

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ГОУ ВПО ВСГТУ)

**И.С. ХАМАГАЕВА
И.А. ХАНХАЛАЕВА
Л.И. ЗАЙГРАЕВА**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Улан-Удэ
Издательство ВСГТУ
2006

УДК 637.523:579.87
ББК 36.92:28.4
X 18

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Восточно-Сибирского государственного технологического универси-
тета

Рецензенты
д-р техн. наук, проф. *М.Б. Данилов*
д-р техн. наук *А.А. Майоров*, Сибирский научно-исследова-
тельский институт сыроделия

Хамагаева И.С., Ханхалаева И.А., