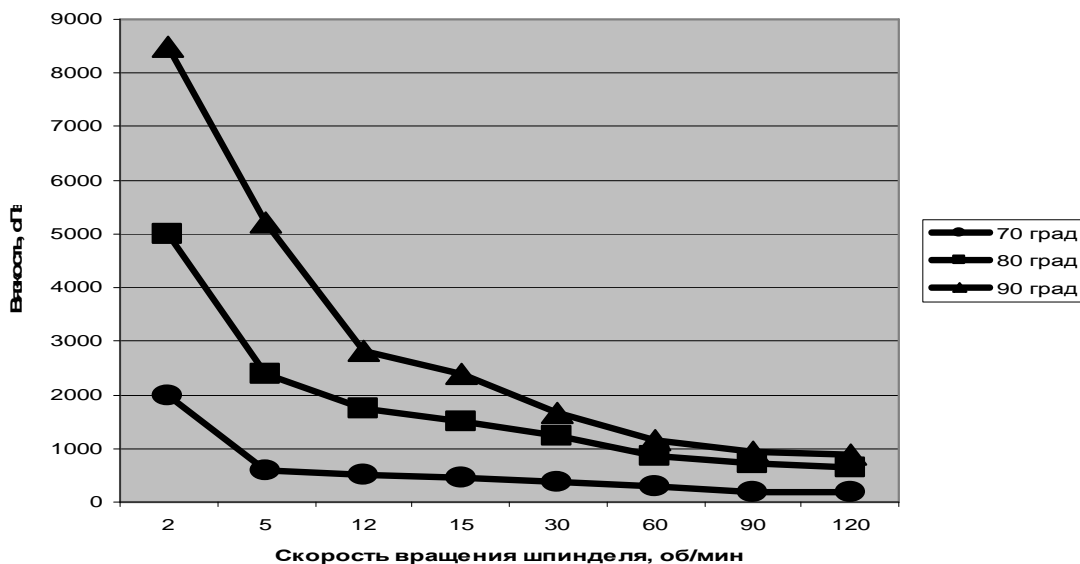


Рисунок 2 – Влияние температуры нагрева водно-ржаных болтушек от 70 °С до 90 °С на их вязкость при разной скорости вращения шпинделя

При использовании контейнеров небольшого объема и при переливании болтушки в него наблюдается уменьшение температуры, что приводит к изменению вязкости. В связи с этим в дальнейших исследованиях был увеличен объем образца, который

составил 500 мл. Это повлекло за собой использование другого шпинделя. В соответствии с инструкцией был взят стандартный шпиндель RV5 код 05. На рисунке 3 показано влияние разных режимов обработки зерна на вязкость водно-мучных болтушек при различных скоростях вращения шпинделя.

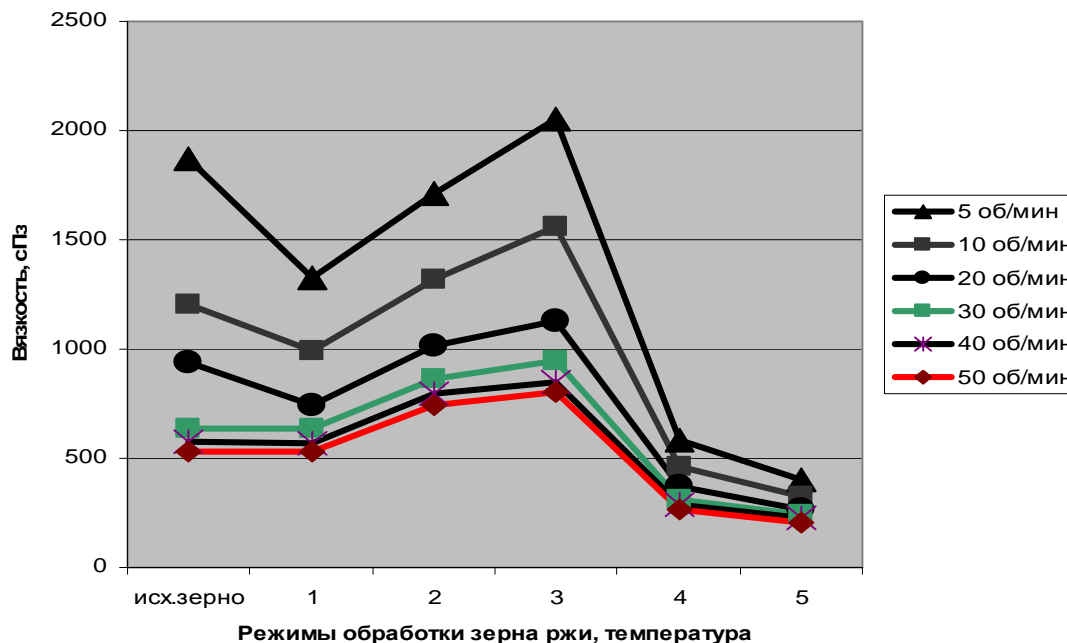


Рисунок 3 – Влияние разных режимов обработки зерна ржи на вязкость водно-мучных болтушек при различных скоростях вращения шпинделя

Приведенные исследования позволяют определить оптимальные режимы тепловой обработки, так как наблюдается четкая зависимость вязкости от режимов тепловой обработки. При режимах обработки № 1 и № 2 наблюдается снижение вязкости клейстеризованной болтушки по сравнению с вязкостью исходного зерна. Максимальную вязкость имеет зерно, обработанное при режиме № 3. При режимах № 4 и № 5 вязкость клейстеризованных болтушек самая низкая. Характер изменений вязкости при всех режимах обработки зерна ржи не зависит от выбранной скорости вращения шпинделя, хотя значение вязкости уменьшается с увеличением скорости вращения шпинделя. Расхождения между параллельными определениями не превышали 1 % шкалы. Следует отметить, что воспроизводимые результаты были получены только после фильтрования водно-мучной болтушки. Фильтрование проводили через двойной слой марли.

Приведенные исследования позволяют сделать вывод, что для измерения динамической вязкости малых образцов водно-мучных болтушек на вискозиметре Брукфильда необходимо использовать кожух для обеспечения постоянной температуры и увеличить объем образца, чтобы при измерении вязкости исключить необходимость в переливании. При соблюдении всех требований к прибору наблюдается хорошая воспроизводимость результатов.

Литература

1. Горбатов, А.В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А.В. Горбатов, А.М. Маслов, Ю.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 296 с.
2. Кривогорницына, Е.С. Влияние режимов влаготепловой обработки на структурообразующие свойства зерна ржи / Е.С. Кривогорницына, Т.С. Козлова, С.Ц. Хайбзанова // Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием. – Бийск, 2010. – С. 418.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЦИКЛОННОЙ 10-СТУПЕНЧАТОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА

И.А. Балахнин

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева,
г. Дзержинск, e-mail: bia2000@yandex.ru

Производство картофельного крахмала традиционно делится на мокрое и сухое отделение. В мокром отделении производится измельчение, отмывка и сгущение крахмала, в сухом – вакуумное обезвоживание, сушка и упаковка. Основной частью мокрого отделения является многоступенчатая гидроциклонная линия по отмывке картофельного крахмала. В результате работы линии происходит отделение зерен крахмала от картофельного сока, мезги и посторонних примесей.

В зависимости от требуемой производительности линии, а так же от типа и конструкции применяемых гидроциклонных аппаратов, количество единичных модулей может измеряться несколькими сотнями. Отдельные модули рационально группировать в батарейные гидроциклонные аппараты, а батареи объединять в ступени. Линия в свою очередь подразделяется на крахмальную ветку и мезговую. Типовая крахмальная линия представлена на рисунке 1.

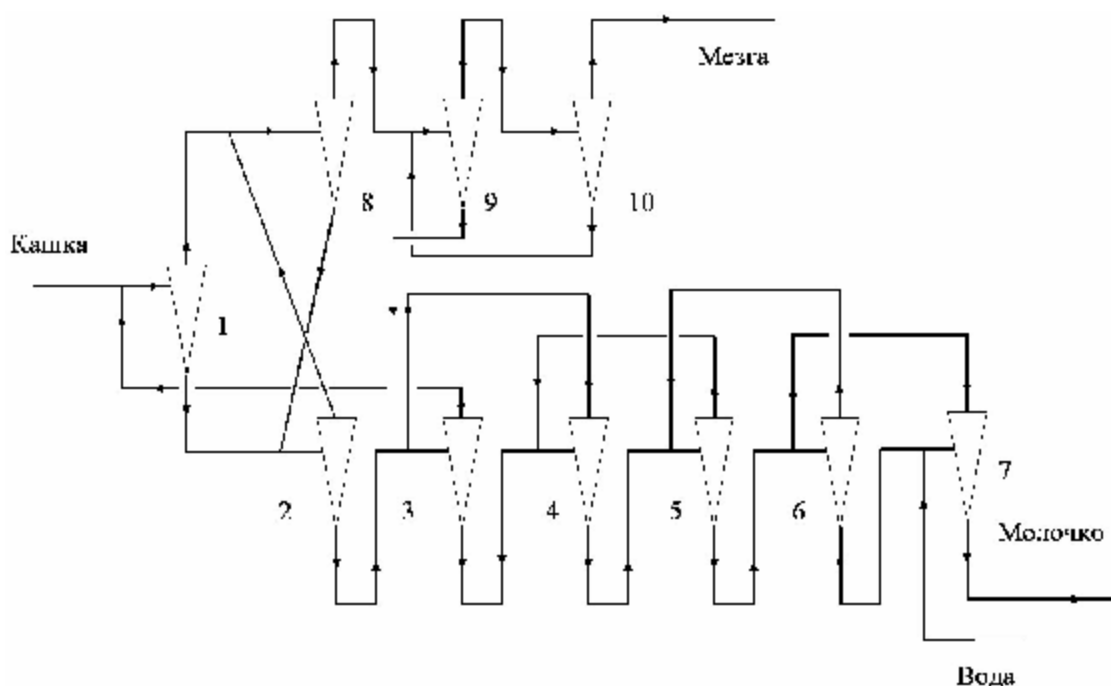


Рисунок 1 – Гидроциклонная 10-ступенчатая линия

Сложность оптимизации аппаратного оформления такой линии также обусловлено взаимными перетоками от одних ступеней к другим, требованием равномерности загрузки каждого аппарата, граничными значениями по водопотреблению предприятия и экономией электроэнергии.

Эффективность очистки крахмального молочка от примесей в единичном гидроциклонном модуле зависит от технологических параметров: состава исходной крахмальной суспензии, давления на входе в аппарат и др., и от конструктивных параметров: диаметр аппарата, угла и длины конической части, размеров и конструкции входного канала, соотношение диаметров выходных отверстий и др.

Для моделирования применялись гидроциклонные аппараты Дзержинского политехнического института [1, 2]. Батарейные аппараты укомплектовывались единичными пластмассовыми модулями ТВП-25 и ТВП-63 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Батарейный гидроциклонный аппарат

Балансовый расчет материальных потоков производился по следующим исходным данным: вход крахмальной каши в 1 ступень – 500 м³/сутки; вход воды в 1 ступень – 100 м³/сутки; возвратный поток с крахмальной линии на вход в 1 ступень – 200 м³/сутки; вход размывной воды на последнюю крахмальную ступень – 200 м³/сутки; выход молочка на сушку – 200 м³/сутки, из них 60 м³/сутки – крахмал. В соответствии с требованиями промышленного производства (ООО «ЧувашьенКрахмал») было ограничено количество модулей в каждой ступени (не более 42 аппаратов) с учетом имеющегося вспомогательного оборудования.

Конечная цель достигалась благодаря совместному решению 20 балансовых уравнений по всем материальным потокам с использованием обширных опытных данных, полученных в лабораторных условиях на реальных крахмальных суспензиях. Итоговая расчетная погрешность

не превышала 1,6 %. Созданная модель позволяет в широком диапазоне изменять любые начальные условия, учитывая при этом любые ограничения. В результате были просчитаны более 10 различных реальных промышленных линий производительностью от 50 до 800 т/сутки. При моделировании рассчитывались как батарейные гидроциклонные аппараты с индивидуальной радиальной, так и линейной обвязкой.

Рассчитанная технологическая линия успешно реализована на крахмальном заводе ООО «ЧувашьенКрахмал». Разделительная способность гидроциклонных аппаратов находится на уровне 92-94 %. Ранее в производстве работала 14-ступенчатая схема с гидроциклонными аппаратами другого разработчика. Предложенная схема позволила при обеспечении аналогичных качественных и количественных технологических показателей сократить количество ступеней до 10. Из схемы были исключены 4 центробежных насоса с общей потребляемой мощностью более 33 кВт, что позволило существенно снизить постоянные энергозатраты на производство и повысить рентабельность и прибыль предприятия.

Литература

1. Пронин, А.И., Кудрявцев, Н.А., Иванов, А.А., Диков, В.А., Балахнин, И.А., Колесова, Н.А., Кудряшов, А.С., Московский, Ю.Н. Батарейные гидроциклоны для пищевых производств // Пищевая промышленность, № 10, 2006. – с. 14-15.
2. Пронин, А.И., Иванов, А.А., Диков, В.А., Быстров, И.Ю. Гидроциклоны для пищевых производств // Пищевая промышленность, № 12, 2004. – с. 24.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ (РАЗЖИЖЕНИЯ) ТВЕРДОГО МЕДА

В.Н. Хмелев, Ю.М. Кузовников, С.Н. Цыганок, Д.С. Абраменко, С.С. Хмелев
*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск*
grey@bti.secna.ru

Кристаллизация мёда (садка) – это естественный процесс перехода из одного физического состояния (жидкого, сиропообразного) в другое (более твердое, кристаллическое) с полным сохранением ценных качеств. Чистый мёд всегда бывает жидким, если он запечатан в ячейках сотов и находится в улье при температуре 20–30 °С. В зависимости от размеров кристаллов мед бывает: салообразной консистенции (крем-мёд) – однородная масса, кристаллы невозможно различить; мелкозернистой консистенции – кристаллы до 0,5 мм, их можно видеть в массе мёда; крупнозернистой консистенции – кристаллы легко различимы в массе мёда, размером более 0,5 мм [1].

На процесс кристаллизации оказывают влияние следующие факторы: соотношение сахаров в мёде (содержание глюкозы), массовая доля воды в мёде, наличие центров кристаллизации, температура хранения, состав мёда, состояние покоя, перемешивание. Для предупреждения или задержки кристаллизации мед нагревают. При этом растворяются почти все мельчайшие кристаллы глюкозы, которые в дальнейшем могли бы стать очагами кристаллизации. При нагревании сахаров выше температуры их плавления происходит процесс карамелизации. Фруктоза, входящая в состав меда, имеет температуру плавления 95 °С. Когда мед нагревают до температуры 107–115 °С, фруктоза разлагается с выделением воды и образованием карамеланов. В результате мед становится темным и приобретает неприятный запах и вкус [2].

Для удаления центров кристаллизации мед пропускают через сита (сначала через металлические, затем через кремнеземный песок, измельченный гранит, плотную ткань).

Вопрос использования интенсивных ультразвуковых колебаний для обработки меда рассматривался различными учеными. Возникновение интенсивных ультразвуковых колебаний в жидкой среде инициирует зарождение мощных микропотоков, зон сжатия и разжижения. Активный массоперенос при вводе ультразвука в мед, а также его незначительное разогревание способствует эффективному растворению кристаллов вплоть до полного их уничтожения. Австралийский ученый Брюс Д'Арчи в своей диссертационной работе представил результаты экспериментов по обработке небольших объемов закристаллизовавшегося меда равных 250 мл, в стеклянных емкостях диаметром 70 мм и высотой – 79 мм. Наилучшие результаты были получены при использовании ультразвукового аппарата мощностью 1000 Вт, диаметром окончания волновода 40 мм, частотой колебаний 20 кГц и амплитудой колебаний 12 мкм. В работе поставлены и нерешены задачи разжижения больших объемов затвердевшего меда в пластиковых емкостях с узкой горловиной для применения в промышленных целях [3].

Таким образом, целью экспериментов, описываемых в прилагаемой статье, является исследование особенностей применения ультразвукового технологического оборудования, разрабатываемого лабораторией акустических процессов и аппаратов, для интенсификации процесса разжижения закристаллизованного меда в условиях масштабных пищевых производств.

Исследуемое оборудование показано на рисунке 1. Максимальная потребляемая мощность составляла 1000/3000 ВА, соответственно. Частота ультразвукового воздействия была равна $22 \pm 1,65$ кГц; интенсивность воздействия – $10/7$ Вт/см², соответственно.



Рисунок 1 – Исследуемое ультразвуковое технологическое оборудование

Контроль температуры обрабатываемого меда производился с помощью ртутного термометра с ценой деления 0,1, рабочий участок которого погружался в обрабатываемую среду и считывались показания. В качестве средства количественной и качественной оценки степени декристаллизации (разжижения) меда выбран микроскоп медицинский «Микмед-6» фирмы «ЛОМО».

Первоначальные эксперименты были проведены на ультразвуковом технологическом оборудовании «Волна-М» (рисунок 1, а) на объемах меда емкостью по 3 литра. Целью экспериментов был контроль зависимости температуры меда при ультразвуковой обработке от времени. Обработка осуществлялась временными промежутками равными 1 минуте. После каждого этапа обработки измерялась температура меда, потребляемая мощность и эксперимент продолжался. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость температуры меда от времени обработки и мощность, потребляемая ультразвуковым аппаратом

Время обработки, мин	Потребляемая мощность, Вт/ВА	Температура, °С
1	880/2345	20,5
2	880/2350	25
3	880/2350	33,5
4	800/2400	39,5
5	800/2400	42,5
6	780/2400	43,3
7	740/2400	44,5
8	725/2450	45
9	700/2400	47,5
10	700/2430	49
11	690/2450	51,2
12	680/2430	53
13	670/2410	55

При температуре 55 °С на 13-ой минуте эксперимента визуально были достигнуты высокая степень прозрачности и текучести меда. Снимок образца меда под микроскопом подтвердил полное отсутствие кристаллов по сравнению с первоначальным состоянием (рисунок 2).



а) – до обработки



б) – после обработки

Рисунок 2 – Образец меда, полученный при 100 кратном увеличении

Следует отметить, что обработанный мед приобрел более темный цвет относительно исходного, запах не претерпел существенных изменений. В ходе эксперимента вследствие низкой теплопроводности меда наблюдалось возникновение зон локального перегрева в области максимальной интенсивности ультразвука.

Известно, что не допустим перегрев меда выше 40 °С во избежание термического разрушения его полезных составляющих. Поэтому, была произведена доработка колебательной системы ультразвукового технологического аппарата «Волна-М». В качестве средства для отвода тепла было предложено использовать теплообменник, окружающий ультразвуковой излучатель, наполняемый проточной холодной водой и служащий в то же время излучающей поверхностью (рисунок 3, а). На теплообменную рубашку передаются не только колебания ультразвуковой частоты, но и вибрации, создаваемые кавитацией возникающей внутри теплообменника. Таким образом, излучающая поверхность вводит в среду колебания ультразвуковой частоты с высокой амплитудой и колебания широкого диапазона частот с более низкой амплитудой ультразвукового воздействия.

Для исследования свойств разработанной установки был проведен эксперимент по обработке 10 литров меда в кубической емкости (рисунок 3, б).



а)



б)

Рисунок 3 – Ультразвуковая установка и экспериментальная емкость с медом

В данном опыте без отсутствия локальных перегревов преобразователя при общей температуре меда меньше 40 °С за 3 часа обработки не удалось достичь существенного разжижения меда. Первоначально в ходе эксперимента за 1 час удалось избавиться от больших комков меда, при этом существенно уменьшилась вязкость. Однако после этого состояние меда стабилизировалось и больше существенно не изменялось. Было предложено повысить температуру меда до 50 °С и продолжить эксперимент.

Спустя 2,5 часа после повышения температуры была достигнута полная декристаллизация меда. Это подтвердило, что важную роль в процессе разжижения играет небольшой предварительный нагрев.

После анализа результатов, достигнутых в проведенных ранее экспериментах, был осуществлен эксперимент по ультразвуковой обработке меда с целью его декристаллизации (разжижения) в промышленной емкости кубической формы объемом 25 литров аппаратом «Булава-П» (рисунок 1, б). Скорость разжижения меда в данном эксперименте оказалась меньше, чем в предыдущих экспериментах, к тому же имел место небольшой избыточный нагрев в процессе обработки. После 7 часов обработки была достигнута абсолютная очистка меда от кристаллов.

На основании анализа полученных результатов можно сделать выводы.

1. Проведенные эксперименты подтвердили эффективность ультразвукового воздействия для целей декристаллизации (разжижения) меда.

2. Используемые ультразвуковые аппараты и принятые меры их усовершенствования позволили достичь поставленных экспериментальных целей удаления кристаллов из меда без его значительного перегрева.

3. Ультразвуковой аппарат «Волна-М» успешно использовался для решения поставленных задач и с его помощью может быть реализовано разжижение небольших объемов меда (до 10 литров).

4. Ультразвуковой аппарат «Булава-П» может быть использован для целей разжижения меда в промышленных масштабах. Для этого необходимо осуществить его незначительную модернизацию и провести дополнительные мероприятия по уменьшению времени декристаллизации.

Литература

1. Сайт «Орловский мед» [Электронный ресурс]: сайт содержит сведения о производстве и распространении меда в орловской области. – Режим доступа: <http://www.orel-medok.narod.ru/44.html>

2. Сайт «Мед info» [Электронный ресурс]: информационно – справочный ресурс для всех, кто интересуется медициной и заботится о своем здоровье.– Режим доступа: <http://www.medinfo.ru/sovety/diet/37.phtml>

3. Bruce R. D'Arcy. High-power Ultrasound to Control of Honey Crystallization [Publication]/ Bruce R. D'Arcy.– Rural Industries Research and Development Corporation., October 2007. – 122 p.;

4. Leadley, C., Williams, A. Power ultrasound - current and potential applications for food processing [Publication]/ Leadley, C., & Williams, A.– UK: Campden & Chorleywood Food Research Association Group., 2002.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СБИВНЫХ МАСС

А.А. Журавлев, Л.А. Лобосова, А.А. Пивоварова, К.Н. Макарова

Воронежская государственная технологическая академия,

г. Воронеж, e-mail: Larisa_Lobosova@mail.ru

Актуальной проблемой для пищевой промышленности является создание функциональных продуктов, которые помимо основных свойств за счет добавок или особой рецептуры обладают профилактическими или оздоровительными свойствами. Продукты здорового питания не являются лекарственными и не могут излечивать, но помогают предупредить болезни и старение организма в сложившейся экологической обстановке. К таким продуктам можно отнести сбивные кондитерские изделия, ценность которых

объясняется значительной долей воздушной фазы и высокой степенью ее дисперсности, позволяющей образовывать структуры с хорошими вкусовыми качествами и усвояемостью; содержанием пектина, желатина, значительным содержанием белка, определяющим их высокую биологическую ценность [1].

Цель исследования – разработка технологии сбивных полуфабрикатов на основе желатина и пектина. Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс пенообразования сбивных масс на желатине и пектине, были применены методы планирования эксперимента. В качестве основных факторов, влияющих на процесс пенообразования, были выбраны: x_1 – дозировка белка, г; x_2 – дозировка пектина, г. Пределы измерения исследуемых факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия проведения эксперимента

Условия планирования	Пределы изменения факторов	
	x_1 , г	x_2 , г
Основной уровень	6,25	2,5
Интервал варьирования	1,25	1,25
Верхний уровень	7,50	3,75
Нижний уровень	5,00	1,25
Верхняя «звездная» точка	8,013	4,26
Нижняя «звездная» точка	4,49	0,74

Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими характеристиками сбивной массы, а именно: при дозировке белка менее 5 г и дозировке пектина менее 1,25 г для приготовления 200 г сбивной массы она имеет низкую плотность.

Увеличение дозировки белка более 8,1 г и пектина более 4,3 г нецелесообразно, так как структура пены становится плотной, а также это экономически не выгодно.

Критерием оценки влияния различных факторов на процесс пенообразования была выбрана: y – плотность сбивной массы, кг/м³.

Моделирование и оптимизацию структурно-механических свойств пенообразной массы проводили экспериментально-статистическими методами в несколько этапов.

Первый этап заключался в выборе наиболее приемлемой формы уравнения регрессии.

С целью сокращения продолжительности экспериментальных исследований и снижения затрат на их реализацию, реализовали полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^2 в соответствии с матрицей планирования. Опыты проводили в двукратной повторности, для оценки воспроизводимости опытов в центре плана были реализованы 5 параллельных опытов. Число опытов в центре плана выбрали с учетом возможного в дальнейшем переходе к планированию второго порядка. Для исключения влияния неконтролируемых параметров на результаты эксперимента порядок опытов рандомизировали посредством таблицы случайных чисел [2].

Установлено, что в соответствии с критерием Фишера, уравнение регрессии первого порядка, полученное по результатам ПФЭ, не адекватно описывает экспериментальные данные. В связи с чем было принято решение перейти к планированию второго порядка.

Второй этап заключался в построении математической модели в виде уравнения регрессии второго порядка, отражающего зависимость плотности сбивной массы y от дозировки белка x_1 и дозировки пектина, x_2 .

Для этого в исходную матрицу планирования были включены опыты в «звездных» точках. Выбор величины «звездного» плеча $\pm 1,41$ обусловлен необходимостью получения униформ-ротатабельного плана, обеспечивающего получения одинаковой величины дисперсии предсказания для любой точки в пределах изучаемой области.

Опыты в «звездных» точках реализовали в двукратной повторности. Статистическая обработка экспериментальных данных заключалась в вычислении оценок регрессионных коэффициентов, проверке их значимости, оценке воспроизводимости опытов и установлении адекватности полученного регрессионного уравнения. При этом были использованы статистические критерии Стьюдента, Кохрена и Фишера (при доверительной вероятности 95 %) [2]. Уравнение регрессии, адекватно описывающее зависимость плотности сбивной массы y от изучаемых факторов имеет вид уравнения второго порядка

$$y = 424 + 2,3X_1 + 49X_2 + 2,2X_1^2 - 4,6X_2^2 \quad (1)$$

где X_i – кодированные значения факторов, связанные с натуральными значениями x_i соотношениями:

$$X_1 = \frac{x_1 - 6,25}{1,25}; \quad X_2 = \frac{x_2 - 2,50}{1,25}. \quad (2)$$

Третий этап заключался в оптимизации структурно-механических свойств сбивной массы.

Для поиска оптимальных параметров X_1 и X_2 задачу оптимизации сформулируем так: необходимо найти такие значения независимых переменных X_1 и X_2 , при которых функция отклика $y = f(X_1, X_2) \rightarrow \min$. Значения независимых переменных X_1 и X_2 при этом должны удовлетворять следующим условиям:

$$\begin{aligned} -1 \leq X_1 \leq 1,41 \\ -1 \leq X_2 \leq 1,41 \end{aligned} \quad (3)$$

Таким образом, постановка задачи оптимизации аналитически записывается как:

$$\begin{aligned} y = 424 + 2,3X_1 + 49X_2 + 2,2X_1^2 - 4,6X_2^2 \rightarrow \min, \\ \text{при } -1 \leq X_1 \leq 1,41 \\ -1 \leq X_2 \leq 1,41 \end{aligned} \quad (4)$$

Поставленную задачу оптимизации (4) решим, используя метод условного градиента. При этом были получены оптимальные кодированные значения переменных X_1 , X_2 , при которых плотность сбивной массы y имеет минимальное значение.

Переходя от кодированных значений к натуральным переменным по формулам (2) имеем оптимальные значения дозировок белка x_1 , г и пектина x_2 , г (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты оптимизации

Кодированные значения		Натуральные значения		Плотность сбивной массы, кг/м ³
Дозировка белка, X_1	Дозировка пектина, X_2	Дозировка белка, x_1 , г	Дозировка пектина, x_2 , г	
-0,52	-1	6,25	1,25	369

Четвертый этап заключался в экспериментальной проверке результатов оптимизации рецептурных параметров приготовления сбивных масс.

Для этого при оптимальных значениях $x_1 = 6,25$ г; $x_2 = 1,25$ г были изготовлены образцы сбивных масс ($n = 10$ шт.), у которых определяли плотность. В таблице 3 представлено среднее арифметическое значение плотности сбивных масс, полученное по результатам 10-ти параллельных опытов y^3 и дисперсия S^2 .

Для того, что бы признать несущественными различия между экспериментальным и расчетным значением параметра оптимизации, была выдвинута нуль-гипотеза о том, что расчетные и экспериментальные значения параметра оптимизации принадлежат к одной и той же генеральной совокупности [3].

Для проверки выдвинутой нуль-гипотезы воспользуемся критерием Стьюдента

$$t_p = \frac{|y^3 - y^p|}{\sqrt{S^2}} \sqrt{n}. \quad (8)$$

Сравнение t_p с табличным значением критерия Стьюдента $t_m = 1,8331$ (при числе степеней свободы $f = 9$ и принятой доверительной вероятности $g = 95\%$) показывает, что выполняется условие $t_p < t_m$. Это указывает на то, что выдвинутая нуль-гипотеза может быть принята, а различия между расчетным и экспериментальными значениями параметра оптимизации объясняются только случайной ошибкой [3].

Ошибка предсказания значения параметра оптимизации (таблица 3)

$$\delta = \frac{t_m \sqrt{S^2}}{\sqrt{n}}. \quad (9)$$

Как видно из результатов таблицы 3, экспериментальное значение параметра оптимизации не выходит за границы доверительного интервала $y^p \pm \delta$, что указывает на достоверность и надежность полученных результатов.

Таблица 3 – Результаты определения доверительного интервала

Параметр оптимизации	Значение параметра оптимизации		Дисперсия S^2	Расчетное значение критерия Стьюдента t_p	Ошибка d	Доверительный интервал
	Расчетное y^p	Экспериментальное y^3				
Плотность сбивной массы y , кг/м ³	369	367	18	1,49	2,5	366,5÷371,5

Литература

1. Олейникова, А.Я. Технология кондитерских изделий [Текст] / : А.Я. Олейникова, Л.М. Аксенова, Г.О. Магомедов. – СПб.: Издательство РАПП, 2010. – 670 с.
2. Дерканосова, Н.М. Практикум по моделированию и оптимизации потребительских свойств пищевых продуктов [Текст]: учебное пособие / Н.М. Дерканосова, А.А. Журавлев, И.А. Сорокина. – Воронеж: ООО «Главреклама», 2009. – 167 с.
3. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования эксперимента [Текст] / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.

ВОЗДУШНЫЕ СЕПАРАТОРЫ. ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ

Т.Е. Башкатова, О.Н. Терехова

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, onter@mail.ru*

Очистка зерна от примесей является важнейшей операцией на всех зерноперерабатывающих предприятиях. Степень очистки основной культуры и точность классификации во многом влияют на стабильность качества зерна при хранении, а также на качество готовой продукции. Важная работа ведется в вузах, на предприятиях по совершенствованию сепарирующей техники, так как повышаются требования, предъявляемые к продуктам переработки, растут объемы производства. Пневматическое сепарирование зерновой смеси основано на различии сопротивлений, оказываемых отдельными частицами воздушному потоку. Обусловлено это физико-механическими особенностями частиц, которые в данном случае характеризуют их аэродинамические свойства. Данный принцип получил широкое применение благодаря простоте пневмосепарирующих устройств.

Рассматривая пневмосепараторы применяемые на элеваторах, мельницах, крупяных и комбикормовых заводах для очистки зерна от пыли и лёгких примесей можно отметить наиболее распространенные машины. Эффективность работы данных машин варьируется в пределах от 50 % до 90 %. Сепараторы А1 – БВЗ, ПА-10 имеют эффективность очистки легких примесей от зерновой массы 50-60 %, они работают с замкнутым циклом, что более экологично, но менее эффективно. В сепараторе А1- БВЗ зерно падая на отражатели продувается воздухом в результате происходит отделение легких примесей. В машине типа ПА на решетке выделяются грубые примеси, затем после продувки зерновой смеси снизу, относсы, подхватываемые дополнительным количеством воздуха, поступившим через жалюзи, уносятся в осадочные камеры и делятся при этом на более тяжелые и легкие, таким образом можно выделять крупные примеси, битые и щуплые зерна, полноценное зерно и легкие примеси.

Машины с эффективностью очистки до 90 % широко применяются на мукомольных заводах это такие машины как РЗ-БСД, РЗ- БАБ. Высокая эффективность РЗ-БАБ достигается за счет дополнительного расслаивания смеси на вибрлотке в канал она поступает в виде двуслойного потока: верхний слой – легкие примеси, нижний – зерна основной культуры, также с помощью вибрации продукт равномерно распределяется по ширине вибрлотка. В сепараторе РЗ-БСД состоящем из двух пневмосепарирующих каналов встречным потоком воздуха отделяется тяжелая фракция (зерно), а после от воздуха с примесями отделяются более тяжёлые относсы, воздух с наиболее лёгкими примесями отсасывается из пневмосепаратора. Данные машина работают с разомкнутым циклом, поэтому после них требуется очистка воздуха [3].

Кроме очистки зерновых и крупяных культур от примесей отличающихся аэродинамическими свойствами, пневмасепарирующие устройства применяются для отделения лузги от продуктов шелушения пленчатых культур. К таким машина относятся, аспираторы типа АСХ, А1-БДА, А1-БДЗ, эффективность разделения продуктов шелушения на них достигает до 85 %, в то время как эффективность очистки 60 %. Данное оборудование работает с замкнутым циклом, их недостатком является недостаточная очистка рециркулируемого воздуха [3].

Для всех машин с вертикальным воздушным потоком характерны большие энергозатраты так как воздуху необходимо преодолевать большие сопротивления двигаясь навстречу зерновому потоку.

В целом эффективность пневмосепараторов с вертикальным воздушным потоком недостаточно велика из-за сложности осуществления настройки машин, так как несмотря на простоту процесса, аналитическое решение задачи по определению траекторий, скоростей и ускорений зерновок и примесей при взаимодействии их с воздушным потоком представляет большую трудность, и, прежде всего по следующим причинам: зерновая смесь поступает в канал многослойным потоком, в зоне сепарирования происходит соударение частиц, изменяется скорость воздушного потока в межзерновом пространстве, нарушается равномерность поля скоростей воздушного потока.

В настоящее время исследователями теории процесса пневмосепарирования сделаны попытки учесть на основе теории вероятности факторы многослойности потока и взаимодействия зерновок и примесей в зоне сепарирования, в связи с этим процесс сепарирования рассмотрен на примере элементарной частицы с рядом допущений о равномерности воздушного потока, отсутствии взаимодействия частиц. Определены некоторые закономерности движения зерновок для построения траекторий зерновок в относительном и абсолютном движении. Методика сравнительно сложна и связана с большим объемом расчетных работ. Неблагоприятные условия сепарирования в вертикальном воздушном потоке возникают при многослойном поступлении смеси в канал с высокой удельной зерновой нагрузкой. Объясняется это распределением примесей по всей толщине слоя; прежде чем отделиться, они должны перейти в верхний слой сепарируемой смеси, а также массивированный поток зерен сбивает легкие примеси, увлекая

их по направлению своего движения. Обеспечение достаточной эффективности процесса приводит к необходимости увеличения ширины канала, а, следовательно, и расхода воздуха. Соответственно увеличивается энергоемкость процесса [1].

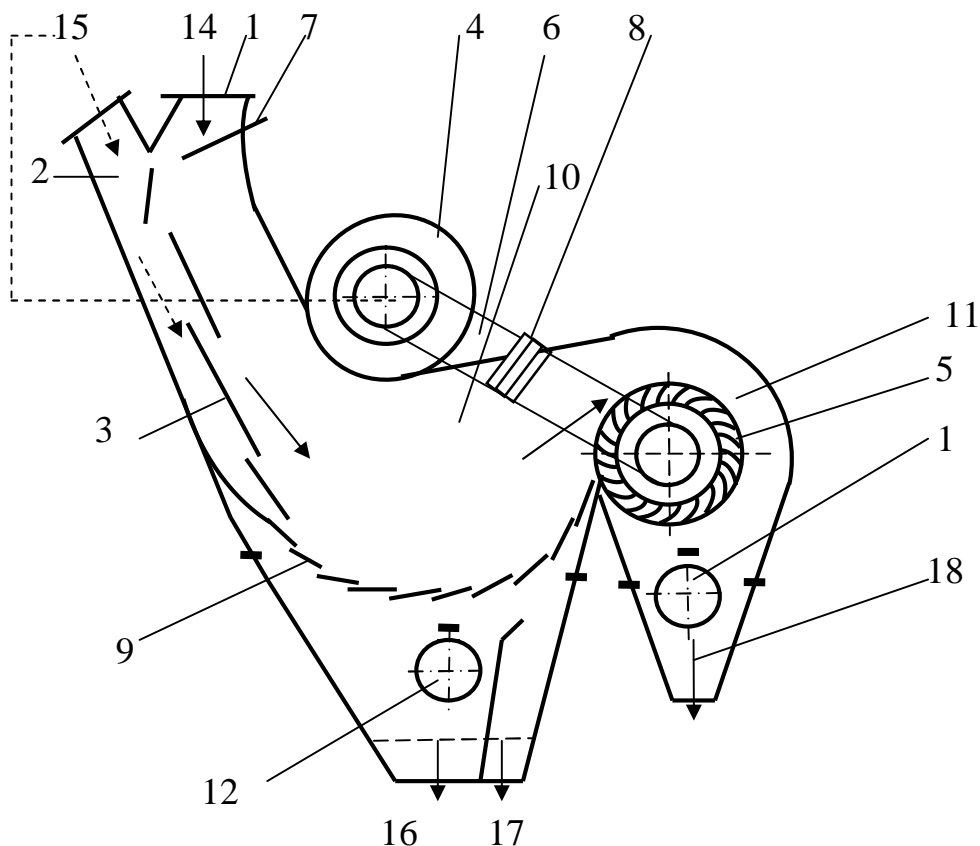
Рассматривая существующие методы пневмосепарации и машины, применяемые на предприятиях можно убедиться, что основными проблемами являются недостаточная эффективность, излишняя энергоемкость и ограниченная функциональность.

Поэтому существует необходимость создания машины, не имеющей данных недостатков. Были проведены исследования в области воздушной пневмосепарации с движением воздушного и зернового потоков в одном направлении. Для этого дополнительно в рабочую зону пневмоканала была установлена криволинейная поверхность. Легкие примеси, увлекаемые воздухом, достигают конца криволинейной поверхности и вылетают из камеры, а остальные частицы отрываются от этой поверхности раньше и выводятся в сборник очищенного материала [2].

Известен способ аэромеханического разделения зерновых материалов на криволинейной поверхности, где при подаче зерновой массы в машину формируется аэрозерновая смесь, на которую воздействуют аэропленкой. Аэропленку получают при подаче нижней плоской струи воздушного потока на твердую криволинейную поверхность, имеющую изменяемый радиус кривизны и шероховатость. Далее происходит перемещение зернового материала по данной поверхности. Разделение зернового материала на фракции и их вывод происходит в период распада аэропленки, отрыва компонентов зернового материала от твердой криволинейной плоскости и их движение в безвихревом воздушном пространстве сепарационной камеры. Но способ является недостаточно эффективным вследствие быстрого распада аэропленки и ее низкой способности к переносу массы зернового материала, также необходимы высокие энергозатраты для подъема аэрозерновой смеси по твердой криволинейной поверхности и осуществление взаимодействия с ней компонентов зернового материала [4].

С целью устранения уходящих недостатков предложен способ аэромеханического разделения зерновых материалов на криволинейной поверхности, осуществляемый с помощью устройства, в котором воздушный поток делится на отдельные струи с помощью направляющих лопаток, зерновой материал подают на колеблющуюся твердую криволинейную поверхность сепарационной камеры, пронизываемую для зернового материала и воздуха, образованную, виброплоскостями. Воздушный поток подают сверху и снизу и формируют аэрозерновую смесь. После формирования аэрозерновой смеси, на которую воздействуют отдельными воздушными струями воздушного потока, происходит предварительное расслоение аэрозерновой смеси на потоки зернового материала. Тяжелые и легкие фракции зернового материала приобретают различные траектории движения на разной высоте от твердых криволинейных поверхностей. Траектория движения легких фракций направлена вверх и легкие фракции выводят. Зерно, как более тяжелые фракции, изменяет траекторию движения на обратную; при этом оно, преодолевая аэродинамическое сопротивление воздушных струй, направленных снизу, проходит доочистку от легких сорных и легких зерновых примесей, и его выводят. Кратковременное воздействие воздушного потока на зерновую смесь, ухудшает предварительное расслоение и разделение зернового материала, снижает эффект сепарации. Благодаря созданному замкнутому воздушно-рециркуляционному тракту в рабочем корпусе машины накапливается значительное количество пыли, создающее взрывоопасную концентрацию [5].

Для исключения существующих недостатков пневмосепараторов на кафедре МАПП Алтайского государственного технического университета им И.И. Ползунова ведется разработка сепаратора с криволинейной поверхностью [6]. Данная пневмосепарирующая система способна разделять зерновую смесь по коэффициенту трения и аэродинамическим свойствам, то есть выделять минеральную примесь, тяжелую и легкую фракции (рисунок 1).



1 – входной воздушный патрубок, 2 – приемный патрубок для зернового материала, 3 – наклонные плоскости, 4 – вентилятор, 5 – жалюзийный барабан, 6 – воздуховод, 7 – регулирующая заслонка, 8 – фильтрующий элемент, 9 – криволинейная пластинчатая поверхность, 10 – сепарационный канал, 11 – осадочная камера, 12 – вибратор, 13 – вибратор, 14 – зерновой поток, 15 – воздушный поток, 16 – вывод минеральной примеси, 17 – вывод зерновой фракции, 18 – вывод легкой фракции

Рисунок 1 – Схема установки с криволинейной рабочей поверхностью

Зерновой материал подается в канал через приемный патрубок 2, воздух от вентилятора поступает в приемный воздушный патрубок 1 далее проходя через наклонные плоскости 3 из него формируются отдельные воздушные струи, которые, пронизывая зерновой поток, образуют аэрозерновую смесь, попадающую в пневмосепарирующий канал 10. Под действием аэродинамических сил, силы тяжести и силы трения зерновой материал продвигается по плоскостям 9, при переходе с одной плоскости на другую продувается воздушным потоком, при этом минеральные частицы, обладающие большим коэффициентом трения останавливаются раньше на перфорированной плоскости и выводятся в направлении 16 с помощью вибратора 12, зерновой материал, двигаясь с большей скоростью, продвигается на большее расстояние по перфорированной дуге, далее попадает в осадочную камеру для зерновой фракции в направлении 17, а мелкая и более легкая фракция при продувке зерна воздушным потоком уносится в осадочную камеру 11, далее выводится из машины в направлении 18. Воздушный поток, освобожденный от легких фракций, попадает в жалюзийный барабан 5 и далее по воздуховоду 6 через фильтрующий элемент 8 подается на вентилятор 4.

Преимуществами предлагаемого изобретения по сравнению с применяемыми пневмосепараторами являются повышение качества очистки зернового материала, уменьшение удельных энергозатрат на процесс пневмосепарации и улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Повышение эффективности разделения зерновых материалов обеспечивается увеличением времени воздействия воздушного потока на зерновой материал, во-первых, за счет первоначального взаимодействия воздушного потока и зернового материала при поступлении в регулирующие устройство которое разделяет воздушный поток на струи, что способствует лучшему разрыхлению и продуванию воздухом зерновой смеси, во-вторых, за счет увеличения протяженности сепарационной зоны при перемещении зернового потока по системам скатных плоскостей и по проницаемой криволинейной поверхности.

Данный способ считается более экономичным с точки зрения энергозатрат, что достигается использованием воздушного потока, изначально распределенного по всей площади сечения пневмоканала в виде тонких струй, а движение воздуха направленно не против, а по направлению движения зерновой смеси.

Для подтверждения теоретических исследований был проведен ряд экспериментов, направленных на определение оптимального режима работы устройства, было изучено влияние входной скорости, удельной зерновой нагрузки и засоренности зерновой массы на эффективность разделения.

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод о том, что максимальная эффективность в каждой группе опытов достигается при расходе воздуха 45 м³/ч, засоренности 20 % и составляет 85 %.

В ходе испытаний экспериментального стенда пневмосепаратора с криволинейной поверхностью был отмечен ряд конструктивных моментов, которые влияют на качество его работы. В настоящий момент ведется доработка конструкции на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований.

Литература

1. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / Гортинский В.В., Демский А.Б., Борискин М. А. – 2-е изд., М.: Колос, 1980. – 304 с.
2. Повышение технологической эффективности пневмофракционирования зерновых масс / Злочевский В.Л., Терехова О.Н. Хранение и переработка зерна: ежемесячный практический журнал. Украина (№ 5(59) май 2004). Издательство – Город, 2004. с. 38-40.
3. Технологическое оборудование зерноперерабатывающих предприятий / Тарасов В.П. – Барнаул: Из-во АлтГТУ, 2002. – 229 с.
4. Патент РФ № 2148441, МПК 7 В 07 В4/00, 7/04.
5. Патент РФ №2206414, МПК 7 В07 В 4/02.
6. Патент РФ №2278745, МПК 7 В07 В 4/02.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ СКАНЕРОМЕТРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КАРОТИНОИДНО-АНТОЦИАНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Е.В. Комарова, П.Н. Саввин, В.М. Болотов, Д.С. Стрижкова

Воронежская государственная технологическая академия,

г. Воронеж, e-mail: kev.vgta@yandex.ru

Многие процессы в биотехнологии и пищевом производстве не охвачены автоматизированным постадийным контролем качества исходного сырья, промежуточных субстратов и конечной продукции в режиме реального времени. Применение качественного и количественного химического анализа и инструментальных методов для такого контроля существенно удорожает продукцию. Одним из возможных решений данной проблемы является использование в качестве аналитического сигнала параметров

оцифрованных изображений анализируемых объектов с применением различных современных устройств, установленных на разных участках технологической схемы. Имеются разработки по определению оптимального разрешения и метода ввода изображений. Однако не решена проблема возможности использования изображения в качестве надёжного аналитического сигнала, не решены проблемы алгоритмизации и автоматизированного принятия решений при диагностике качества материалов.

Современные технологии позволяют получать натуральные пищевые красители из различного пищевого сырья. Известно, что натуральные колоранты содержат в своем составе, кроме красящих пигментов, другие биологически активные компоненты, которые полезны для человека – витамины, углеводы, органические кислоты и др. Поэтому использование естественных пигментов для окрашивания продуктов питания позволяет не только улучшить внешний вид, но и повысить пищевую ценность продуктов.

Нами проводятся исследования по расширению эксплуатационных свойств природных пищевых красителей, получаемых из растительного сырья. В качестве объектов исследования выбраны каротиноидные гидрофилизированные колоранты из корнеплодов моркови красной посевной *Daucus Sativus Roehl*, а также антоциановые красители из черной смородины *Ribes nigrum*. Применение смеси указанных красителей позволит не только варьировать окраску пищевых продуктов от лимонно-желтого до бордово-красного и, таким образом, расширить их ассортимент, но и повысить антиоксидантную активность и пищевую ценность продуктов.

Для получения гидрофилизированных каротиноидных пигментов проводили последовательную термообработку измельченного сырья при 50 °С, 70 °С и 90 °С в течение 4 ч при каждой температуре. Затем колоранты экстрагировали этиловым спиртом с объемной долей 96 % при температуре 60 °С из расчета 500 см³ спирта на 100 г сырья. Концентрирование проводили путем испарения этанола при атмосферном давлении. Антоциановый краситель получали следующим образом: выжимки ягод черной смородины измельчали и проводили экстрагирование этиловым спиртом (об. д. 96 %). Выжимки обрабатывают последовательно дважды при температуре 55 – 60 °С в течение 1,5 часа. Полученные экстракты отделяли от исходного сырья, объединяли, отстаивали при температуре 10 – 20 °С в течение 6 – 10 часов с последующей фильтрацией и концентрированием путем отгонки этанола при атмосферном давлении.

Образцы концентратов красителей взвешивали на аналитических весах 1 класса точности и растворяли в 50 см³ этанола (об. д. 96 %). Массы навесок подбирали таким образом, чтобы оптическая плотность растворов красителей была меньше 1,0 усл. ед.

Цветность полученных растворов красителей анализировали методом компьютерной цветометрии (сканерометрическим методом), основанном на использовании цифровых изображений, получаемых с помощью планшетного сканера со слайд-адаптером и специальной насадкой.

Изменение цвета образцов контролировали в течение 14 суток, используя кювету с толщиной оптического слоя 10 мм. Анализ и обработка изображений осуществляли с использованием собственного программного обеспечения, созданного в среде MathCAD 11, позволяющего с помощью алгоритмов цифровой обработки изображений сравнивать свойства анализируемого образа со стандартным или сопоставлять с градуировочной зависимостью изменения цветового параметра от свойства продукта.

Графический файл данных, содержащий изображения всех образцов, формировали в программе Adobe Photoshop полуавтоматически с использованием встроенной функции формирования листа уменьшенных копий из меню Файл–Автоматизация–Contact Sheet II. Этот прием позволяет анализировать за один раз всю серию изображений образцов, что существенно ускоряет процесс получения калибровочной зависимости и обработки большого количества анализируемых проб. Программа автоматически рассчитывала средние значения кодов цветности в выбранной области анализируемых участков изображения.

Использовали цветовую модель RGB, как наиболее часто применяемую в компьютерной колориметрии. Полученные значения цветности вносили в таблицу, по данным которой автоматически по трём цветовым компонентам (R, G, B) строили три калибровочные кривые. Анализ всех трёх составляющих цвета даёт дополнительную информацию: если наблюдаются отклонения соответствующих точек и по нескольким цветовым компонентам, можно с большой долей вероятности предположить ошибку определения цветности. Разработанная программа автоматически формировала файл данных в формате MS Excel (рисунки 1, 2).

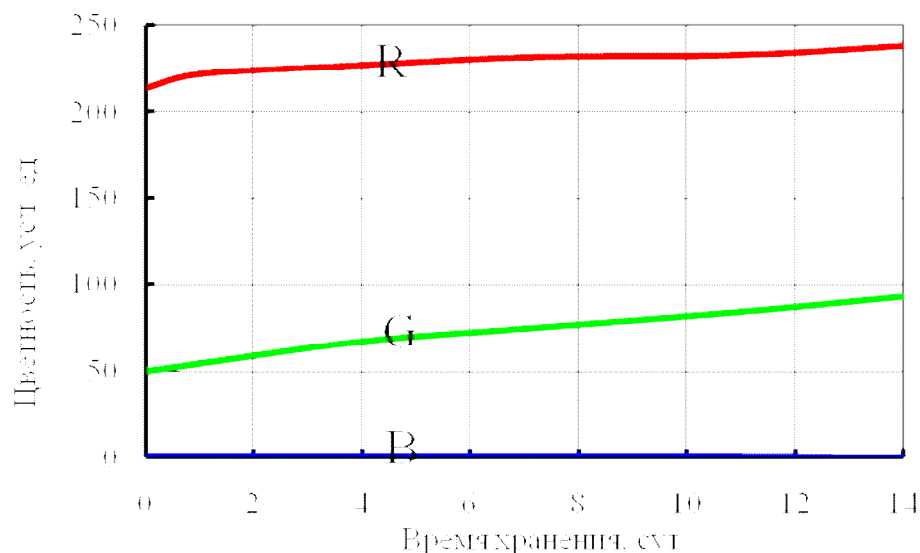


Рисунок 1 – Цветометрические характеристики экстракта каротиноидно-антоцианового красителя (соотношение сырья морковь:смородина 12:3)

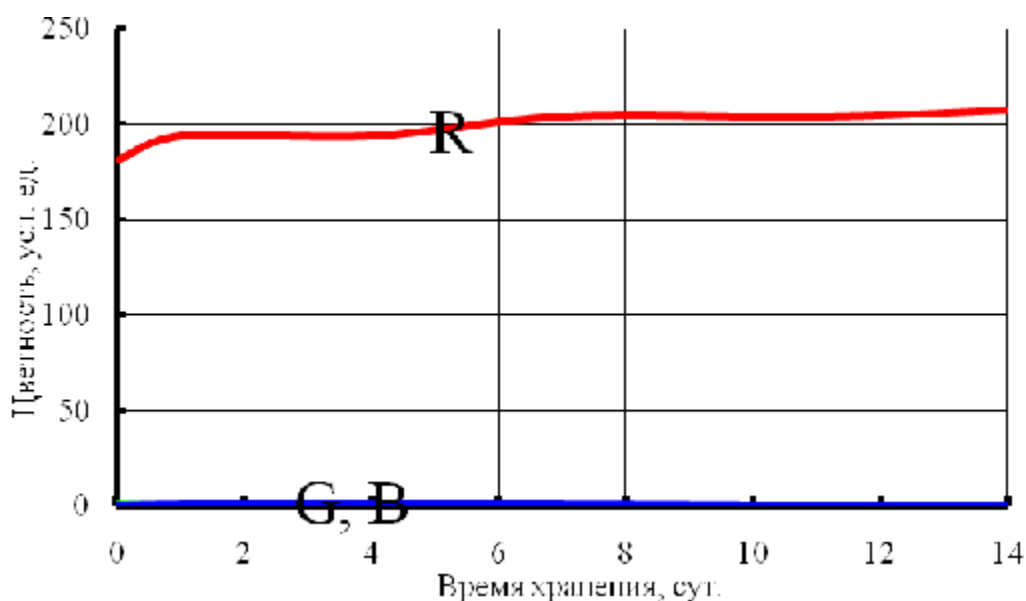


Рисунок 2 – Цветометрические характеристики экстракта каротиноидного красителя

Как видно из приведенных графиков, отклонения от модельной желтой и красной окраски по всем RGB компонентам цвета происходили незначительно как в чистых каротиноидных красителях, так и в их смеси.

Сопоставление характеристик цветометрической и спектрофотометрической методик контроля цветности показало сопоставимость результатов, а экспрессность и большая экономичность с использованием необходимого программного обеспечения позволяет сделать вывод о перспективности применения сканерометрического метода анализа.

Литература

1. Болотов, В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение [Текст] / В.М. Болотов, А.П. Нечаев, Л.А. Сарафанова. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 240 с.
2. Байдичева, О.В. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции [Текст] / О.В. Байдичева, В.В. Хрипушин, Л.В. Рудакова, О.Б. Рудаков // Пищевая промышленность. – 2008, № 5. – С. 20-22.
3. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 428 с.
4. Саввин, П.Н. Исследование натуральных каротиноидно-антоциановых красителей [Текст] / П.Н. Саввин, Е.В. Комарова, В.М. Болотов, Е.С. Шичкина // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 135-138.

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭСКИМО В ГЛАЗУРИ НА ЭСКИМОГЕНЕРАТОРЕ

Е.В. Давыдова, В.А. Преображенский

Тульский государственный университет, г. Тула, elen-davidova@mail.ru.

Уже на первых этапах развития промышленного производства мороженого мелкие производители, обладавшие воображением и склонные к инициативе, оценили возможность получения прибыли за счет изготовления и продажи потребителям необычных видов мороженого и замороженных десертов, отличающихся новизной, свежестью, уникальностью и оригинальностью. К таким новинкам можно отнести статически замороженные брикеты, особые сочетания мороженого со вкусоароматическими веществами и кондитерскими изделиями, изделия в стаканчиках и особым образом формованные изделия [2].

Как правило, мороженое производят по одной технологии. Она включает следующие операции: выбор рецептуры или расчёт массы компонентов с учетом химического состава сырья и готового продукта, проверка качества сырья, составление смеси для мороженого, ее фильтрация, пастеризация, гомогенизация, охлаждение и созревание смеси, ароматизация, замораживание (фризерование), формование, глазирование, закалка и упаковка готового мороженого [1].

Самым распространённым видом новинок является эскимо в глазури. Отличительной особенностью производства данного вида мороженого является наличие процесса формования. Его реализуют на машинах непрерывного прессования выдавливанием, экструдерах (вертикальных и горизонтальных), эскимогенераторах. Мы остановим своё внимание на последнем, так как эскимогенератор является наиболее распространённым оборудованием для выработки эскимо и позволяет подвергать изделия глазированию.

На рисунке 1 представлена схема линии выработки и упаковывания эскимо, на которой осуществляется производство различных видов эскимо в глазури. Работа линии происходит следующим образом. Смесь из фризера поступает в дозатор 5. Из него она дозируется в формы, которые содержит эскимогенератор. Формы последовательно проходят две зоны – замораживания и оттаивания, в которых содержится соответственно холодный и тёплый рассол, циркулирующий между эскимогенератором и холодильной установкой 1. В процессе движения форм в зоне замораживания в эскимо вбиваются палочки с помощью палочкозабивателя 9. Затем, после прохождения мороженого зоны оттаивания, эскимо извлекается из форм за палочки при помощи глазировочной головки 4, которая тут же осуществляет глазирование продукта окунанием его в ванну с глазурью. После этого мороженое при помощи всё той же головки сбрасывается на разгрузочный конвейер 3 и транспортируется к завёрточному автомату 2, где осуществляется

упаковка эскимо. Так же на эскимогенераторе предусмотрены моеющее устройство 10 и осушитель 7 с вакуум-насосом 8, соответственно для мойки и сушки форм.

Эскимогенератор – основное устройство для выработки эскимо (см. рисунок 1). Основными сборочными единицами эскимогенератора являются: станция управления, карусель, распределитель рассола, глазировочная головка, ванна для глазури, дозатор, палочкозабиватель, моеющее устройство, осушитель, трубопроводы, а также электрооборудование [3].

Эскимогенератор работает следующим образом. Карусель с формочками движется прерывисто по окружности и поворачиваясь, последовательно проходит зоны замораживания и оттаивания. В начале зоны замораживания формочки попадают под дозатор 5 и во время остановки карусели происходит заполнение ряда формочек порциями мороженого.

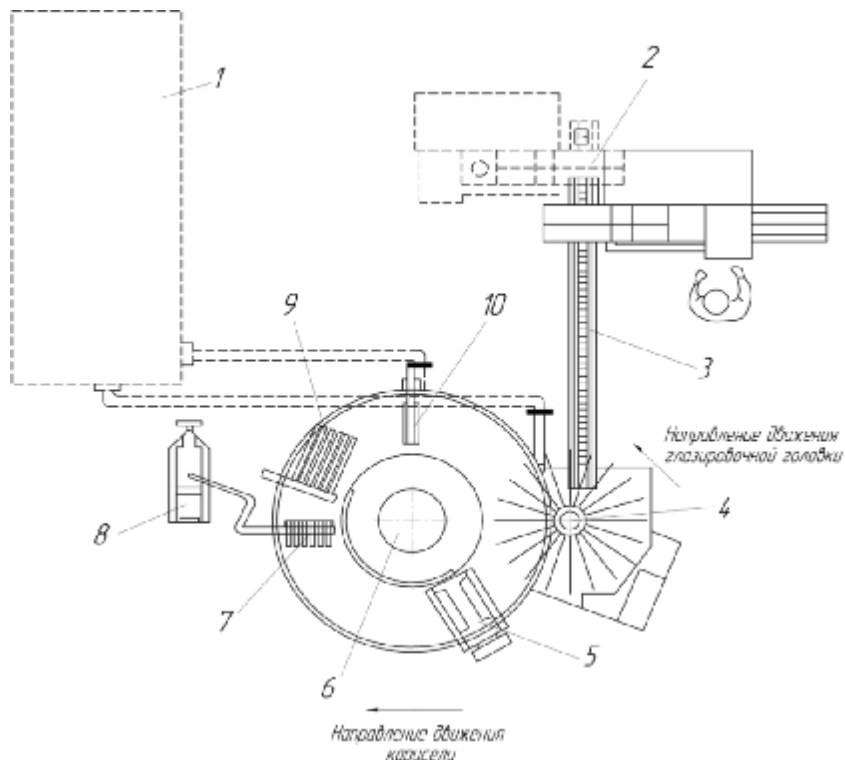


Рисунок 1 – Схема линии выработки и упаковывания эскимо:

- 1 – холодильная установка; 2 – заворачивочный автомат; 3 – разгрузочный конвейер;
4 – глазировочная головка; 5 – дозатор; 6 – распределитель рассола; 7 – осушитель;
8 – вакуум-насос; 9 – палочкозабиватель; 10 – моеющее устройство

По мере прохождения формочек в замораживающей зоне мороженое частично подмерзает и попадает под палочкозабиватель 9, который во время остановки карусели одновременно забивает палочки во все формы.

Продолжая движение по кругу, мороженое постепенно закаливается (при этом температура его достигает $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) и попадает в зону оттаивания, где оттаивается тонкий наружный слой брикета мороженого. Мороженое из формочек извлекается щипцами, установленными на штанге глазировочной головки 4. Штанга глазировочной головки, опускаясь, извлекает щипцами за палочки ряд «эскимо» и подает их на глазирование.

Глазирование брикетов мороженого осуществляется путем погружения брикетов в шоколадную глазурь, которое совершается при движении щипцов вниз и одновременном подъеме ковша с глазурью вверх. Затем щипцы с глазированным мороженым поднимаются вверх, а ковш с глазурью опускается. Глазированное мороженое подается к сбрасывателю, освобождается от щипцов и сбрасывается на лотки конвейера 3 заворачивочного автомата 2. Освобожденные из-под мороженого формочки поступают под

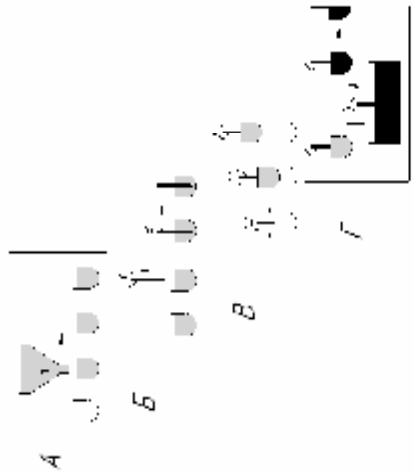
дозатор, и цикл повторяется. Моющее устройство 10, предназначенное для мойки карусели с формочками, смонтировано на стойке, которая крепится с помощью кронштейнов на шинах распределителя рассола. На стойке установлен распылитель, представляющий собой перфорированную трубу с отверстиями диаметром 3 мм. Один конец трубы закрыт дном, а другой имеет штуцер для соединения с магистралью мойки. Во избежание разбрызгивания жидкости на трубе крепится отбойник, а на нем – фартук. После мойки распылитель отводится из зоны карусели. Осушитель 7, предназначенный для удаления воды, которой заполнены формочки после мойки, смонтирован на стойке, закрепленной с помощью кронштейнов на шинах распределителя рассола. Гидроцилиндр, закрепленный на стойке, приводит в движение отсасывающий коллектор через шток. Для отключения гидроцилиндра от гидросистемы предусмотрен кран. Отсасывающий коллектор подключается трубопроводом к вакуум-насосу 8 и гибкими трубками к соскам. Во время движения вниз вода через соски отсасывается вакуум-насосом, после чего коллектор поднимается, карусель делает поворот, и коллектор вновь опускается вниз. После осушения всех формочек коллектор отводится из зоны карусели.

Технологии производства различных видов эскимо в глазури на эскимогенераторе приведены на рисунке 2. Сначала производится формование (см. рисунок 2, этап А). При формовании смесь с помощью дозатора перекачивают в формы, погруженные в охлажденный раствор или гликоль (или орошаемые ими). Смесь может быть взбита и частично заморожена во фризере непрерывного действия. Для получения брикетов мороженого на палочках мороженое замораживают в обычном фризере до требуемой взбитости и текучего состояния (например, 100 % при -3°C). Замораживание происходит сначала на внутренней поверхности формы и развивается внутрь.

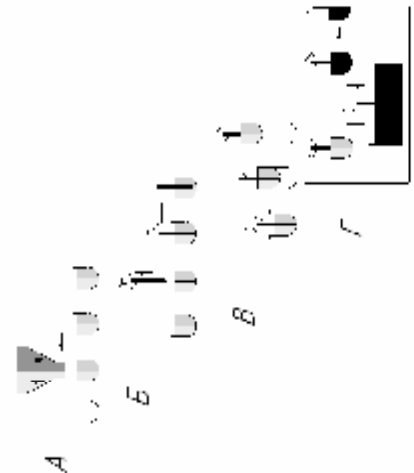
Что касается различных видов эскимо, то у каждого из них есть свои отличительные особенности при производстве на этапе дозирования. При производстве вертикально разделённого двуцветного эскимо в глазури используют два фризера – для каждой смеси отдельно. Затем смесь из обоих фризеров поступает в дозатор, через который обе смеси одновременно дозируются в форму. При производстве горизонтально разделённого двуцветного эскимо в глазури так же используют два фризера, но дозирование производится поочередно. Вначале форму заполняют одной смесью, а затем, поверх одной смеси, дозируется вторая. Принцип производства горизонтально разделённого трёхцветного эскимо в глазури тот же, что и при производстве двухцветного. Отличием является лишь то, что в данном случае используется три фризера для каждой смеси соответственно. Принцип дозирования так же поочередный.

Производство двуцветного эскимо в глазури с концентрическим наполнением требует дополнительной операции на стадии дозирования. После того как смесь частично заморожена, удаляют незамерзшую середину продукта с помощью разрежения и помещают внутрь другой материал, который будет заморожен. Им может быть как другая смесь, так и различные продукты (джем, сгущёнка и т.п.). Производство эскимо в глазури, заполненное карандашным наполнителем, так же требует дополнительной операции на стадии дозирования. Как и в случае с концентрическим наполнением, часть незамерзшей смеси удаляется из формы, только в данном виде продукта удаление производится ближе к краям формы, а затем образовавшиеся пустоты заполняют при помощи карандашных наполнителей другой смесью или каким-либо продуктом.

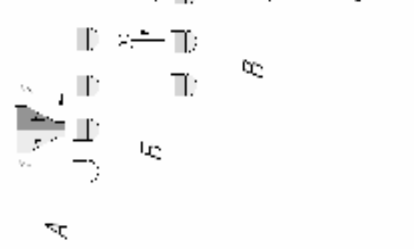
После достижения достаточной степени замораживания центра вставляются палочки (см. рисунок 2, этап Б), которые обычно изготавливают из древесины бука или березы, и замораживание в формах завершается. Недавние исследования показали, что от палочки к мороженому может передаваться вкус и запах (палочки из различных пород дерева отличаются по запаху).



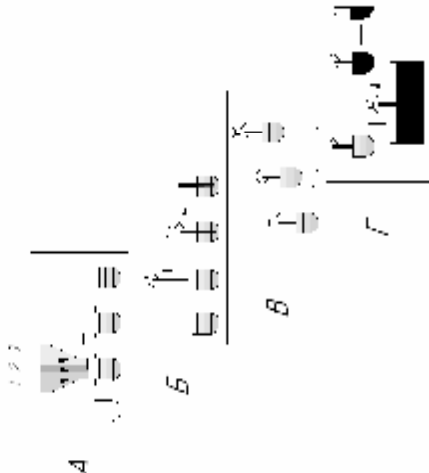
Эскиз в газуры



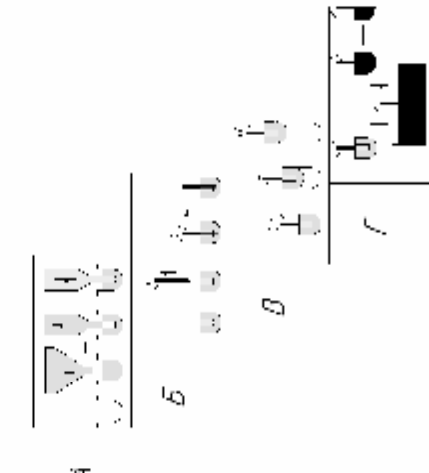
Вертикально разделенные фазы (всплывающая эскиз в газуры)



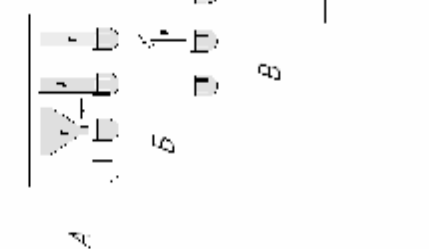
Горизонтально разделенные фазы (всплывающая эскиз в газуры)



Горизонтально разделенные фазы (всплывающая эскиз в газуры)



Вертикально разделенные фазы (всплывающая эскиз в газуры)



Эскиз в газуры. Заполненное конденсатом наполнителем

Рисунок – 2. Технологии получения различных видов эскимо в газуры на эскимогенераторе

Формы затем поступают на позицию, где они для освобождения изделий в течение короткого времени нагреваются (теплым рассолом или водой) и далее изделия экстрактором извлекаются за палочку (см. рисунок 2, этап В) и передаются на глазирование.

Глазирование осуществляется методом окунания в ванну с расплавленной глазурью (см. рисунок 2, этап Г). Что касается требований, то наносимая на мороженое глазурь должна отвердевать довольно быстро и в виде слоя заданной толщины, а при последующей упаковке не должна прилипать к конвейеру заверточной машины и этикетке. Отдельные упакованные изделия помещают в пакеты или коробки, которые могут быть упакованы в групповую тару (картонные коробки). При упаковке изделия очень твердые, и поэтому нет необходимости пропускать их через закалочный туннель перед отправкой на холодильное хранение.

Эскимогенератор, как оборудование для выработки эскимо в глазури, очень распространён в нашей стране. Существует множество марок данного оборудования. Это отечественный Л5-ОЭК, Л5-ОГЭ, ОГЭ, итальянский Ролло, Риа, Дерби-300 и некоторые другие. Производительность отечественных эскимогенераторов ниже, чем у зарубежных. Это является следствием использования меньшего числа форм, не оптимального использования теплообмена между рассолом и формами, а так же использования устаревших технологий. Поэтому имеет смысл их модернизации и оптимизации работы.

Во-первых это касается формочек. Их обычно изготавливают из нержавеющей стали. Они должны иметь прямые борта и такую форму, которая позволяет извлекать изделия. Последние достижения в области изготовления форм позволяют изменять их форму на оборудовании для формования. Существуют мягкие пластиковые формы с нанесенными объемными изображениями (например, героев мультфильмов). После замораживания и отделения от формы изделие извлекается, в результате чего пластиковая форма отделяется от поверхности и выворачивается наизнанку. Перед повторным наполнением ее необходимо «вывернуть» обратно. Существуют также разъемные (двухсекционные) формы на шарнирах, позволяющие извлекать изделия с объемными изображениями, открывая форму. В этом случае из-за возможного загрязнения рассолом замораживание в растворе соли невозможно, однако достаточное замораживание возможно путем замораживания форм до низкой температуры в охлажденном воздухе, движущемся с высокой скоростью в специально сконструированном оборудовании [2].

Во-вторых, процесс глазирования. Емкость с шоколадом, в которую погружаются порции эскимо, можно снабжать лотком для приема капель и приспособлением для удаления последних – проводником, нагреваемым электрическим током. Лоток для приема капель оборудовать электроподогревом, чтобы шоколад не застывал и беспрепятственно возвращался в ёмкость для погружения порций эскимо.

Так же есть необходимость совершенствования системы теплообмена между формочками и рассолом. Например, по торцам ванны для замораживания предлагается устанавливать волосяные щетки, размещенные на носителе. Носитель установлен с возможностью возвратно-поступательного движения по направляющей. Это позволяет интенсифицировать процесса теплообмена и получить снижение энергозатрат. Существует вариант, когда ванна для замораживания мороженого выполнена со сплошным дном и торцевыми стенками, на которых установлены шаблоны, имеющие разную высоту в соответствии с профилем формочек и зазором между ними. При этом шаблоны выполнены с впадинами, радиус которых соответствует радиусу установки формочек. Это позволяет интенсифицировать процесс теплообмена за счет увеличения омываемой площади, увеличить производительность, снизить энергозатраты и время замораживания.

Литература

1. Давыдова, Е.В. Преображенский, В.А. Анализ технологий получения традиционных и новых видов мороженого / Вестник ТулГУ. Автоматизация: проблемы, идеи, решения: Материалы Междунар. научно-техн. конф. «АПИР-15», 10-12 ноября 2010 г.; под ред. В.В. Прейса, Е.В. Давыдовой. В 2-х частях. Ч. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. С. 92-97.
2. Мороженое и замороженные десерты / Маршалл Р.Т. [и др.]. Спб.: Профессия, 2005. 376 с.
3. Кладий, А.Г. Автоматизация производства мороженого / А.Г. Кладий. – М. : Агропромиздат, 1991. – 239 с.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУХИХ ФОРМ ЗАКВАСОК

О.Н. Гора, И.Н. Павлов

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск, e-mail: pin@bti.secna.ru*

Весьма перспективным в настоящее время считается направление, связанное с разработкой продуктов обладающих различным уровнем профилактического и лечебного воздействия на организм человека. Поэтому производители различных пищевых продуктов стараясь сгладить отрицательное воздействие внешних факторов стремятся расширить и разнообразить рынок продуктов функционального назначения, т.е. продуктов обогащенных высокоактивными микроорганизмами, либо ферментированными ими продуктами, которые оказывают положительное влияние на здоровье человека. К числу таковых относятся биологически активные добавки и обогащенные ими пищевые продукты пробиотического назначения. К таким микроорганизмам-пробиотикам относятся и пропионовокислые бактерии. Положительная роль пропионовокислых бактерий обусловлена образованием ими пропионовой кислоты, ферментов и большого количества витамина В₁₂.

Получение сухой формы препарата включает в себя концентрирование, смешивание с различными защитными средами и последующую подачу на сушку распылением. Для проведения всех указанных процессов требуется знания прежде всего структурно-механических свойств биомассы полученных культур и в-первую очередь это определение плотности и кинематической вязкости биомассы при различных температурных условиях. Эти данные нам были необходимы для расчета и проектирования сушильной установки.

Выбор метода для измерения структурно-механических характеристик обусловлен природой получаемой культуральной жидкости, которая является неоднородной жидкой системой. В данном случае исследование вязкости полученной культуральной жидкости проводили на горизонтальном капиллярном вискозиметре (ГКВ), представленного на рисунке 1. Отличительной особенностью его является то, что измерение вязкости происходит в горизонтальном потоке при истечении жидкости через горизонтальный капилляр. Применение вискозиметра ГКВ позволяет избежать расслаивания жидкости в ходе измерения, т.к. в этом случае направление потока исследуемой жидкости происходит перпендикулярно гравитационной и архимедовой силам, которые приводят к расслоению исследуемых сред в распространенных вискозиметрах капиллярного и ротационного типа.

По результатам эксперимента мы определяли время истечения, по которому в последствии на основании закона Пуазейля определялось вязкость исследуемой среды. Установка позволяет определить вязкость при различных температурах.

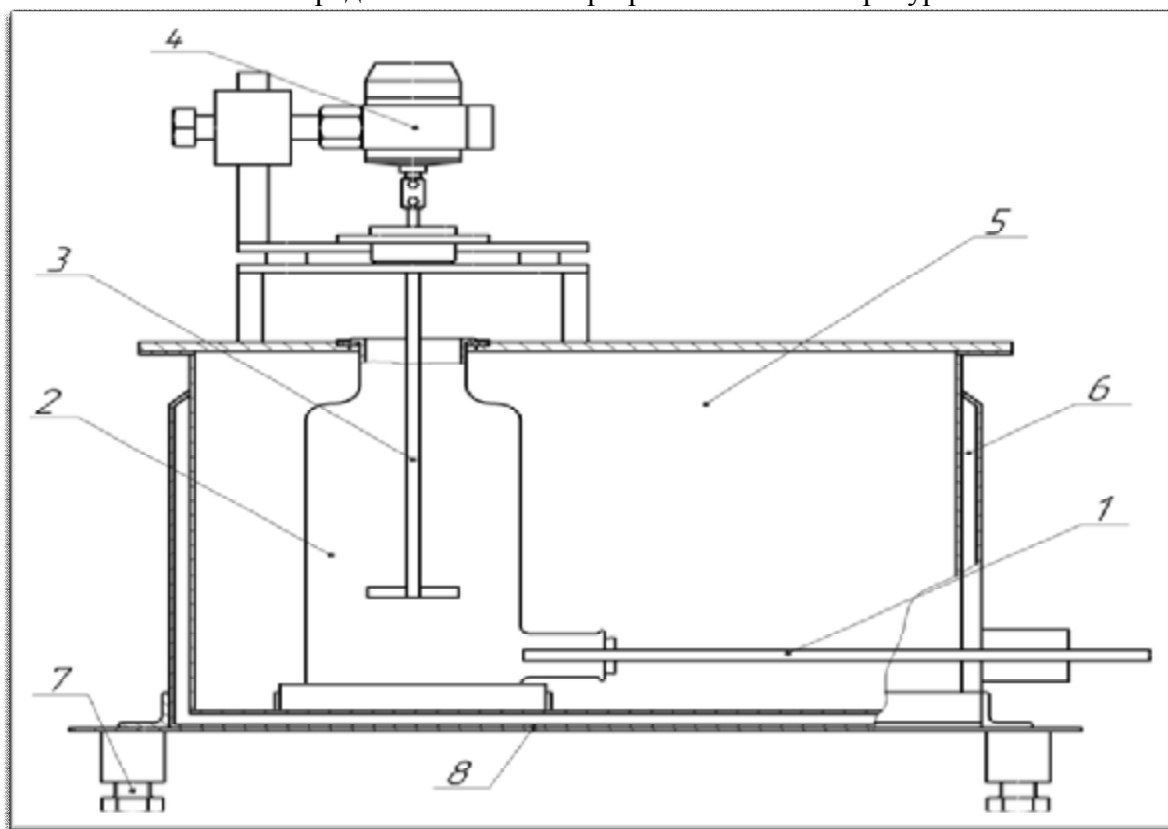


Рисунок 1 – Схема горизонтального капиллярного вискозиметра

- 1 – измерительный капилляр; 2 – сосуд для культуральной жидкости;
 3 – перемешивающее устройство; 4 – привод мешалки; 5 – термостатируемая емкость;
 6 – теплообменное устройство (рубашка); 7 – установочные винты; 8 – основание вискозиметра

Плотность исследуемой среды определяли при помощи ареометров. Результаты исследований изображены на рисунке 2.

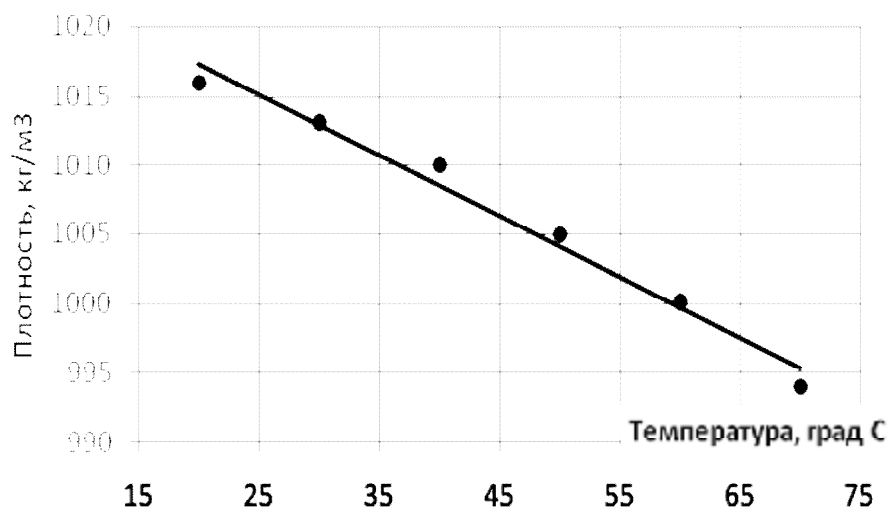


Рисунок 2 – Изменение плотности культуральной жидкости от температуры

Начальное содержание СВ в исходной жидкости составило 8 %. Все измерения проводили в диапазоне температур от 20 до 70 °С. Как видно из рисунка 2 по результатам измерений плотность при исследуемой концентрации СВ линейно зависит от температуры жидкости. При увеличении температуры происходит незначительное снижение плотности исследуемой среды в рассматриваемом температурном интервале, эта зависимость может быть выражена уравнением:

$$\rho = 1026 - 0,44t, \quad (1)$$

где t – температура жидкости, °С.

Вязкость культуральной жидкости с номинальным уровнем СВ при исследовании на вискозиметре КГВ по результатам показаний, рассчитывали по описанной методике. Результаты каждого опыта по измерению вязкости усреднялись по данным четырех измерений. На рисунке 3 показана экспериментальная зависимость динамической вязкости от температуры.

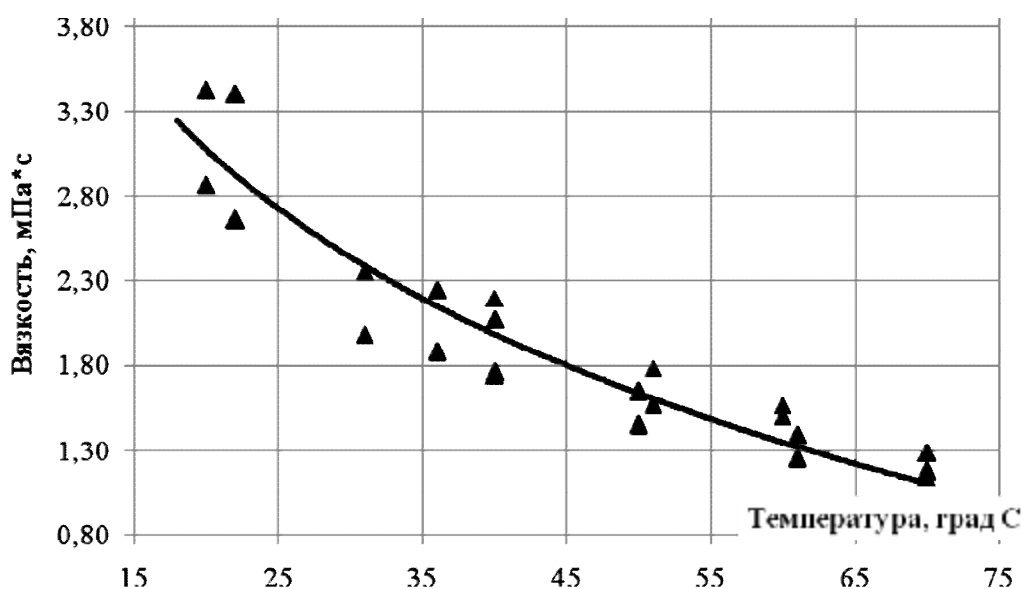


Рисунок 1 – График зависимости вязкости культуральной жидкости в зависимости от температуры

Как следует из результатов проведенных исследований при исследуемом содержании сухих веществ в культуральной жидкости в количестве 8 % происходит существенное снижение вязкости. В рассмотренном интервале температур снижение вязкости составило от 3,1 мПас при 20 °С до 0,9 мПас при температуре 70 °С. В результате графоаналитической обработки экспериментальных данных получено интерполяционное уравнение зависимости вязкости от температуры:

$$\mu = 34,65 * t^{-0,79}, \quad (2)$$

где t – температура жидкости, °С.

Так же проведены исследования теплофизических свойств среды в том числе и с добавлением защитных сред. Полученные данные легли в основу расчета и конструирования сушильной установки.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ РЕСУРСОВ В МЯСНОЙ ИНДУСТРИИ

П.В. Соловьева, О.А. Краснова

ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», г. Ижевск, e-mail: matsnik@inbox.ru

Экономика мясной промышленности зависит не только от объемов производства мяса, мясных и технических продуктов, но и в значительной степени от рационального использования всех ресурсов, получаемых при переработке скота. Внедрение малоотходных технологий с глубокой переработкой малоценного вторичного сырья тесно связано с необходимостью улучшения экологического состояния производств, их эффективностью, сохранением и наращиванием производственного потенциала агропромышленного комплекса. В условиях дефицита сырья предприятия мясной промышленности зачастую прибегают к использованию белков растительного происхождения, что препятствует обеспечению населения биологически полноценными пищевыми продуктами, искажает представления потребителей о мясных изделиях. В то же время значительный потенциал животного белка сконцентрирован в побочных ресурсах убоя, в частности субпродуктах I и II категории. Субпродукты I категории, имеющие высокую пищевую ценность, традиционно сложившиеся способы технологической обработки и высокий потребительский спрос, реализуются предприятиями достаточно успешно в виде полуфабрикатов и широкого ассортимента колбасных изделий и консервов. Структура же переработки и использования субпродуктов II категории как вторичного белоксодержащего сырья нуждается в кардинальном пересмотре.

Известно, что в своем составе данные продукты имеют значительное количество соединительнотканых белков, содержание которых в отдельных органах может достигать 60-62 % от общего белка. С позиций полноценности эти белки не сбалансированы по аминокислотному составу. Однако на сегодняшний день проведен спектр исследований, доказывающих положительный эффект введения в состав мясных изделий соединительнотканых компонентов. Так, продукты распада коллагена обладают свойствами пищевого волокна, стимулируют сокоотделение и перистальтику кишечника, участвуют в катионно-обменных реакциях, способствуя выведению из организма токсических метаболитов. Доказано, что введение в рецептуру мясных изделий до 15-20 % коллагена повышает биологическую ценность продукта и показатель чистого усвоения белка [1]. Несмотря на приведенные данные, только 6...7 % общего объема производства субпродуктов II категории применяют для выработки вареных и полукопченых колбасных изделий. Такое же количество идет на выработку зельцев, студней, паштетов и кровяных колбас, нерентабельных, с низким сроком годности и не имеющих широкого спроса потребителей [3].

Российский рынок колбас по-прежнему является одним из самых быстрооборачиваемых в отечественной пищевой промышленности. За период 2000-2009 гг. объемы производства колбасных изделий увеличились в 2,3 раза и к концу периода составили 2443,6 тыс.т [2]. Учитывая тот факт, что в структуре продаж колбасных изделий на российском рынке вареные колбасы занимают первое место и составляют 27 % [2], одним из наиболее рациональных направлений промышленной переработки субпродуктов II категории является их предварительная обработка для получения паст, эмульсий с последующим использованием при выработке вареных колбасных изделий в качестве дополнительного источника мясного сырья.

Ориентируясь на современные принципы математического моделирования мясопродуктов с заданным химическим составом, можно полагать, что при научно-обоснованном подходе к выбору соотношения различных субпродуктов в рецептуре изделий имеется возможность получать мясную продукцию с высокой степенью сбалансированности аминокислотного состава белкового компонента.

На основе проведенного анализа литературных данных поставлена цель – определение целесообразности использования субпродуктов II категории при производстве вареных колбасных изделий путем математического моделирования аминокислотного состава, выработки продукта и проведения оценки его качества.

Для достижения цели были определены следующие задачи:

1 – проанализировать состояние производства и использования субпродуктов II категории;

2 – подобрать сырье, определить приоритетное направление его использования;

3 – составить оптимальную рецептуру продукта путем математического моделирования аминокислотного состава;

4 – выработать продукт и оценить его качество по комплексу показателей;

5 – дать экономическую оценку результатов.

Исследования по определению целесообразности использования субпродуктов II категории в производстве вареных колбасных изделий проводились в период с июня по декабрь 2010 года согласно схеме, представленной на рисунке 1.

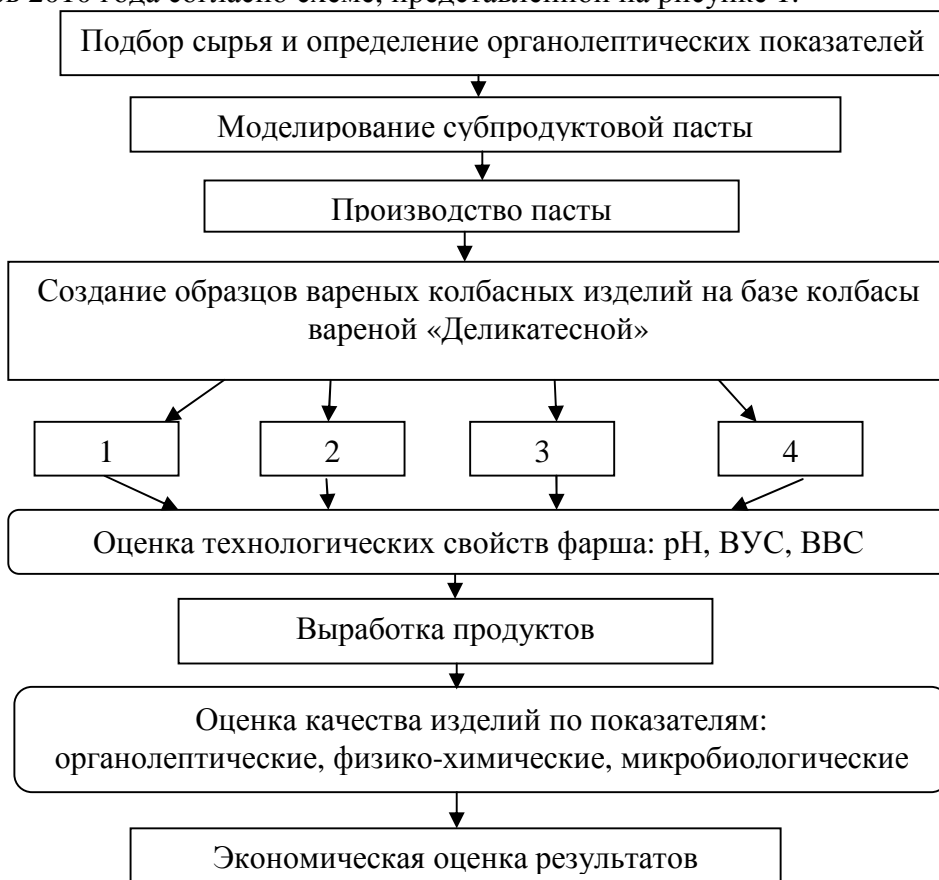


Рисунок 1 – Схема исследований

1 – контроль – говядина высший сорт 37 %; свинина полужирная 58 %;

2 – опыт № 1 – говядина высший сорт 32 %; субпродуктовая паста 5 %; свинина полужирная 58 %;

3 – опыт № 2 – говядина высший сорт 27 %; субпродуктовая паста 10 %; свинина полужирная 58 %;

4 – опыт № 3 – говядина высший сорт 22 %; субпродуктовая паста 15 %; свинина полужирная 58 %.

Анализ производства и использования субпродуктов проводился на базе ООО «Увинский мясокомбинат» Увинского района Удмуртской Республики. Ежедневно предприятие осуществляет забой в среднем 30 голов КРС и 250 голов свиней. При этом

выход субпродуктов составляет 16 %, из которых наибольшей долей использования на глубокую переработку (43 %) пользуются субпродукты I категории. Такие продукты, как почки и мозги реализуются лишь на треть объема их производства, имеют невысокий потребительский спрос.

Большая часть субпродуктов II категории не используется на глубокую переработку, а на 51 % идет на производство кормовой муки, что свидетельствует о неэффективном и нерациональном применении данного вида сырья. Доля их реализации в среднем 20 %, причем лидирующее место занимают уши, ноги и легкие, отпускная цена которых достаточно низкая, не позволяющая получать большей прибыли. Единственным элементом данной группы субпродуктов, практически в полном объеме используемом в глубокой переработке является пикало, в то время, как селезенка вообще не имеет практического назначения. В целом субпродукты II категории используются предприятием на производство других видов изделий только на 16 %, что доказывает актуальность вопроса их глубокой переработки.

Наличие разнородного побочного сырья, не получившего на предприятии эффективного применения (губы, желудки, селезенка и др.), требует рационального подхода к выбору направления их комплексной глубокой переработки. Поскольку введение отдельных видов субпродуктов в рецептуру мясных изделий приводит к формированию специфических органолептических характеристик и снижению сроков годности продуктов с ограниченным потребительским спросом, приоритетным направлением переработки данного побочного сырья является производство субпродуктовой пасты, доступной для производства на большинстве предприятий.

Разработка рецептуры субпродуктовой пасты производилась на базе программы Microsoft Excel с учетом сырьевых ограничений предприятия на основе математического моделирования аминокислотного состава и сравнения его с нормами ФАО/ВОЗ. При этом выделялись лимитирующие аминокислоты, рассчитывался аминокислотный скор и биологическая ценности белка субпродуктовой пасты (таблица 1). Основное преимущество математической модели – возможность гибкого подхода к сырьевым условиям каждого конкретного предприятия.

Таблица 1 – Анализ аминокислотного состава субпродуктовой пасты

Наименование аминокислот	Всего аминокислоты, г в 100 г белка пасты	Норма ФАО/ВОЗ, г на 100 г белка	СКОР, %	БЦ белка, %
Валин	4,921	5	98,42	68,88
Изолейцин	3,303	4	82,58	
Лейцин	6,488	7	92,69	
Лизин	5,810	5,5	105,63	
Метионин+ цистин	1,937	3,5	55,35	
Фенилаланин+ тирозин	5,774	6	96,23	
Триптофан	0,765	1	76,54	
Треонин	3,375	4	84,37	

Рецептура разработанной субпродуктовой пасты в результате моделирования сложилась следующая (кг в расчете на 100 кг пасты): легкие – 20; рубец говяжий – 20; сычуг свиной – 20; губы говяжьей – 10; пикало – 10; селезенка – 10; почки – 5; мозги – 5. Общее содержание белка пасты составило 16,08 г.

Разработанная субпродуктовая паста практически полностью соответствует норме эталона по содержанию валина, лейцина, фенилаланина+тирозина, скор которых выше 90 %. В полной мере удовлетворяет содержание лизина (скор 105,63 %). Основными лимитирующими аминокислотами являются изолейцин, триптофан и треонин и в особенности метионин+цистин, его содержание удовлетворено на 55 %.

Однако полученный результат биологической ценности субпродуктовой пасты разработанной рецептуры, составляющий 68,88 % дает возможность рассматривать ее в качестве дополнительного источника мясного сырья в частности для производства вареных колбасных изделий. При выработке субпродуктовой пасты осуществлялась зачистка и подготовка субпродуктов, измельчение сырья на волчке с диаметром отверстий 2...3 мм, куттерование и однократная обработка на эмульсаторе. При куттеровании первоначально закладывали желудки, губы и обрабатывали в течение 4...6 мин, затем добавляли пикало, легкие, селезенку и другие предусмотренные рецептурой ингредиенты и куттеровали еще 6...8 мин. Однократная обработка на эмульсаторе позволила достигнуть наилучшей гомогенности эмульсии.

В дальнейшем на базе колбасы вареной «Деликатесной» по ТУ 9213-006-71257889-05, взятой в качестве контроля, с содержанием говядины высшего сорта 37 %, были сформированы опытные образцы с заменой части говядины на субпродуктовую пасту в количестве 5, 10 и 15 % соответственно.

Предварительно измельченное сырье в виде фарша в смеси с установленным количеством субпродуктовой пасты для выработки контрольного и опытных образцов было оценено по технологическим свойствам, результаты которых отображены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ технологических свойств фарша исследуемых образцов

Показатель	Норма	Исследуемые образцы фарша				
		Контроль	Субпродуктовая паста	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3
Массовая доля влаги,	70-75	60±0,57	52±0,67	61±0,067	56±0,58	52±0,58
pH	5,8-6,2	5,87±0,009	6,64±0,013	5,91±0,01	6,03±0,01	6,10±0,0
ВУС, %	-	40,8±0,83	33±0,89	40±0,64	34±0,79	29,6±0,6
ВВС, %	-	19,2±0,92	19±1,05	21±0,79	22±1,1	22,4±0,9

Результаты анализа таблицы 2 свидетельствуют о том, что субпродуктовая паста имеет показатель pH, близкий к нейтральному, в виду этого pH фарша опытных образцов сдвигается в щелочную сторону, однако входит в пределы нормы. Введение субпродуктовой пасты способствует снижению массовой доли влаги в фарше в опытных образцах № 2 и № 3 на 4 и 8 % соответственно, одновременно снижая ВУС и повышая ВВС на 6,8 и 11,2 %. Опытный образец № 1 имеет незначительные отклонения по сравнению с контрольным.

Выработка образцов производилась согласно требованиям ТУ, при этом введение субпродуктовой пасты производилось в конце процесса куттерования фарша. По результатам органолептической оценки образцы соответствуют требованиям ТУ, прослеживалась динамика изменения цвета от светло-розового в контрольном и опытном образце № 1 до темно-розового в опыте № 3. По физико-химическим показателям (таблица 3) контрольный и опытные образцы соответствуют требованиям ТУ 9213-006-71257889-05 для колбасы вареной «Деликатесной».

Таблица 3 – Результаты физико-химического анализа готовых изделий

Показатель: массовая доля	Норма по ТУ	Факт			
		Контроль	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3
- влаги, %	Не более 70	64±0,89	62±0,67	64±0,6	60±1,2
- сухого вещества, %	Не менее 30	36±0,89	38±0,67	36±0,6	40±1,2
- белка, %	Не менее 20	29,7±0,89	28,9±0,67	26,7±0,6	24,8±1,2
- жира, %	Не более 17	5,7±0,11	8,5±0,2	8,5±0,17	14,2±0,16
- соли, %	Не более 2,1	2,04±0,02	2,1±0,01	1,87±0,02	1,81±0,02
- золы в сухом веществе, %	-	0,63±0,15	0,57±0,2	0,83±0,17	1±0,2

Введение субпродуктовой пасты в рецептуру опытных образцов способствовало снижению массовой доли влаги в среднем на 3 %, содержания белка на 0,8; 3 и 4,9 % соответственно по сравнению с контролем. Одновременно наблюдалось увеличение массовой доли жира с 5,7 % (контроль) до 14,2 % (опыт №3) и золы в расчете на сухое вещество на 0,37 %.

Согласно результатам микробиологического анализа выработанные изделия соответствуют требованиям ТУ 9213-006-71257889-05, в том числе СанПиН 2.3.2.1078-01. Однако с увеличением доли введения субпродуктовой пасты в опытных образцах наблюдалось повышение показателя КМАФАнМ в среднем на $0,13 \cdot 10^3$ КОЕ/г.

Удовлетворение всех выработанных опытных образцов требованиям нормативно-технической документации позволяет использовать субпродуктовую пасту разработанной рецептуры в производстве вареных колбасных изделий в количестве 15 % на 100 кг сырья. Установленная норма была выбрана для оценки себестоимости вареных колбас контрольного и опытного образца № 3, в результате расчета которой выявлено, что введение субпродуктовой пасты в рецептуру колбасы вареной «Деликатесной» способствует снижению себестоимости продукта на 12,4 %.

Таким образом, глубокая переработка субпродуктов на производство субпродуктовой пасты путем формирования рецептуры на основе математического моделирования аминокислотного состава позволяет получить результат биологической ценности белка пасты 68,88 % и использовать ее в качестве дополнительного источника мясного сырья при производстве вареных колбасных изделий в количестве до 15 %. В результате предприятие имеет возможность снижения себестоимости продуктов путем глубокой переработки вторичных белоксодержащих ресурсов.

Литература

1. Антипова, Л.В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья в мясной промышленности / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб: ГИОРД, 2006. – 384 с.
2. Кузьмичева, М.Б. Российский рынок колбасных изделий в условиях кризиса / М.Б.Кузьмичева // Мясная индустрия. – 2008. – № 2. – С. 4-8.
3. Салаватуллина, Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве / Р.М.Салаватуллина. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 248 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

М.Г. Елифанцева, Ю.В. Угарова

Алтайский государственный технический университет, г. Барнаул

В настоящее время в России наиболее актуальным является вопрос перевода экономики страны на инновационный путь развития. Одной из предпосылок к этому является то, что ресурсоориентированный, перерабатывающий тип национальной экономики не способен достичь желаемых темпов роста без ущерба для социальной и экологической обстановки России. Решение поставленной задачи по увеличению объема ВВП и усилению конкурентоспособности России на мировых рынках в условиях мировой инновационной экономической конъюнктуры также невозможно без использования высокого инновационного потенциала страны, обеспеченного мощным научным сектором. На этом фоне инновационность становится неотъемлемой чертой современного предприятия. В связи с этим возрастает важность и роль управления инновационной деятельностью, инновационным развитием промышленных предприятий.

В данном контексте особую актуальность приобретает исследование, направленное на разработку организационно-управленческого механизма повышения эффективности деятельности предприятий промышленности региона.

Государство является единственным субъектом способным запустить процесс инновационного развития, который в свою очередь заключается в инновационной политике, проводимой как федеральными органами власти, так и правительствами регионов.

Региональная инновационная политика, как подсистема федеральной инновационной политики, выполняет в модели инновационного развития региона роль управляющего звена, определяющего в процессе реализации законодательных и исполнительных мероприятий направление и характер модернизации инновационной сферы.

К сожалению, сегодняшнее развитие инновационного сектора экономики носит разрозненный, бессистемный и непоследовательный характер, что говорит о слабой теоретической и практической разработанности механизма инновационного развития. Создание экономических предпосылок для развития инновационной сферы заключается лишь в формировании некоторых элементов инновационной инфраструктуры (технопарков, бизнес-инкубаторов, венчурных фондов), что не соответствует высокому уровню политической пропаганды инновационного развития. Большинство политических и экономических мероприятий в рамках инновационных преобразований характеризуются слабым законодательным обеспечением. Политические, экономические, законодательные меры инновационного развития экономики проводятся в отсутствие официально утверждённых определений базовых теоретических основ инновационной деятельности, что говорит о непоследовательном характере функционирования механизма инновационного развития.

Осуществление процесса инновационного развития региона связано с разработкой механизма, способного перестроить все сферы общественных отношений в целях содействия развитию инновационной экономики.

Функционирование механизма инновационного развития должно основываться на следующих принципах:

- 1) комплексность – комплексная модернизация всех сфер общественных отношений, влияющих на формирование инновационной экономики;
- 2) системность – согласованное, целеориентированное, взаимосвязанное развитие политической, экономической, социально-культурной, законодательной общественных формаций с целью создания условий для инновационной экономики;
- 3) последовательность – последовательное проведение всех вышеуказанных процессов.

На основании данных принципов можно выделить набор инструментов, которые будут входить, в состав механизма инновационного развития региона:

- оценка инновационного потенциала региона;
- разработка механизмов трансфера результатов научно-технической деятельности;
- разработка механизма финансирования инновационной деятельности.

Оценка инновационного потенциала позволит получить информацию, характеризующую инновационную сферу региона в разрезе составляющих её элементов. Анализ структурных пропорций позволит принимать обоснованные управленческие решения и выбирать конкретные направления стимулирования той или иной составляющей инновационного потенциала в зависимости от целевых установок и задач края.

Для реализации дальнейшего развития инновационной сферы, с учётом полученной информации о стартовых условиях состояния и структуры инновационного потенциала региона, необходимо использование ряда инструментов, позволяющих регулировать процесс трансфера результатов научно-технической деятельности. С помощью процесса трансфера технологий, лежащего в основе инновационной деятельности, знания и технологии превращаются в конкретные новые продукты и услуги, что способствует экономическому росту и удовлетворению социальных нужд.

Неоднородность регионов России по объёму и структуре инновационного потенциала предопределяет использование различных наборов инструментов в процессе реализации механизма трансфера технологий, что, в свою очередь, приводит к необходимости разделения методов финансового обеспечения инновационного развития для каждого региона. Для эффективного развития инновационной деятельности предприятия любого региона необходимо использование гибкого механизма финансового обеспечения, способного учитывать инвестиционную потребность инновационной сферы и инвестиционный потенциал региона.

Роль предприятия в инновационном развитии региона определяется его стратегией в данной сфере. Первая группа – это предприятия обладающие высоким уровнем инновационной активности, выраженной в объемах затрат на технологические инновации, в количестве производимой инновационной продукции, а также в степени инновационности управленческого аппарата предприятия. Вторая группа – предприятия обладают инновационным потенциалом, однако инновационная инфраструктура развита слабо и предприятия не имеют достаточным финансовых средств вложенных в инновационные разработки. И третья группа – предприятия со слабо развитой инновационной сферой и неспособные производить инновационные продукты.

Исходя из данных ролей, можно сформулировать основные меры по поддержке данных предприятий региональными управляющими органами:

1) Первая группа предприятий:

- поддержание уровня инвестиционной привлекательности, обеспечивающей приток инвестиций в инновационную сферу экономики;
- развитие институциональных основ формирования сетевых инновационных систем: налоговое стимулирование предприятий, законодательное закрепление прав на интеллектуальную собственность и механизмов её коммерциализации;
- увеличение пропускной способности инновационной инфраструктуры для обеспечения процессов трансфера в рамках созданных на территории региона промышленных кластеров.

2) Вторая группа предприятий:

- развитие инновационной инфраструктуры регионов, создание технопарков и технико-внедренческих зон для интеграции инновационных разработок научного сектора в промышленность;
- повышение финансовой обеспеченности инновационной сферы регионов путём государственного бюджетного субсидирования и развития внебюджетных инвестиционных фондов, привлечения иностранных инвестиций;
- повышение инновационной ориентированности и инновационной активности региональных предприятий.

3) Третья группа предприятий:

- повышение технологического уровня региональных производств путём внедрения готовых инновационных технологий в хозяйственную практику с целью увеличения конкурентоспособности региона;
- развитие кредитных и финансовых инструментов (лизинг, франчайзинг), обеспечивающих процесс приобретения инновационных продуктов предприятиями;
- налоговое стимулирование развития научной и инновационной сфер региона;
- развитие инвестиционного менеджмента в организациях региона, повышение инновационной направленности органов государственного управления, разработка стратегических региональных программ инновационного развития региона.

Таким образом, в данной статье были сформулированы основы, принципы формирования и экономического содержания механизма инновационного развития региона, что позволило разработать основу для мероприятий по совершенствованию данного механизма.

Литература

1. Государственная поддержка инновационной деятельности // innotechexpo [Электронный ресурс]: [сайт]. – Электрон. дан. – М., 2009. – Режим доступа: <http://www.innotechexpo.ru>. – Загл. с экрана.
2. Иванов, В.В. Национальные инновационные системы в России и ЕС // Twirpx [Электронный ресурс]: [сайт]. – Электрон. дан. – М.: ЦИПРАН РАН, 2006. – 280 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/222920/> – Загл. с экрана.
3. Национальная инновационная система и государственная инновационная политика Российской Федерации [Текст]: базовый доклад к обзору ОЭСР национальной инновационной системы Российской Федерации / А.А. Фурсенко; М-во образования и науки Рос. Федерации. – М., 2009. – 208 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЕГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

С.А. Траудт, Ю.В. Угарова

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул*

В современных условиях развития рыночных отношений отечественные промышленные предприятия нуждаются в разработке оптимальной ассортиментной политики, которая отвечала бы с одной стороны сложившейся в стране рыночной ситуации, тенденциям ее развития, и потребительскому спросу, а с другой особенностям конкретного производства. Ассортиментная политика занимает важное место в повышении конкурентоспособности предприятия, так как именно товар, его качество, оптимальный ассортиментный набор влияют на конкурентные позиции продукции и успех предприятия.

На многих отечественных предприятиях отмечается следующие проблемы в области ассортиментной политики: неэффективное управление ассортиментом, структура товарного портфеля не достаточно оптимизирована, при планировании ассортиментной политики преимущественно руководствуются экономическими показателями оценки товаров и товарных линий, и существующими производственными ресурсами. В условиях растущей конкуренции со стороны иностранных производителей крайне необходимо обеспечить производство отечественных продовольственных качественных и востребованных товаров. Для этого необходимо знать требования конечных потребителей, розничных предприятий, дистрибьюторов. В этом заключается смысл оптимальной ассортиментной политики высокий уровень вовлеченности всех участников трансакций, т.е. предприятие стремится иметь полный ассортимент в сбытовых каналах розницы и опта.

Рыночный успех отныне является главным критерием оценки деятельности отечественных предприятий, а их рыночные возможности предопределяются правильно разработанной и последовательно осуществляемой товарной политикой. Именно на основе изучения рынка и перспектив его развития предприятие получает исходную информацию для решения вопросов, связанных с формированием ассортимента, его управлением и совершенствованием.

Конкурентоспособность перерабатывающих предприятий АПК становится одним из приоритетных направлений современного этапа развития агропромышленного производства, основой обеспечения продовольственной безопасности страны.

Одним из крупнейших предприятий пищевой промышленности Алтайского края является открытое акционерное общество «ЛАКТ».

ОАО «ЛАКТ» – производитель молочной продукции такой как молоко, кисло-молочная продукция, сливки сыр, твороги др. В настоящее время ассортимент молочных изделий насчитывает 9 товарных групп, всего 94 товарные позиции. Предприятие реализует свою продукцию под ТМ «ЛАКТ», «Бабушкина Крынка» а также для увеличения объемов реализации использует private label.

В результате анализа деятельности ОАО «ЛАКТ» были выявлены следующие проблемы:

- Проблема снабжения материальными ресурсами (дефицит производственного сырья);

- Неустойчивое финансовое состояние (высокая зависимость от внешних займов и кредитов, низкий уровень эффективности использования собственного капитала);

- Кризис результатов деятельности и ликвидности (низкие показатели прибыли, а последние два года и вовсе отрицательные отрицательная динамика рентабельности, низкие показатели ликвидности);

- Проблемы управления (перегруженность показателей нормы управляемости, трудности в поддержании постоянных взаимосвязей между различными функциональными службами;

- Недостаточный уровень загрузки производственных мощностей (коэффициент загрузки =0,7) для оптимизации издержек;

- Снижение доли рынка предприятия;

- недостаточно высокая компетентность в области маркетинга и сбыта;

- отставание от конкурентов в области инновационного развития и совершенствования продукции;

- Низкие показатели обновляемости продукции. Наибольшее число новых видов продукции появилось только в 2010 году. До 2010 года обновляемости продукции практически не происходило (коэффициент обновляемости составил в среднем за 4 года 0,05);

- Неоптимальность структуры ассортимента;

- Большое количество нерентабельных товарных наименований занимают ведущие позиции в общем объеме товарооборота;

Отсутствие уникальных продуктов. Весь ассортимент практически идентичен ассортименту основных конкурентов.

В связи с этим выделим направления совершенствования ассортиментной политики на данном предприятии:

- Внедрение системы управления ассортиментом на предприятии;

- создание эффективного алгоритма управления ассортиментом на предприятии (разработка стандарта);

- Оптимизация продуктового ряда (какие позиции имеет смысл вывести из ассортимента, по каким позициям увеличить объем производства (продаж), а по каким сократить, по каким позициям увеличить цену, а по каким уменьшить).

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ВОДООЧИСТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

А.Н. Якубаускас, С.Л. Калачев

Российский государственный торгово-экономический университет,
г. Москва, yakubauskas@gmail.com

Питьевая вода является пищевым продуктом, потребляемым всеми группами населения ежедневно. Средняя суточная потребность организма человека в воде, поступающей как чистом виде, так и в виде потребляемых продуктов питания, составляет не менее двух литров. Состав питьевой воды определяет безопасность и степень ее полезности для человека. Большая часть населения России использует для питья и приготовления пищи водопроводную воду. Для улучшения потребительских свойств этой воды население использует бытовые водоочистные устройства (БВУ). Эти устройства отличаются эффективностью, поэтому полученная вода имеет разное качество.

В России, США, Германии, Франции национальными организациями по стандартизации были разработаны и приняты стандарты, регламентирующие требования к эффективности очистки воды и методы испытаний водоочистных устройств.

Соответствие БВУ требованиям национальных и международных стандартов является условием присутствия их на внутреннем и мировом рынке, фактором конкурентоспособности. Поэтому изготовителям при создании БВУ необходимо учитывать требования, предъявляемые к ним в разных странах мира.

Это усложняет производство, испытания, контроль эффективности и безопасности БВУ. Требования к эффективности очистки воды и методы испытаний БВУ приведены в российском и иностранных стандартах.

1. ГОСТ Р 51871-2002 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [1]

2. NSF 53-2009 «DrinkingWaterTreatmentUnits-HealthEffects» – NSF InternationalStandard («Устройства очистки питьевой воды – воздействие на здоровье людей» – Американский национальный стандарт/международный стандарт NSF) [2]

3. DeutscheNorm – DIN 10521 – 2009 «Lebensmittelhygiene – Leitungsunabhängige Haushaltswasserfilter – Haushaltswasserfilter aufderBasisvonKationenaustauschernundAktivkohle» (Немецкий стандарт «Гигиена питания – Независимые от системы водоснабжения бытовые фильтры для воды – бытовые фильтры для воды на основе катионного обмена и активированного угля») [3]

4. NF P 41-650 – 2009 «Appareilsdetraitementd'eau – Spécificationspourlescarafesfiltrantesd'eau» («Устройства для очистки воды – Технические требования фильтрам – кувшинам для воды») [4]

Методики, изложенные в этих стандартах, содержат номенклатуру и перечень модельных загрязнителей, рекомендации по концентрации их в модельном растворе; требования к составу и свойствам воды для модельных растворов; требования к суточному и общему объему пропускаемого модельного раствора, цикличности испытаний; порядок отбора проб; методику расчета эффективности.

Тестирование эффективности очистки воды БВУ заключается в пропускании через них модельных растворов, имитирующих загрязненную водопроводную воду, определении концентрации загрязнителей до и после очистки, а также расчете показателей эффективности очистки воды. На рисунке 1 приведена схема процесса оценки эффективности воды БВУ.



Рисунок 1 – Схема процесса оценки эффективности очистки воды БВУ

Согласно всем приведенным выше стандартам, для тестирования отбирают 2 идентичных образца БВУ и подготавливают их к работе согласно инструкции по эксплуатации.

Номенклатура загрязнителей, используемых для приготовления модельных растворов существенно различается.

В ГОСТ Р 51871-2002 указано, что номенклатура загрязнителей модельных растворов должна охватывать всю заявленную в технической документации на устройство номенклатуру загрязняющих компонентов и весь диапазон их концентраций.

В NSF 53-2009 указана номенклатура загрязнителей, включающая конкретные загрязняющие вещества, которые могут содержаться в водопроводной воде и отрицательно влиять на здоровье людей. В стандарте указано, что БВУ может эффективно удалять один или несколько загрязняющих компонентов, но не обязательно должно удалять все входящие в номенклатуру загрязняющие компоненты.

В DIN 10521-2009 указано, что в номенклатуру загрязнителей должны входить свинец, активный хлор, медь, соли жесткости. Изготовитель БВУ может заявлять об эффективности удаления загрязняющих компонентов, не входящих в номенклатуру, но без ссылки на стандарт DIN 10521-2009.

В NFP 41-650-2009 указано, что в номенклатуру загрязнителей должны входить свинец, никель, медь, соли жесткости, общая щелочность, нитраты, нитриты, свободный хлор, общий хлор, 2,4,6-трихлорфенол и геосмин. Испытания БВУ проводятся только по тем загрязнителям, которые указаны изготовителем, как эффективно удаляемые.

Продолжительность испытаний зависит от заявленного изготовителем БВУ ресурса. В соответствии с ГОСТ Р 51871-2002, NSF 53-2009 и NF P 41-650-2009 изготовитель должен указывать объем воды, которая может быть очищена БВУ в течение срока службы. В стандарте DIN 10521-2009 указано, что ресурс определяется во временном или объемном выражении на усмотрение изготовителя.

Испытания проводят циклами. Один цикл имитирует эксплуатацию БВУ потребителем. Цикличность пропускания растворов различается: по ГОСТ Р 51871-2002 и NSF 53-2009 объем модельного раствора, который должен быть очищен БВУ за 1 цикл зависит от объема приемной воронки БВУ, количество циклов испытаний за 1 день не нормируется. По стандартам DIN 10521-2009 и NF P 41-650-2009 1 цикл – это 1 литр модельного раствора и перерыв 30 минут. За день испытаний должно быть 5 циклов.

Проведение тестирования эффективности очистки воды согласно всем стандартам, проводится с применением модельных растворов. Для приготовления модельных растворов должна применяться водопроводная или деминерализованная вода. Подготовка воды для испытаний может включать корректирование значения pH, величины сухого остатка, обесхлоривание. В подготовленную воду вносят загрязнители. Концентрации загрязнителей в модельных растворах определяются исходя из требований национальных стандартов к качеству питьевой воды. В ГОСТ Р 51871-2002 указано, что модельный раствор должен содержать каждый загрязняющий компонент в концентрациях не менее двух нормативов (2 ПДК), установленных СанПиН 2.1.4.1074 [5]. В стандарте NSF 53-2009 указаны концентрации каждого загрязняющего компонента в модельном растворе. Концентрации загрязняющих компонентов в модельных растворах для большинства загрязняющих компонентов в 5- 6 раз превышают максимально допустимый уровень загрязняющих веществ (MCL) (MaximumContaminantLevel), установленный в соответствии с требованиями Агентства по охране окружающей среды США (USEPA) в NationalPrimaryDrinkingWaterRegulations (Национальные основные требования к качеству питьевой воды) [6].

Методики DIN 10521-2009 и NF P 41-650-2009 устанавливают концентрации для каждого из загрязняющих компонентов. Перечень загрязнителей, регламентированных стандартами и их концентрации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих компонентов в модельных растворах

ГОСТ Р 51871-2002	NSF 53- 2009	DIN 10521-2009	NF P41-650- 2009
Медь – 2 мг/л	Медь – 3 мг/л	Медь – 2 мг/л	Медь – 3 мг/л
Свинец – 0,1 мг/л	Свинец – 0,15 мг/л	Свинец – 0,1 мг/л	Свинец – 0,1 мг/л
Хлор общий – 1,6-2,4 мг/л	Хром – 0,3 мг/л	Хлор свободный – 1 мг/л	Хлор свободный – 1 мг/л
Жесткость общая – 14,0 мг экв/ л	Жесткость общая – 170 мг/ л	Жесткость карбонатная – 11,2 °dH ¹	Хлор общий – 1 мг/л
Никель – 0,2 мг/л	Мышьяк – 0,05 мг/л		Жесткость – 30°F ²
Нитраты – 90 мг/л	Ртуть – 0,006 мг/л		Никель – 0,08 мг/л
Хлороформ – 0,4 мг/л	Атразин – 0,009 мг/л		Щелочность – 20°F
АПAB – 1,0 мг/л	2,4 Д -- 0,210 мг/л		Нитраты – 50 мг/л
Марганец – 0,2 мг/л	Линдан – 0,002 мг/л		2,4,6 – трихлорфенол – 5 мкг/л
Железо – 0,6 мг/л	Нитраты + нитриты – 30 мг/л		Геосмин – 0,05 мкг/л

Примечания:

1. dH – немецкий градус жесткости
2. F – французский градус жесткости

Модельный раствор пропускают через БВУ порциями. Для оценки эффективности очистки, после прохождения определенных объемов модельного раствора отбирают пробы.

Отбор проб очищенной воды согласно всем методикам, должен осуществляться в рабочей фазе цикла в контрольных точках.

В ГОСТ Р 51871-2002 указано, что отбор проб очищенной воды должен производиться в начале испытаний, после отработки ресурса БВУ на 20 %, 50 %, 80 %, 100 %, 120 %.

В NSF 53-2009 указано, что испытания систем без устройств индикации производительности должны производиться до 200 % ресурса. Отбор проб воды должен производиться в начале испытания и по достижении 50 %, 100 %, 150 %, 180 % и 200 % ресурса.

В DIN 10521- 2009 указано, что отбор проб воды должен производиться при отработке 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % ресурса (в объемном выражении) или срока эксплуатации (во временном выражении).

В NF Р 41-650 – 2009 указано, что отбор проб должен производиться после отработки 5 %, 25 %, 75 % и 100 % ресурса.

Эффективность очистки воды выражается степенью очистки (доочистки) воды от загрязняющих компонентов. Степень очистки определяется как отношение разности содержания загрязняющего компонента в модельном растворе и доочищенной с помощью БВУ воде к содержанию загрязняющего компонента в модельном растворе и рассчитывается по формуле (1).

$$D = (C_{i1} - C_{i2}) / C_{i1} \quad (1)$$

где:

C_{i1} – концентрация (содержание) i -го загрязняющего компонента в модельном растворе до прохождения через БВУ;

C_{i2} – концентрация (содержание) i -го загрязняющего компонента в очищенной воде на выходе из БВУ.

Согласно всем стандартам, для испытаний отбираются не менее двух образцов БВУ на каждую группу определяемых загрязняющих компонентов, характеризующих эффективность функционирования БВУ и качество доочищенной ими воды.

Сравнение требований стандартов к эффективности очистки воды с помощью БВУ позволяет сделать следующие выводы:

1. Стандарты ГОСТ Р 51871-2002, NSF 53-2009, DIN 10521-2009 и NF Р 41-650-предписывают проводить оценку эффективности очистки воды БВУ путем испытаний (тестирования), имитирующих процесс эксплуатации в быту.

2. Стандарты ГОСТ Р 51871-2002, NSF 53-2009, DIN 10521-2009 и NF Р 41-650-предписывают проводить испытания путем пропускания модельных растворов, имитирующих загрязненную водопроводную воду.

3. Стандарты ГОСТ Р 51871-2002, NSF 53-2009, NF Р 41-650-2009 предписывают проводить испытания только по тем загрязняющим компонентам, которые заявлены изготовителями в технической документации на БВУ как эффективно удаляемые. Стандарт DIN 10521-2009 предписывает проводить испытания по всем 4 загрязняющим компонентам (свину, хлору, меди, солям жесткости).

4. Объем пропускаемых модельных растворов регламентируется в стандартах ГОСТ Р 51871-2002, NSF 53-2009, DIN 10521-2009 и NF Р 41-650-2009 и составляет соответственно 120 %, 200 %, 100 % и 100 % от ресурса, заявленного изготовителями в технической документации на БВУ.

5. Отбор проб модельного раствора и очищенной воды осуществляется систематически, через интервалы, составляющие в среднем 20 % – 30 % ресурса.

6. Эффективность работы БВУ определяется степенью очистки модельного раствора от загрязнителей. Согласно ГОСТ Р 51871-2002 в течение всего процесса испытаний эффективность очистки должна составлять более 50 %; в NSF 53-2009, DIN 10521-2009 и NF Р 41-650-2009 указана эффективность очистки по каждому загрязнителю.

Литература

1. ГОСТ Р 51871-2002 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения»
2. NSF 53-2009 «Drinking Water Treatment Units – Health Effects» – NSF International Standard
3. DIN 10521- 2009 «Lebensmittelhygiene - Leitungsunabhängige Haushaltswasserfilter - Haushaltswasserfilter auf der Basis von Kationenaustauschern und Aktivkohle»
4. NF P 41-650 – 2009 «Appareils de traitement d'eau - Spécifications pour les carafes filtrantes d'eau»
5. СанПиН 2.1.4.1074-01 – «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»
6. USEPA – Part 141-National Primary Drinking Water Regulations

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИСАХАРИДОВ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

Е.В. Медведева, Ж.П. Павлова, Т.К. Каленик, Л.Н. Федянина
*Тихоокеанский государственный экономический университет,
г. Владивосток, e-mail: ipttgr@rambler.ru*

Концепция развития здравоохранения Российской Федерации до 2020 года предусматривает формирование здорового образа жизни населения в качестве одной из основных гуманитарных задач. Один из механизмов реализации этой концепции является создание функциональных продуктов питания [1].

В последние годы на Дальнем Востоке и в странах Азиатско-Тихоокеанского региона большое внимание уделяется разработке функциональных продуктов питания на основе различных водорослей. Морские водоросли известны как источник различных полисахаридов, среди которых особую ценность представляет сульфатированный полисахарид красных водорослей – каррагинан. Интерес к каррагинану в технологиях обусловлен, прежде всего, его уникальной способностью к гелеобразованию и повышению вязкости водных систем. Наряду с этим он обладает иммуностимулирующей, антикоагулянтной, антиязвенной, адсорбиционной и противовирусной активностью. Использование фармакологических свойств каррагинана представляет уникальную возможность для создания лечебно – профилактических продуктов питания на основе дальневосточного возобновляемого растительного сырья [2].

Работа выполнялась в рамках Государственного контракта от 21.06.07 г. № 02.522.11.2013 на тему «Разработка технологий и выпуск опытных партий биологически активных субстанций из морских организмов в качестве основы новых лекарств и пищевых добавок для коррекции оксидативного и иммунного статусов, липидного и углеводного обменов». Раздел: «Разработка технологий изготовления опытных партий молочных функциональных продуктов питания», в которых основополагающей является проблема улучшения структуры питания и снабжения населения высококачественными пищевыми продуктами функционального назначения.

На основе кисломолочного продукта «Бифидумбактерин кисломолочный» (контрольный образец), изготавливался новый жидкий кисломолочный продукт по оптимизированной технологической схеме, термостатным способом, с введением в рецептуру каррагинана. Рецептура кисломолочного продукта, обогащенного полисахаридами из морских водорослей, включала: молоко коровье, закваску бифидобактерий и каррагинан. Так как биотехнологический процесс производства кисломолочного продукта, обогащенного полисахаридами из морских водорослей, включает в себя операцию термической обработки (пастеризацию) представлялось необходимым изучить размножение и выживаемость бифидобактерий в продукте.

Выявлено, что бифидопродукт на молочной основе с каррагинаном содержит 10^{10} КОЕ/г бифидобактерий, а контрольный образец 10^9 КОЕ/г. Таким образом, нами показано, что присутствие каррагинана в бифидопродуктах увеличивает содержание бифидобактерий в 10 раз.

Товароведная оценка качества разработанного кисломолочного продукта с добавлением функциональных ингредиентов из морских водорослей проводилась по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности в соответствии с действующим Федеральным Законом от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» [3].

Анализ результатов показывает, что Бифидумбактерин на молочной основе с каррагинаном представляет собой однородную в меру густую жидкость без газообразования, с ненарушенным сгустком. Цвет – молочно-белый или слабо-кремовый, равномерный по всей массе продукта, вкус и запах – чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов.

Физико-химическая характеристика «Бифидумбактерина на молочной основе с каррагинаном» следующая: массовая доля жира-2,5,0 %; массовая доля белка-2,8 %; кислотность 104°T ; фосфатаза – не обнаружена.

По наличию потенциально опасных веществ и содержанию микроорганизмов разработанный новый жидкий кисломолочный напиток «Бифидумбактерин на молочной основе с каррагинаном» – безопасен.

Достигнута масса полисахарида в 1000 г, которая составляет 0,25 г.

По классификации жидкий кисломолочный напиток «Бифидумбактерин на молочной основе с каррагинаном» можно считать обогащенным и относящимся к функциональным продуктам питания.

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ К СЫРЬЮ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

И.В. Чернышева, Т.К. Каленик, В.В. Чернышева

*Тихоокеанский государственный экономический университет,
г. Владивосток, chir@rambler.ru*

Анализ санитарно-гигиенических требований безопасности к мясному сырью, и непосредственно, к самим готовым сырокопченым колбасным изделиям показал, что по таким показателям, как предельно допустимая концентрация на единицу веса свинца, ртути, мышьяка и кадмия, они практически идентичны. И, если подходить формально, при условии, что применяемое сырье соответствует по этим показателям нормативным требованиям, то нарушений в применении его для производства сырокопченных колбасных изделий не наблюдается.

Однако такая особенность технологии сырокопченных колбас, как сушка изделий, приводящая к увеличению концентрации ингредиентов на единицу веса за счет потери влаги, требует более тщательного подхода к оценке безопасности применяемого сырья. Кроме того, следует также учитывать, что все перечисленные выше контаминанты обладают аддитивным действием (например, канцерогенны и мутагенны). Что так же предполагает более низкое содержание этих токсичных веществ в мясном сырье.

Прогнозируемый расчет содержания токсичного элемента в готовой сырокопченной колбасе выполняется с учетом: содержания в готовом изделии основных компонентов, таких как говядина, свинина, баранина, шпик свиной в соответствии с требованиями стандартов; их влажности в состоянии сырья; влажности готового изделия; содержания контаминанта в каждом из компонентов сырья.

Так, расчет прогнозируемой величины содержания любого токсичного элемента, например, в готовой сырокопченой колбасе «Зернистая» может быть выполнен по следующей формуле:

$$C_{\text{конт.}} = 1,46*(0,45a + 0,55b),$$

где

- 0,45; 0,55 – доля содержания говядины и свиного шпика в готовом изделии, соответственно (в соответствии с ГОСТ 16131-86);

- а, мг/кг – содержание токсичного элемента в говядине (сырье);

- в, мг/кг – содержание токсичного элемента в шпике (сырье).

На рисунке 1 представлена динамика изменения контаминантов (кадмия и ртути) в сырье (говядина и шпик свиной) и в готовом продукте (колбаса сырокопченая «Зернистая») на фоне ПДК.

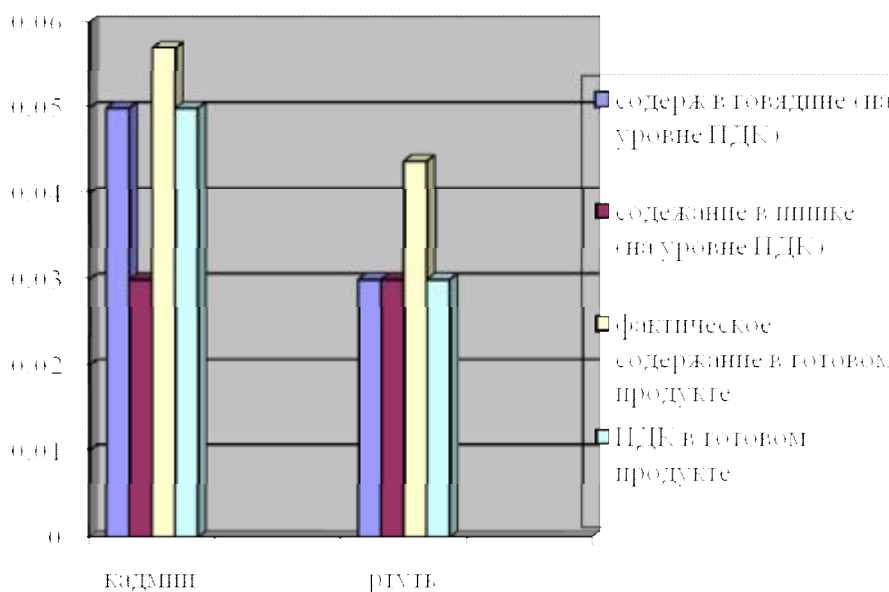


Рисунок 1 – Содержание контаминантов в мясном сырье и готовой сырокопченой продукции (колбасе «Зернистой»)

Как видно из представленной гистограммы, при содержании в мясном сырье контаминантов на уровне ПДК, их содержание в готовом продукте будет превышать санитарно-гигиенические требования для готовой продукции (колбасы «Зернистая»). При содержании кадмия в мясном сырье на уровне ПДК, равном 0,05 мг/кг в мясе и 0,03 мг/кг в шпике, его содержание в готовом изделии колбасе «Зернистая» будет составлять 0,057 мг/кг, при ПДК для колбасы 0,05. При содержании ртути в мясном сырье на уровне ПДК, равном 0,03 мг/кг в мясе и 0,03 мг/кг в шпике, ее содержание в готовом изделии колбасе «Зернистая» будет составлять 0,0438 мг/кг при ПДК, равном 0,03 мг/кг.

На основании проведенного анализа об особенностях контаминации мяса говядины, свинины и баранины, используемых в производстве сырокопченых колбас можно сделать следующие выводы.

При производстве сырокопченых колбас необходимо особое внимание обращать на безопасность используемого мяса, что предполагает определение регионов выращивания, методов выращивания, возраста животных и обязательную оценку сырья по показателям безопасности. Для этого необходимо создание базы данных по регионам, где уровень техногенного воздействия на природную среду относительно мал и содержание токсичных веществ в получаемом мясе значительно меньше ПДК. Исследования в этом направлении в настоящее время носят пока единичный характер. Однако есть

данные, что содержание таких контаминантов, как тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды в мясных продуктах, получаемых в Новосибирской и Томской областях составляют тысячные доли ПДК, т.е. такие продукты могут быть использованы для производства сырокопченых колбас.

Мясо животных, выращенных в экологически менее благополучных регионах, может использоваться для производства сырокопченых колбас только при учете возраста животного, так как наблюдается тенденция возрастания концентрации токсичных веществ (металлов) в мясе с увеличением возраста животного.

Что касается методов выращивания, то наиболее приемлемым можно считать выбор говядины, полученной с использованием смешанных методов выращивания.

При выборе сырья для сырокопченых колбас необходимо проводить расчеты, прогнозирующие содержание контаминантов в готовой продукции даже при условии соответствия показателей безопасности применяемого мяса требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, т.к. особенности технологии производства (сушка) сырокопченых колбас приводит к увеличению концентрации токсичных веществ в готовом продукте. В перечне нормируемых для сырокопченых колбас пестицидов наибольшую опасность представляют ДДТ и его метаболиты. Среди металлов наибольшей склонностью к кумуляции в мясе обладают: ртуть > кадмий > свинец. По вероятности накопления металлов и радионуклидов говядина более опасна, чем свинина.

Тщательное исследование на безопасность говядины, свинины и баранины, выбираемых для производства сырокопченых колбас, а так же необходимость изменения точки зрения на процесс выбора сырья с учетом вышеизложенных особенностей, позволит производить качественную и безопасную продукцию.

Литература

1. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01. М., 2002 г.
2. ГОСТ 16131-86.
3. Исследование качества мясного сырья для производства сырокопченых колбас / А.Б. Лисицын, А.А. Семенова, М.А. Цинпаев // Все о мясе. – 2006. – № 4, С. 7-10.
4. Забелина М.В. Научно-практическое обоснование использования овец бакурской и русской длинношестехвостой пород для производства молодой баранины. Автореф. дис., 2008 г.
5. Прогнозирование аккумуляции токсичных веществ в трофологической цепочке почва-вода-корма-мясное сырье, с целью получения качественных продуктов питания / Н.Л. Вострикова, И.М. Чернуха // Конференция-конкурс научно-инновационных работ молодых ученых и специалистов. – 2007, с. 19-25.
6. Толкушкина, Г.Д. Тяжелые металлы и мышьяк в системе почва – корма – животное – продукция животноводства в лесостепной зоне Алтайского края автореф. дис., 2006 г.
7. Химический состав Российских продуктов питания: Справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельяна. – М.: Де Ли принт, 2002. – 236 с.
8. Экологическое мясное сырье и национальные стандарты / А.В. Устинова, А.С. Дыдыкин // Пищевая промышленность. – 2008. – № 3, с. 44-46.
9. Юфит, С.С. Яды вокруг нас. Вызов человечеству. М.: Классикс Стиль, 2002. 368 с.
10. Актуальные проблемы безопасности обогащенных продуктов питания / Каленик Т.К, Текутьева Л.А., Сон О.М., Чернышева И.В. // Материалы 8 Всероссийский форум молодых ученых. «Конкурентоспособность регионов и субъектов хозяйствования в условиях преодоления кризиса». Казань, 2010 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРТИЙ ЗЕРНА, СОДЕРЖАЩИХ СДВОЕННЫЕ ЗЕРНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУПЫ ОВСЯНОЙ

В.А. Марьин¹, А.Л. Верещагин²

¹ОАО «Бийский элеватор»,

²Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск
tehbysk@mail.ru, val@bti.secna.ru

Вследствие неблагоприятных погодных условий некоторые партии зерна овса, поступающие из предгорной зоны Алтайского края, характеризуются низким качеством [1], в том числе высоким содержанием сдвоенных зерен. Такие зерна развиваются из двух цветков, а ядро из одного, но пленки охватывают его от двух цветков. Наличие в зерновой массе таких зерен приводит к значительному ухудшению технологических свойств зерна овса, повышению плёнчатости, снижению содержания ядра в зерне [2].

Целью данной работы является разработка технологии переработки зерна овса, содержащего сдвоенные зерна для производства овсяной крупы. Для испытаний были отобраны партии зерна овса сорта Корифей, собранного в предгорной зоне Алтайского края в 2010 году, который характеризовался повышенной увлажненностью (гидротермический коэффициент 1,5) при пониженной – против многолетних значений средней температуры в вегетационный период.

При приемке зерна овса согласно требованиям ГОСТ 28673-90 [3] сдвоенные зерна относятся к зерновой примеси, и отдельно не нормируются. Переработка таких партий зерна овса по рекомендованной «Правилами организации...» технологии приводит к уменьшению производительности до 25 %, к уменьшению выхода готовой продукции до 8 % и снижению рентабельности производства.

Использование остеоломателя или обоечной машины приводит к повышенному дроблению зерна овса и потерям мелкого (длиной до 10 мм) зерна овса. Кроме того, снижение эффективности работы овсозавода обусловлено попаданием сдвоенных зерен овса в крупную фракцию зерна при разделении его на фракции перед шелушением. На этапе шелушения такого зерна происходит удаление только одной верхней пленки. Исследование геометрических размеров сдвоенного зерна показало, что его длина совпадает с размерами ядра овса крупной фракции и сравнимо с размерами зерна мелкой фракции. Равенство размеров затрудняет разделение данной смеси на крупосортировочных машинах (падди-машины) как по длине, так и по толщине зерновки и приводит к выработке нестандартной или низкосортной продукции.

Массовая доля необрушенных зерен в готовой продукции в зависимости от процентного содержания двойных зерен указана в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание необрушенных зерен в зависимости от количества сдвоенного зерна в партии

Показатель	Массовая доля зерна, содержащего сдвоенные зерна, %					Требования ГОСТ 3034-75
	до 2	до 4	до 6	до 8	до 10	
Массовая доля необрушенного зерна в готовой продукции, %	0,6–0,8	1,0–1,4	1,6–2,4	2,0–2,8	2,4–3,4	не более 0,4

Как следует из данных таблицы 1, использование стандартных режимов шелушения зерна и крупосортирования, содержащего высокую долю сдвоенного зерна невозможно вследствие многократного оборота продуктов в процессе шелушения, крупотделения и контроля готовой продукции для получения продукции, отвечающей требованиям ГОСТ 3034-75 [5]. С увеличением массовой доли сдвоенных зерен в зерне овса количество необрушенных зерен в готовой продукции увеличивается более чем в 4 раза. Для выработки продукции, отвечающей требованиям нормативной документации необходимо снижать производительность овсозавода до 25 %.

Сохранение плановой производительности за счет изменения режимов шелушения приводит к процентному увеличению дробленого ядра и мучки, уменьшению выхода готовой продукции, ухудшая ее потребительские свойства. Для устранения выше-названных недостатков при переработке было принято решение о выделении сдвоенного зерна в отдельную фракцию на этапе фракционирования. С этой целью были определены геометрические размеры и проведен сравнительный анализ различных типов зерна овса, содержащего сдвоенные зерна (таблица 2).

Таблица 2 – Геометрические размеры фракций зерна овса

Геометрические размеры	Размер сдвоенных зерен, мм	Размер зерна крупной фракции, мм	Размер мелкого зерна (длина зерновки до 9 мм), мм
Длина	11,6–17,6	9,2–14,5	7,2–8,7
Ширина	2,9–4,8	3,1–4,4	3,0–3,5
Толщина	2,9–4,5	2,2–3,5	2,2–3,2

Как видно из данных таблицы 2, сдвоенные зерна овса имеют отличительные параметры по длине и толщине. Однако экспериментально доказана высокая эффективность выделения указанной фракции по длине зерновки.

Сравнительный анализ геометрических размеров мелкой фракции и сдвоенного зерна с одной пленкой (с отделенной верхней) представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Геометрические размеры зерна овса

Геометрические размеры	Размер сдвоенных зерен с отделенной верхней пленкой, мм	Размер мелкого зерна (длина зерновки до 9 мм), мм
Длина	8,2–8,8	7,2–8,7
Ширина	3,0–3,6	3,0–3,5
Толщина	2,3–3,4	2,2–3,2

Как видно из таблицы 3, размеры сдвоенного зерна с отделенной верхней пленкой совпадают с размерами зерна мелкой фракции. Совпадение геометрических размеров позволяет сделать вывод о возможности перерабатывать указанные фракции зерна овса при одинаковых режимах.

В целях совершенствования технологии были проведены сравнительные испытания переработки зерна овса, содержащего 4 % зерна со сдвоенной пленкой, по рекомендованной «Правилами...» [6] и по предложенной технологии. В таблицах 4, 5 приведены данные по изменению коэффициента шелушения зерна овса крупной и мелкой фракций, содержание дробленого ядра в зависимости от режима шелушения (изменяемый параметр – частота вращения ротора шелушителя ЦБ -2).

Таблица 4 – Результаты шелушения зерна овса крупной фракции, перерабатываемого по рекомендуемой технологии

Показатели, %	Обороты ротора, об/мин				
	1570	1840	2100	2350	2590
Коэффициент шелушения	29	50	67,9	82,2	90,1
Дробленое ядро	0,3	0,6	1,5	1,8	4,8

Как следует из таблицы 4, с увеличением эффективности шелушения целостность ядра крупной фракции уменьшается на 4,5 %.

Таблица 5 – Результаты шелушения зерна овса мелкой фракции, перерабатываемого по рекомендуемой технологии

Показатели, %	Обороты ротора, об/мин				
	1650	1980	2210	2440	2650
Коэффициент шелушения	30	62,1	80,2	84,2	88,6
Дробленое ядро	1,2	2,8	10,2	16,2	20,6

Из таблицы 5 следует: увеличение коэффициента шелушения мелкой фракции зерна приводит к повышению содержания колотых ядер на 19,4 %.

С целью устранения вышеуказанных недостатков было предложено использовать цилиндрические триера, которые обеспечивают высокую эффективность отделения сдвоенного зерна. При этом указанную фракцию овса направляли на шелушение совместно с мелкой фракцией зерна овса.

В процессе шелушения отделение верхней пленки у сдвоенного зерна позволило эффективно проводить процесс крупотделения и повторного шелушения вследствие совпадения геометрических размеров сдвоенного зерна без верхней пленки и зерна мелкой фракции.

В таблицах 6, 7 приведены данные по изменению коэффициента шелушения зерна овса, содержащего 4 % зерна со сдвоенной пленкой и массовая доля дробленого ядра в зависимости от режима шелушения (изменяемый параметр – частота вращения ротора шелушителя ЦБ-2).

Таблица 6 – Результаты шелушения зерна овса крупной фракции по предложенной технологии

Показатели, %	Обороты ротора, об/мин				
	1570	1840	2100	2350	2590
Коэффициент шелушения	35,5	57,1	72,8	90,2	94,8
Дробленое ядро	-	-	0,9	1,5	3,1

Как следует из таблицы 6, предложенный способ разделения зерна перед шелушением позволяет на 1,7 % увеличить сохранность ядра крупной фракции.

Таблица 7 – Результаты шелушения зерна овса мелкой фракции по предложенной технологии

Показатели, %	Обороты ротора, об/мин				
	1650	1980	2210	2440	2650
Коэффициент шелушения	32	60,7	78,2	82,4	90,7
Дробленое ядро	0,8	5,1	8,6	10,2	14,0

Как следует из таблицы 7, совместное шелушение мелкой фракции и фракции сдвоенного зерна позволило определить оптимальные режимы шелушения данного зерна и повысить целостность ядра мелкой фракции на 6, 6 %.

Таким образом, предложенная технология позволила сохранить плановую производительность цеха, повысить выход готовой продукции на 7–8 %, улучшить органолептические качества крупы и выпускать продукцию из некондиционного зерна согласно требованиям нормативной документации.

Литература

1. Марьин, В.А. Переработка нестандартного зерна овса, выращенного в предгорной зоне Алтая / В.А. Марьин, Е.А. Федотов, А.Л. Верещагин // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Казахстана, Сибири и Монголии. Труды XII-й Межд. научно-практической конференции, Алматы: из-во «Бастау», 2009 г. – Т. 2. – С. 532-534.
2. Козьмина, Е.П. Технологические свойства крупяных и зернобобовых культур / Е.П. Козьмина. – М.: Изд-во ЦНИНТИ Госком ЗАГА, 1963. – 294 с.
3. ГОСТ 28673-90. Овес. Требования при заготовках и поставках, – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – С. 24-30.
4. Марьин, В.А. Ресурсосбережение при переработке некондиционного зерна овса / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин – Хлебопродукты № 4, 2011 г. С. 60-61.
5. ГОСТ 3034-75 Крупа овсяная. Технические условия, – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – С. 2-5.
6. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. ВНПО «Зернопродукт» – М., 1990. – с. 81

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ КЕДРОВОГО ОРЕХА

О.В. Межова, А.Н. Блазнов

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск
e-mail: blaznov74@mail.ru*

Кедровые орехи – главное богатство сибирского кедра. В крупных шишках длиной 8–12 см находится 100 и более семян (орехов) с твёрдой гладкой кожурой и вкусным маслянистым ядром. В скорлупе орехов – жиры, белки, клетчатка, пентозаны, минеральные вещества. Орехи содержат около 61 % жира, 20 % белков, 12 % углеводов.

Кедровые орехи содержат витамин А (витамин роста), витамины группы В (противоневритический), которые улучшают сердечную деятельность и вообще необходимы для нормальной деятельности нервной системы. Особенно много в них витамина Е (токоферол, что в переводе с греческого – "несу потомство"). Учёные установили, что 100 гр ядер кедровых орешков достаточно для удовлетворения суточной потребности организма взрослого человека в аминокислотах и таких важных и дефицитных микроэлементах, как медь, кобальт, марганец, цинк. В целом усвояемость орешков очень высока, и пользы от них для организма человека огромна [1].

Кедровое масло, получаемое из кедрового ореха, является как пищевым продуктом для диетического, детского и спортивного питания (заправка для супов, каш, салатов и др.), так и высоко эффективным терапевтическим средством для лечения ряда заболеваний. Получаемое из ядра кедрового ореха масло в концентрированном виде содержит витамины А, В1, В2, В3 (РР), В6, О, Е, Р. К примеру, по содержанию витамина Е (токоферол), недостаток которого приводит к нарушениям обмена веществ и атеросклерозу, кедровое масло превосходит оливковое в 5 раз. А витамин Р – незаменимые жирные кислоты, в т. ч. линолевая и леноленовая, которые не синтезируются в организме человека, в кедровом масле содержится в 3 раза больше, чем в препаратах на основе рыбьего жира. Кедровое масло, являясь естественным природным продуктом, в отличие от многих лекарственных и витаминных препаратов, не имеет противопоказаний и не вызывает аллергических и иных побочных реакций.

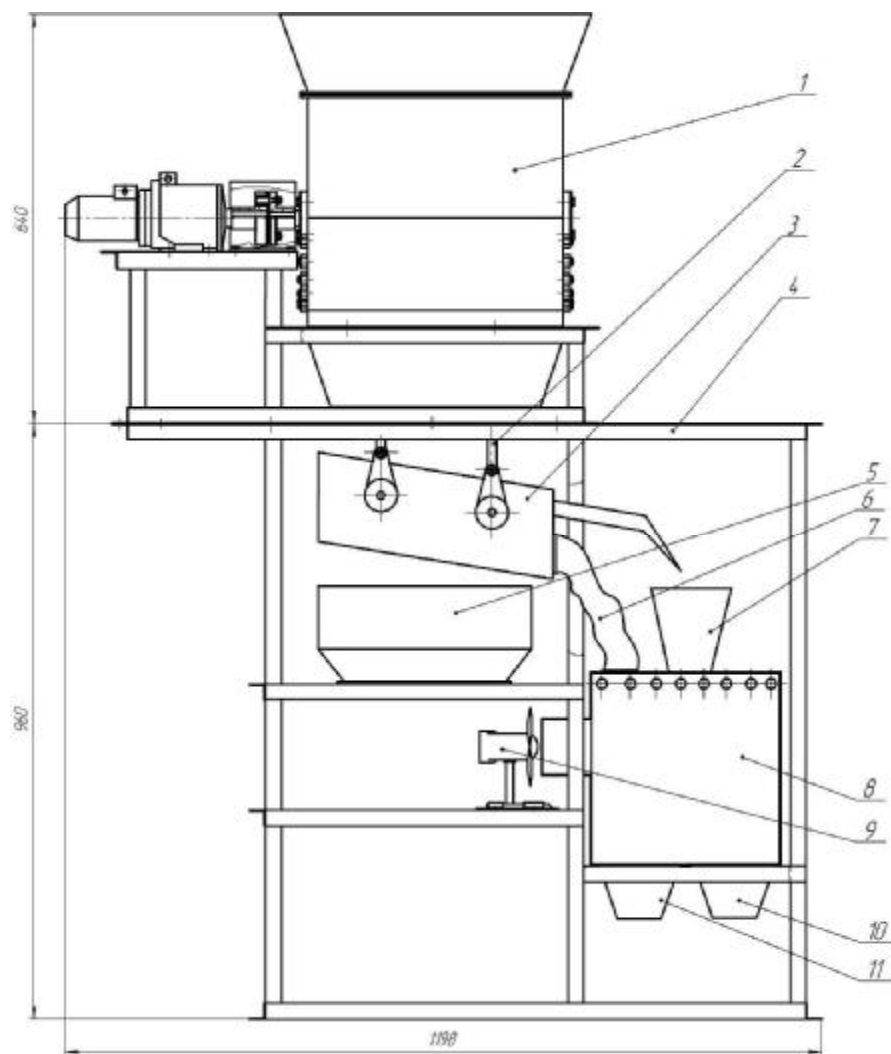
После отжима кедрового масла из ядра ореха остаётся масса, которую называют жмыхом. Это обезжиренный очень полезный белково-растительный продукт, сохранивший в себе все питательные и целебные свойства свежего кедрового ореха. Его едят в сыром виде; разбавляют водой, делая кедровое молочко; добавляют в супы и каши, а так же в салаты и в муку при выпечке.

Сибирский изобретатель-самородок Анатолий Хромов предложил использовать насыщенное биоэнергетикой сырье кедровой шишки и разработал технологию изготовления поделочного материала "Кедропласт". "Кедропласт" – композиционный древесный материал, в состав которого входят: скорлупа кедрового ореха, шелуха кедровой шишки, той, которую дерево сбросило само (иначе целебные свойства кедра не сохраняются), и смола кедра в качестве связующего элемента [2].

Таким образом, кедровые шишки являются ценным сырьем для пищевой промышленности, а шелуха и скорлупа орехов также могут перерабатываться в экологически чистый материал, что позволяет проводить комплексное безотходное использование природных ресурсов. Одним из ответственных участков в технологии переработки кедровых шишек является шелушение и очистка кедровых орехов.

Для изучения процессов шелушения кедровых шишек и очистки орехов разработана установка, схема которой показана на рисунке 1. Установка содержит три основных механизма – шелушитель, грохот и аспирационный короб, смонтированных на одной раме. Шелушитель состоит из корпуса и установленного внутри барабана

с наваренными пальцами, смонтирован с приводом на отдельной раме, что позволяет использовать его как в составе установки, так и отдельно. Кедровые шишки через загрузочную горловину попадают в шелушитель, где при многократном воздействии со стальными пальцами барабана происходит отделение орехов от кедровой шишки. Вся эта масса проходит сквозь решетчатое днище корпуса и через выгрузной патрубок попадает на грохот, состоящий из двух сит. Сквозь отверстия верхнего сита проходят орехи и мелкий сор, обрушенная шишка и чешуйки отводятся в емкость. Мелкие примеси проходят сквозь второе сито и также удаляются. Орехи сходят со второго сита и направляются на отвеивание в аспирационный корпус. С помощью вентилятора в пневмоканале корпуса происходит разделение целых орехов от пустых орехов и сора, за счет разности масс. Воздух из пневмоканала выходит через боковые отверстия.



1 – шелушитель, 2 – подвески, 3 – грохот, 4 – рама, 5 – емкость для сбора мелкого сора, 6 – рукав, 7 – емкость для сбора шелухи, 8 – аспирационный короб, 9 – вентилятор, 10 – емкость для сбора сора и пустых орехов, 11 – емкость для сбора очищенных орехов

Рисунок 1 – Схема установки для шелушения шишек и очистки орехов

С целью выбора и обоснования размера сит для грохота были выполнены исследования размеров продуктов переработки шишек. Отобранные кедровые шишки были размолоты на ручном шелушителе, аналогичном проектируемому.

Продукты шелушения были разделены на 3 группы – чешуйки, орехи, мелкий сор. Проведены измерения размеров каждой группы, всего было подсчитано и измерено 300-500 частичек в каждой выборке. Результаты измерений приведены в таблицах 1–3.

По количеству частиц определили функции плотности распределения их по размерам.

Интегральную функцию рассчитывали по формуле:

$$F_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \cdot 100\% ,$$

где n_i – число частиц попавших в заданный интервал размеров, $\sum n_i$ – общее количество всех измеренных частиц в выборке.

Дифференциальная функция определяется по формуле:

$$f_i = \frac{n_i}{\Delta L \cdot \sum n_i} \cdot 100\% ,$$

где ΔL интервал характерного размера (длины, ширины) частицы.

Данные расчетов представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Измерение размеров орехов

Размер по длине, мм							
Диапазон измерений	менее 6	6–7,5	7,5–9	9–10,5	10,5–12	более 12	Всего орехов
Количество	4	13	75	112	88	10	302
$F, \%$	1,3	4,3	24,8	37,1	29,1	3,3	
$f, \%/мм$	0,86	2,86	16,5	24,73	19,4	2,2	

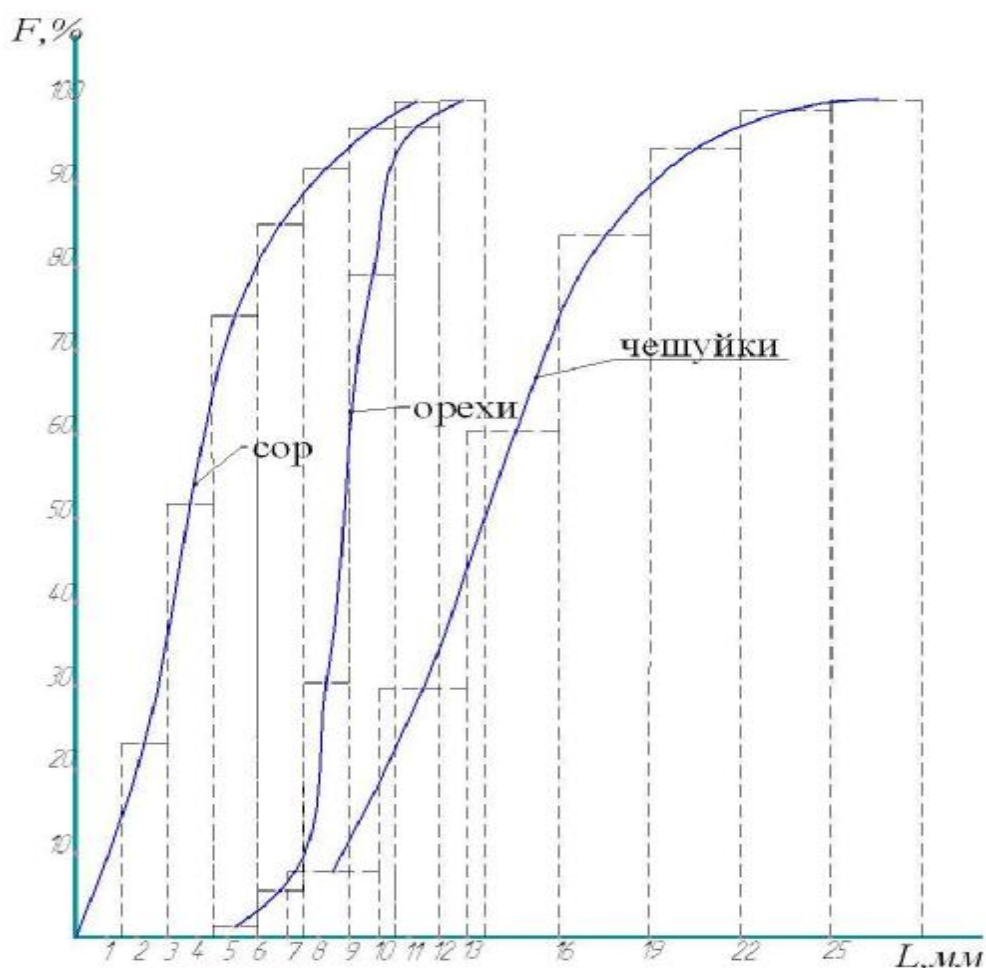
Таблица 2 – Измерение размеров сора

Размер по ширине, мм								
Диапазон измерений	1,5–3	3–4,5	4,5–6	6–7,5	7,5–9	9–10,5	более 10,5	Всего сора
количество	130	162	127	62	37	28	18	564
$F, \%$	23	28,7	22,5	10,9	6,5	4,9	3,2	
$f, \%/мм$	15,3	19,1	15	7,3	4,3	2,9	2,1	

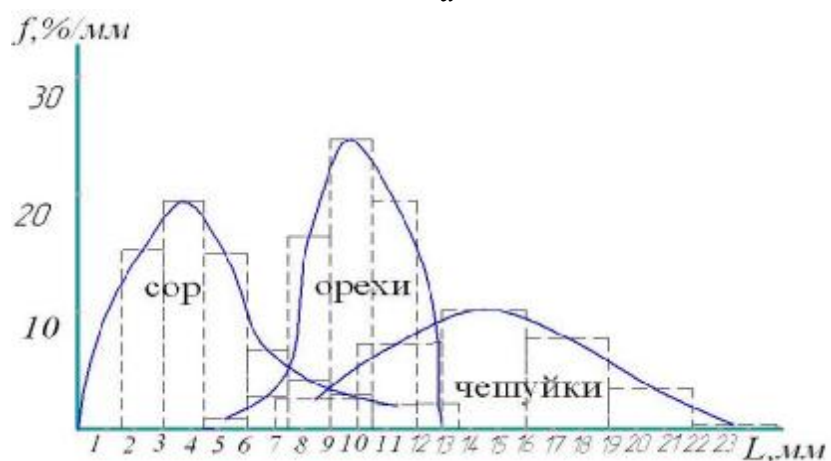
Таблица 3 – Измерение размеров чешуек

Размер, мм								
Диапазон измерений	менее 10	10–13	13–16	16–19	19–22	22–25	более 25	Всего чешуек
количество	25	70	98	75	33	15	4	320
$F, \%$	7,8	21,8	30,6	23,4	10,3	4,6	1,3	
$f, \%/мм$	2,6	7,3	10,2	7,8	3,4	1,5	0,4	

По результатам определения размеров построены экспериментальные зависимости для интегральной и дифференциальной функций распределения, показанные на рисунке 2, а и б соответственно.



а



б

Рисунок 2 – Интегральная (а) и дифференциальная (б) функции распределения продуктов шелушения по размерам

По данным расчетов и измерений, показанных на графике, можно заключить, что кривые распределения орехов и сора частично перекрываются. Распределение орехов более узкое, что говорит о стабильности размеров ореха, в то время как продукты шелушения – чешуйки, сор, имеют широкий разброс, за счет механического дробления, и случайные отклонения.

Анализ кривых показывает, что разделение на ситах может быть эффективно для орехов, с минимальными потерями продукта. Для исследуемых кедровых шишек наиболее оптимальными размерами сит грохота являются: верхнее – 13 мм, нижнее – 7,5 мм.

При этом на верхнем сите отсеется около 70 % крупного сора, чешуек, сердцевинки шишек, орех пройдет проходом. На нижнем сите орех пройдет сходом, а в проход сквозь сито отсеется около 85 % мелкого сора.

Также по графикам можно заключить, поскольку частично распределения орехов, сора и чешуек накладываются, следовательно, не весь сор возможно отсеять с помощью сит. Это обосновывает необходимость применения дополнительного разделения. Наиболее эффективным является аспирационное, основанное на разделении по массе годных орехов от мелкого сора и пустых орехов. В данной работе предложен вентилятор, который будет отдувать мелкий сор и пустые орехи дальше, чем целые за счет разности масс.

Таким образом, в результате выполненных экспериментальных исследований было получено распределение по размерам для целого ореха, чешуек и сора, используя которые, мы обосновали выбор сит для отсева с целью отделения орехов от чешуек и большей части сора. Обоснована необходимость применения дополнительного аспирационного отвеивания, с целью получения чистого ореха, так как кривые распределения по размерам ореха и сора частично накладываются и разделение на ситах не обеспечивает полную очистку ореха. На основе выполненных экспериментов разработана установка для шелушения и очистки кедрового ореха, которая может быть использована в учебном процессе для выполнения лабораторных и научно-исследовательских работ.

Литература

1. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн.: Учеб. для вузов / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 1384 с.
2. <http://kedroplast.com> [электронный ресурс].

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абраменко Д.С. 409
Абрамова Л.Ю. 340
Аверьянова Е.В. 211
Алехина Н.Н. 285
Антимонов С.В. 110
Апарнева М.А. 299, 327
Апаршева В.В. 311
Архипова О.С. 146
Астрединова В.В. 391
Аушева Т.А. 334, 338, 374
Аюпов Р.А. 53
Бабич О.О. 258
Базарнова Н.Г. 90
Базунова М.В. 53
Балахнин И.А. 407
Баракова Н.В. 317
Баташов Е.С. 197, 280
Башкатова Т.Е. 415
Безносюк С.А. 85
Белоусова Л.Т. 219
Блазнов А.Н. 115, 450
Болдорева У.И. 211
Болдырев В.В. 73
Болдырева Е.В. 69, 73,
Болотов В.М. 419
Бординова В.П. 272, 296,
331
Борисенко Д.В. 334, 338,
374
Брыксин С.Ю. 161
Будаева В.В. 98, 106, 133,
142, 146, 171,
Буй Суан Донг 379
Буравлев В.О. 31, 39
Буянова А.С. 215, 222, 226
Верещагин А.Л. 447
Володько Н.Г. 314
Галахов А.Н. 393
Галенко Ю.А. 127
Галстян А.Г. 268
Гамзякова И.В. 308
Гора О.Н. 427
Горлова А.А. 338
Григоренко А.В. 219
Гусев А.П. 7
Давыдова Е.В. 422
Дементьева Д.И. 106
Денисова М.Н. 167
Диков В.А. 28
Дорогайкина Д.А. 90
Дунин А.С. 265
Дьякова Н.Н. 182
Егорцев Н.А. 302
Елесина В.В. 123
Емельянова Е.П. 190
Епифанцева М.Г. 434
Ермилова И.О. 361
Жигулина А.И. 230, 234
Жиманова Ю.А. 354
Журавлев А.А. 285, 412
Завьялкина Д.А. 164
Заздравных Л.Ю. 90
Замбалова Н.А. 308
Захарьева Ю.И. 222
Земцова Ю.В. 85
Зимичев А.В. 302
Золотухин В.Н. 106
Зюзина А.В. 275, 322
Зяблицкий С.А. 109
Иванова Д.Б. 49
Ивановская Е.В. 115
Ильина Е.Г. 82
Ирkitова А.Н. 193
Кавешников В.Ю. 320
Калачев С.Л. 439
Каленик Т.К. 443, 444
Каменская Е.П. 201, 206
Карлюк А.В. 280
Каросёва М.Ю. 78
Клейменова М.Н. 34
Климова Е.В. 354
Климонова Е.А. 265
Кляцкая Т.С. 357
Козлова Т.С. 403
Колосов П.В. 90
Колосова Г.В. 338
Комарова Е.В. 419
Комарова Л.Ф. 34, 39
Кондратюк Е.В. 39
Коновалов В.С. 19
Корчагин А.Е. 109
Косырев В.М. 7
Кочнева Т.А. 226
Кошелев Ю.А. 64, 197, 280
Краснова О.А. 430
Красовская Н.И. 113
Кривогорницына Е.С. 403
Кропотухин А.М. 23
Ксандров Н.В. 11
Кузовников Ю.М. 409
Кулешова Н.И. 60
Куманейкин Е.С. 19
Курбанова М.Г. 250
Кустов В.Ю. 368
Кутаев Н.В. 73
Лазуткина Ю.С. 34
Ламберова М.Э. 215, 222,
226
Лаптев С.В. 230
Ларионова Е.П. 278, 345
Лебедев И.А. 31
Левин Ю.Н. 386
Левочкина Л.В. 288, 347
Лекомцев А.Л. 110
Леонов Д.В. 382
Литвинова А.А. 391
Лобосова Л.А. 412
Логунова Л.В. 285
Магомедов Г.О. 305
Магомедов М.Г. 391
Макарова Е.И. 142
Макарова К.Н. 412
Макарова Н.В. 272, 275,
296, 322, 331
Малова Ю.С. 250, 258
Манакон А.Ю. 69, 73
Маркин В.И. 90
Марьин В.А. 447
Масалова Н.В. 288
Масляник Е.С. 338
Матюшкина Е.Д. 155
Медведева Е.В. 443
Межова О.В. 450
Мезенцева Н.И. 230, 234,
242
Мельников А.Ф. 121
Менх Г.В. 292
Митрофанов Р.Ю. 146, 155,
161, 164, 219
Митрохин П.В. 252, 255
Михайленко М.А. 73
Морозов В.Б. 398
Морозова А.И. 252, 255
Мукатова М.Д. 379
Муковина Е.А. 64
Мусаев Н.И. 391
Мустафина А.С. 361
Мухамадиев В.Ф. 58
Мызь С.А. 69, 73
Начетова М.А. 317

- Никифорова А.П. 283
 Новоселова Н.С. 60
 Носкова О.Ю. 334
 Обрезкова М.В. 94
 Овчаренко А.Г. 42, 121
 Огиенко А.А. 73
 Огиенко А.Г. 69, 73
 Орлов С.Е. 44
 Павлов И.Н. 427
 Павлова Ж.П. 443
 Пасека А.Е. 82
 Пахолкова О.Н. 370
 Пащенко В.Л. 351
 Пащенко Л.П. 334, 374
 Пегеева М.Д. 11
 Печенина А.А. 299, 327
 Печенина Н.С. 238
 Пивоварова А.А. 412
 Поздняков А.В. 109
 Полякова И.Ю. 82
 Пономарева Е.И. 285, 305,
 320, 368, 386
 Попова Д.Ю. 320
 Попырин Н.С. 357
 Портных А.Н. 368
 Потапов А.С. 78
 Преображенский В.А. 422
 Прибыткова О.В. 305
 Пронин А.И. 28
 Прочухан Ю.А. 55, 58
 Пряжникова Ю.С. 354
 Разумникова И.С. 258, 292
 Рекун К.О. 110
 Рожнов Е.Д. 299, 327, 357,
 370,
 Ромашкин А.А. 393
 Рузанов С.Р. 15
 Рязанцев А.В. 374
 Саввин П.Н. 419
 Сагитов Р.Ф. 110
 Севедин В.П. 197, 299, 327
 Севодина А.А. 171
 Сенькив Я.Б. 31, 39
 Сидоренко А.В. 314
 Сидорова Н.В. 347
 Сидягин А.А. 11, 15, 23
 Сиянко П.И. 78
 Скиба Е.А. 176, 182, 340
 Слепцова Н.Н. 365
 Соловьева П.В. 430
 Сорокопуд А.Ф. 361
 Сошилов В.А. 31
 Стародубцева Т.И. 206
 Старыгин В.С. 42
 Старыгина О.В. 127
 Степыкин А.В. 15, 23
 Стопорев А.С. 69
 Стрижкова Д. С. 419
 Супонев Е.Н. 338
 Суханов Д.Е. 26
 Сухих С.А. 250, 258, 292
 Сысоева М.О. 127
 Танова К.Т. 185
 Темникова О.Е. 302
 Терентьев Р.А. 82
 Терехова О.Н. 415
 Тиансонг Сан 308
 Титов Г.А. 245
 Тихмянова М.В. 398
 Томильцева Н.А. 98
 Траудт С.А. 437
 Туманов Н.А. 69
 Угарова Ю.В. 434, 437
 Ульянов В.М. 19
 Фам Тхи Ми 388
 Федянина Л.Н. 443
 Фомина Л.В. 85
 Фролов С.В. 268
 Хабарова Е.В. 278, 345
 Хамагаева И.С. 308, 365
 Хамаганова И.В. 365
 Ханхалаева И.А. 283
 Хлебников А.И. 78
 Хмелев В.Н. 245, 393, 409
 Хмелев С.С. 245, 409,
 Хорова Ю.Г. 242
 Хохлов А.В. 113
 Цибизова М.Е. 388
 Цуканов С.Н. 98, 151, 171
 Цыганок С.Н. 245, 409
 Чеботарев В.К. 82
 Чернышева В.В. 444
 Чернышева И.В. 444
 Чеснокова Н.Ю. 288
 Четина К.С. 252
 Шалунов А.В. 393
 Шаповалова Д.В. 314
 Шапоренко К.В. 82
 Шахтшнейдер Т.П. 69
 Шторх Л.В. 386
 Юношев А.С. 69, 73
 Юшникова Е.С. 201
 Якимов Д.Й. 185
 Якимова Е.А. 252
 Якубаускас А.Н. 439
 Якушева А.А. 106
 Ялмурдина Г.М. 55

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ S-ОБРАЗНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ АППАРАТОВ В.М. Косырев, А.П. Гусев.....	7
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХЕМОСОРБЦИИ ОКСИДА УГЛЕРОДА (II) КУПРОХЛОРИДНЫМИ РАСТВОРАМИ М.Д. Пегеева, А.А. Сидягин, Н.В. Ксандров.....	11
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОБМЕННЫХ АППАРАТОВ А.В. Степыкин, С.Р. Рузанов, А.А. Сидягин.....	15
ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ СУСПЕНЗИОННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ПЕРЕГРЕТЫМ ПАРОМ В.С. Коновалов, В.М. Ульянов, Е.С. Куманейкин.....	19
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НАСАДОЧНОЙ КОЛОННЕ А.В. Степыкин, А.М. Кропотухин, А.А. Сидягин.....	22
ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОЦИКЛОНОВ-ФЛОТАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД Д.Е. Суханов	26
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ СЕРИЙНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОЦИКЛОНОВ ИЗ ПЛАСТМАСС В.А. Диков, А.И. Пронин.....	28
ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ КОНВЕКТИВНЫМ СПОСОБОМ Я.Б. Сенькив, В.А. Сошилов, В.О. Буравлев, И.А. Лебедев.....	31
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУПЕРАЦИИ БУТАНОЛЬНО-ТОЛУОЛЬНОЙ СМЕСИ М.Н. Клейменова, Л.Ф. Комарова, Ю.С. Лазуткина.....	34
ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН В ВОДООЧИСТКЕ В.О. Буравлев, Я.Б. Сенькив, Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова	39
ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ АВТОМОЕЧНЫХ СТАНЦИЙ А.Г. Овчаренко, В.С. Старыгин.....	42
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ИНУЛИНА ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОГО ТИПА С.Е. Орлов.....	44
ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕНА ПРИ РАСТВОРЕНИИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АППАРАТУРЕ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОГО ТИПА Д.Б. Иванова.....	49

ПОДБОР КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИЦИИ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩЕГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ α -ОЛЕФИНСУЛЬФОНАТОВ, АЛКИЛ(C ₈ -C ₁₀)СУЛЬФАТОВ НАТРИЯ И ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПАВ Р.А. Аюпов, М.В. Базунова.....	53
СИНТЕЗ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ НАНОУГЛЕРОДА Г.М. Ялмурдина, Ю.А. Прочухан.....	55
ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РУДНЫХ ХВОСТОВ В.Ф. Мухамадиев, Ю.А. Прочухан.....	58
ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА «КЕТОЛАК® ТАБЛЕТКИ, ПОКРЫТЫЕ ПЛЕНОЧНОЙ ОБОЛОЧКОЙ, 10 МГ» Н.С. Новоселова, Н.И. Кулешова.....	60
СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВОДЕ ДЛЯ ИНЪЕКЦИЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ИНФУЗИОННЫХ РАСТВОРОВ Е.А. Муковина, Ю.А. Кошелёв.....	64
ВЫСОКОДИСПЕРСНЫЕ ФОРМЫ МЕЛОКСИКАМА С.А. Мызь, А.Г. Огиенко, Н.А. Туманов, А.С. Юношев, А.С. Стопорев, А.Ю. Манаков, Т.П. Шахтшнейдер, Е.В. Болдырева.....	69
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ОТЖИГЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ РАСТВОРОВ (СТЕКОЛ) В СИСТЕМАХ С КЛАТРАТООБРАЗОВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ, И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ФОРМ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ А.Г. Огиенко, Е.В. Болдырева, В.В. Болдырев, А.Ю. Манаков, А.С. Юношев, М.А. Михайленко, А.А. Огиенко, С.А. Мызь, Н.В. Кутаев.....	73
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ КОНДЕНСАЦИИ НЕКОТОРЫХ АЗОЛОВ С ГЛИОКСАЛЕМ М.Ю. Каросёва, А.С. Потапов, А.И. Хлебников, П.И. Сиянко	78
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СУЛЬФИДА НАТРИЯ В ПОТЕНЦИОМЕТРИИ Р.А. Терентьев, А.Е. Пасека, В.К. Чеботарев, Е.Г. Ильина, И.Ю. Полякова, К.В. Шапоренко.....	82
АРСЕНИД ГАЛЛИЯ ДОПИРОВАННЫЙ МАРГАНЦЕМ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ СПИНТРОНИКИ Ю.В. Земцова, Л.В. Фомина, С.А. Безносюк.....	85
КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННОЙ СМЕСЬЮ CH ₃ COOH–H ₂ O ₂ –H ₂ O–КАТ П.В. Колосов, Н.Г. Базарнова, В.И. Маркин, Л.Ю. Заздравных, Д.А. Дорогайкина.....	90
ТВЁРДОФАЗНОЕ КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА М.В. Обрезкова.....	94
КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАНИЕ ОБЛАГОРОЖЕННОЙ НЕДРЕВЕСНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ГИДРОТЕРМОБАРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА Н.А. Томильцева, В.В. Будаева, С.Н. Цуканов.....	98

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ АЗОТА В НИТРАТАХ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ МИСКАНТУСА И ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА А.А. Якушева, Д.И. Дементьева, В.В. Будаева, В.Н. Золотухин.....	106
СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ С.А. Зяблицкий, А.В. Поздняков, А.Е. Корчагин.....	109
ОТРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ИМИДОДИСУЛЬФОНАТА АММОНИЯ А.Л. Лекомцев.....	110
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРУДИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНО-НАПОЛНЕННЫХ ПЛАСТМАСС К.О. Рекун, С.В. Антимонов, Р.Ф. Сагитов.....	110
ПЕРСПЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ Н.И. Красовская, А.В. Хохлов.....	113
РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАПОЛНЕННЫХ ВОЛЛАСТОНИТОМ ПОЛИМЕРОВ Е.В. Ивановская, А.Н. Блазнов.....	115
УСКОРЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ А.Г. Овчаренко, А.Ф. Мельников.....	121
АДСОРБЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ УДАЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ МОЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТА В.В. Елесина.....	123
ОСОБЕННОСТИ НЕФЕЛОМЕТРИИ ПРИ СОИЗМЕРИМОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ ИЗЛУЧЕНИЯ О.В. Старыгина, Ю.А. Галенко, М.О. Сысоева.....	127
СЕКЦИЯ 2. БИОТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ	
НЕДРЕВЕСНЫЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В.В. Будаева.....	133
ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕЛЛЮЛОЗ МИСКАНТУСА Е.И. Макарова, В.В. Будаева.....	142
АНАЛИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗ ИЗ МИСКАНТУСА И ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА О.С. Архипова, В.В. Будаева, Р.Ю. Митрофанов.....	146
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ГИДРОТЕРМОБАРИЧЕСКОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ МИСКАНТУСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЩЕЛОЧНЫХ РЕАГЕНТОВ С.Н. Цуканов.....	151

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРОТРОПНОЙ ВАРКИ МИСКАНТУСА КИТАЙСКОГО Е.Д. Матюшкина, Р.Ю. Митрофанов.....	155
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЩЕЛОЧИ ПРИ НАТРОННОЙ ВАРКЕ ЛИГНО-ЦЕЛЛЮЛОЗЫ МИСКАНТУСА КИТАЙСКОГО НА ОСТАТОЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛИГНИНА И ЗОЛЫ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЕ С.Ю. Брыксин, Р.Ю. Митрофанов	161
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ Д.А. Завьялкина, Р.Ю. Митрофанов.....	164
ГИДРОТРОПНЫЙ МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА В ЦЕЛЛЮЛОЗУ М.Н. Денисова.....	167
МЕТИЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ОВСА А.А. Севодина, В.В. Будаева, С.Н. Цуканов.....	171
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> Y-1693 ДЛЯ ОЦЕНКИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТИ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО НЕДРЕВЕСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ Е.А. Скиба.....	176
ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> Y-1693 ПРИ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СОЛЕЙ АЗОТА И ФОСФОРА Е.А. Скиба, Н.Н. Дьякова.....	182
ВЛИЯНИЕ ФЛАВОНОИДОВ НА АКТИВНОСТЬ ГВАЯКОЛЬ-ПЕРОКСИДАЗЫ ПРИ ЗАЩИТЕ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ ОТ ГРИБНЫХ ПАТОГЕНОВ И РОСТЕ В НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ Д.Й. Якимов, К.Т. Танова.....	185
БИОТЕХНОЛОГИЯ УСКОРЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР Е.П. Емельянова.....	190
БИОТЕХНОЛОГИЯ СЫВОРОТЧНОГО НАПИТКА А.Н. Иркитова.....	193
ИЗУЧЕНИЕ ПОМУТНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛЕПИХОВОГО СОКА Е.С. Баташов, Ю.А. Кошелев, В.П. Севедин.....	197
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ АНТОЦИАНОВ ИЗ ПЛОДОВ КЛЮКВЫ Е.С. Юшникова, Е.П. Каменская.....	201
ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СОВМЕСТНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ <i>BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM</i> И <i>LACTOBACILLUS CASEI</i> Т.И. Стародубцева, Е.П. Каменская.....	206

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЛКАЛОИДА БЕРБЕРИНА ИЗ КОРНЕЙ БАРБАРИСА ОБЫКНОВЕННОГО (<i>BERBERIS VULGARIS L.</i>) У.И. Болдорева, Е.В. Аверьянова.....	211
ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ СТРУКТУРИРОВАННЫХ НАНОНОСИТЕЛЕЙ А.С. Буянова, М.Э. Ламберова.....	215
АНАЛИЗ СЫРЬЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ. СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ Л.Т. Белоусова, А.В. Григоренко, Р.Ю. Митрофанов.....	219
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ РАЗНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К БИОСИНТЕЗУ ШИКИМОВОЙ КИСЛОТЫ В КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ <i>IN VITRO</i> НА СРЕДЕ С ГЛИФОСАТОМ А.С. Буянова, Ю.И. Захарьева, М.Э. Ламберова.....	222
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ БАКТЕРИЙ РОДА <i>METHYLOBACTERIUM</i> К АЗОТФИКСАЦИИ И БИОСИНТЕЗУ ФИТОГОРМОНОВ В СИМБИОЗЕ С КУЛЬТУРОЙ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ ГОРОХА <i>IN VITRO</i> Т.А. Кочнева, А.С. Буянова, М.Э. Ламберова.....	226
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ПРОДЛЕНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА КУР Н.И. Мезенцева, С.В. Лаптев, А.И. Жигулина.....	230
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТЕПЛИЧНЫХ СОРТОВ ОГУРЦОВ А.И. Жигулина, Н.И. Мезенцева.....	234
ИЗУЧЕНИЕ ЗАХВАТЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИПОСОМ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ Н.С. Печенина.....	238
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ. НА ПРИМЕРЕ <i>CONVOLVULUS ARVENSIS L.</i> Ю.Г. Хорова, Н.И. Мезенцева.....	242
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СУШКИ БЕРЕЗОВОГО ЛУЩЕНОГО ШПОНА С.Н. Цыганок, В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, Г.А. Титов.....	245
ПОЛУЧЕНИЕ ПЕПТИДОВ БЕЛКОВ МОЛОКА ФЕРМЕНТАТИВНЫМ ГИДРОЛИЗОМ М.Г. Курбанова, С.А. Сухих, Ю.С. Малова.....	250
НАУЧНЫЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ П.В. Митрохин, А.И. Морозова, Е.А. Якимова, К.С. Четина.....	252
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ МАЛОЦЕННОГО СЫРЬЯ В КОМБИКОРМА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ А.И. Морозова, П.В. Митрохин.....	255

ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОСТИ L-ФЕНИЛАЛАНИН-АММОНИЙ-ЛИАЗЫ, ВЫДЕЛЕННОЙ ИЗ <i>RHODOSPORIDIUM TORULOIDES</i> С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ О.О. Бабич, И.С. Разумникова, С.А. Сухих, Ю.С. Малова.....	258
---	-----

СЕКЦИЯ 3. ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ

ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «КиТ» А.С. Дунин, Е.А. Климонова	265
--	-----

ХАРАКТЕРИСТИКА НАПИТКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ А.Г. Галстян, С.В. Фролов	268
---	-----

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ОВОЩЕЙ И ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ β -КАРОТИН- ЛИНОЛЕАТ В.П. Бординова, Н.В. Макарова.....	272
--	-----

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ПАСТЕРИЗАЦИИ И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ЯБЛОЧНО-ЧЕРНИЧНОГО СОКА Н.В. Макарова, А.В. Зюзина	275
---	-----

ВЫБОР ВИДА САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРОЖЖЕВЫХ СЛОЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ Е.В. Хабарова, Е.П. Ларионова.....	278
--	-----

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСЛА ИЗ СЕМЯН ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ, ПОЛУЧЕННОГО ПРЕССОВАНИЕМ А.В. Карлюк, Е.С. Баташов, Ю.А. Кошелев	280
---	-----

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МАССИРОВАНИЯ ГОВЯДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕНТРАТА ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ А.П. Никифорова, И.А. Ханхалаева	283
---	-----

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ЦЕЛОГО ЗЕРНА РЖИ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБА ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, А.А. Журавлев, Л.В. Логунова.....	285
---	-----

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРНЯ ЛОПУХА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ Н.В. Масалова, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина.....	288
--	-----

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И.С. Разумникова, С.А. Сухих, Г.В. Менх	292
--	-----

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ОСНОВ ДЛЯ СУПОВ-ПЮРЕ В.П. Бординова, Н.В. Макарова.....	296
---	-----

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БЕЛЫХ ВИН, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ГИБРИДОВ ВИНОГРАДА <i>VITIS LABRUSCA</i> А.А. Печенина, М.А. Апарнева, Е.Д. Рожнов, В.П. Севедин.....	299
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРЕЧИХИ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ О.Е. Темникова, Н.А. Егорцев, А.В. Зимичев	302
ПРИМЕНЕНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СБИВНОГО ХЛЕБА ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ О.В. Прибыткова, Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева	305
ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН НА АДГЕЗИВНЫЕ И АНТИМУТАГЕННЫЕ СВОЙСТВА БИФИДОБАКТЕРИЙ И.С. Хамагаева, И.В. Гамзякова, Н.А. Замбалова, Тиансонг Сан	308
ПОВЫШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ИЗ ПЛОДОВ РЯБИНЫ И ШИПОВНИКА В.В. Апаршева	311
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ВИНОГРАДНОЙ ВЫЖИМКИ И ПОЛУЧЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ ПРОДУКТАМИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ А.В. Сидоренко, Д.В. Шаповалова, Н.Г. Володько.....	314
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОГО ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ДИСТИЦИМ ПРОСТАЦИД ЭКСТРА НА СТЕПЕНЬ СБРАЖИВАНИЯ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОГО СУСЛА М.А. Начетова, Н.В. Баракова.....	317
ХЛЕБ ИЗ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ В.Ю. Кавешников, Е.И. Пономарева, Д.Ю. Попова	320
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЯБЛОК РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ Н.В. Макарова, А.В. Зюзина.....	322
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВИН, ПРОИЗВЕДЕННЫХ ИЗ СОРТОВ ВИНОГРАДА ТАЕЖНЫЙ, МУСКАТ ДОНСКОЙ И ДОРНФЕЛЬДЕР М.А. Апарнева, А.А. Печенина, Е.Д. Рожнов, В.П. Севедин.....	327
АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ТЫКВЫ И ТЫКВЕННОГО КОНЦЕНТРАТА В.П. Бординова, Н.В. Макарова.	331
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ – ХЛЕБ «АЙВЕНГО» С ПОРОШКОМ КРАСНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ Л.П. Пашенко, Т.А. Аушева, Д.В. Борисенко, О.Ю. Носкова	334

<p>НОВЫЙ ВИД НАТУРАЛЬНОГО ЖИВОТНОГО ЖИРА ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ Т.А. Аушева, Д.В. Борисенко, А.А. Горлова, Е.Н. Супонев, Е.С. Масляник, Г.В. Колосова.....</p>	338
<p>НЕКОТОРЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЙОГУРТА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА Е.А. Скиба, Л.Ю. Абрамова</p>	340
<p>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ КАЧЕСТВА СЛОЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ Е.В. Хабарова, Е.П. Ларионова.....</p>	345
<p>ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИМОННИКА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Л.В. Левочкина, Н.В. Сидорова.....</p>	347
<p>КОЛЛАГЕНОВЫЙ ГИДРОЛИЗАТ В ТЕХНОЛОГИИ ЗАВАРНЫХ ПРЯНИКОВ В.Л. Пашенко.....</p>	351
<p>ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО КОАГУЛЯНТА ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ ПЛОДОВЫХ СОКОВ Е.В. Климова, Ю.А. Жиманова, Ю.С. Пряжников.....</p>	354
<p>ПОДБОР РАСЫ ДРОЖЖЕЙ И УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ И ДОБРАЖИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПШЕНИЧНОГО ПИВА Н.С. Попырин, Т.С. Кляцкая, Е.Д. Рожнов.....</p>	357
<p>ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ЭКСТРАГИРОВАНИЕ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>SÓRBUS AUCUPÁRIA</i>) А.Ф. Сорокопуд, А.С. Мустафина, И.О. Ермилова</p>	361
<p>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ДОБАВКИ С ЦЕЛЬЮ ОБОГАЩЕНИЯ СЕЛЕНОМ И.В. Хамаганова, И.С. Хамагаева, Н.Н. Слепцова.</p>	365
<p>ВЛИЯНИЕ КРУПНОСТИ ПОМОЛА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА А.Н. Портных, Е.И. Пономарева, В.Ю. Кустов</p>	368
<p>РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА АРОМАТИЗИРОВАННОГО ОКРОШЕЧНОГО КВАСА О.Н. Пахолкова, Е.Д. Рожнов</p>	370
<p>ХЛЕБ «ГАРМОНИЯ» – НОВЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ Л.П. Пашенко, Т.А. Аушева, Д.В. Борисенко, А.В. Рязанцев</p>	374
<p>ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРУДОВЫХ ВИДОВ РЫБ К СОЗРЕВАНИЮ ПРИ ПОСОЛЕ Буй Суан Донг, М.Д. Мукатова.....</p>	379

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ ВНОСИМЫХ ФИТОДОБАВОК НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЙНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ Д.В. Леонов	382
ВЛИЯНИЕ ДОЗИРОВКИ МУКИ ИЗ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА СВОЙСТВА ТЕСТА И ХЛЕБА Л.В. Шторх, Е.И. Пономарева, Ю.Н. Левин	386
ОТХОДЫ ПЛОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН Фам Тхи Ми, М.Е. Цибизова	388
ПРОБЛЕМЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПЛОДООВОЩНОГО СЫРЬЯ М.Г. Магомедов, В.В. Астрединова, Н.И. Мусаев, А.А. Литвинова	391
РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПЕНЫ В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, А.Н. Галахов, А.А. Ромашкин	393
АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ВОДОПОДГОТОВКИ НА ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В.Б. Морозов, М.В. Тихмянова	398
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИСКОЗИМЕТРА БРУКФИЛЬДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РЖАНЫХ БОЛТУШЕК Е.С. Кривогорницына, Т.С. Козлова	403
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЦИКЛОННОЙ 10-СТУПЕНЧАТОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА И.А. Балахнин	407
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ (РАЗЖИЖЕНИЯ) ТВЕРДОГО МЕДА В.Н. Хмелев, Ю.М. Кузовников, С.Н. Цыганок, Д.С. Абраменко, С.С. Хмелев	409
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СБИВНЫХ МАСС А.А. Журавлев, Л.А. Лобосова, А.А. Пивоварова, К.Н. Макарова	412
ВОЗДУШНЫЕ СЕПАРАТОРЫ. ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ Т.Е. Башкатова, О.Н. Терехова,	415
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ СКАНЕРОМЕТРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КАРОТИНОИДНО-АНТОЦИАНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ Е.В. Комарова, П.Н. Саввин, В.М. Болотов, Д.С. Стрижкова	419

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭСКИМО В ГЛАЗУРИ НА ЭСКИМОГЕНЕРАТОРЕ Е.В. Давыдова, В.А. Преображенский	422
ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУХИХ ФОРМ ЗАКВАСОК О.Н. Гора, И.Н. Павлов.....	427
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ РЕСУРСОВ В МЯСНОЙ ИНДУСТРИИ П.В. Соловьева, О.А. Краснова.....	430
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА М.Г. Епифанцева, Ю.В. Угарова.....	434
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЕГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ С.А. Траудт, Ю.В. Угарова	437
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ К ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ВОДООЧИСТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ А.Н. Якубаускас, С.Л. Калачев	439
К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИСАХАРИДОВ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ Е.В. Медведева, Ж.П. Павлова, Т.К. Каленик, Л.Н. Федянина	443
ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ К СЫРЬЮ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ И.В. Чернышева, Т.К. Каленик, В.В. Чернышева.....	444
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРТИЙ ЗЕРНА, СОДЕРЖАЩИХ СДВОЕННЫЕ ЗЕРНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУПЫ ОВСЯНОЙ В.А. Марьин, А.Л. Верещагин	447
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ КЕДРОВОГО ОРЕХА О.В. Межова, А.Н. Блазнов.....	450
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	455

**ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ
ХИМИЧЕСКОЙ, БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Материалы 4-й Всероссийской научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых
с Международным участием
27- 29 апреля 2011 года, г. Бийск**

Корректурa авторов

Подписано в печать 14.10.2011. Формат 60×84 1/8
Усл. п. л. – 54,17. Уч. изд. л. – 58,25
Печать – ризография, множительно-копировальный аппарат «RISO EZ300»

Тираж 103. Заказ 2011-112
Издательство Алтайского государственного технического университета
656038, г. Барнаул, пр- т Ленина, 46

Оригинал-макет подготовлен на кафедре МАХиПП БТИ АлтГТУ

Отпечатано в ИИО БТИ АлтГТУ
659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27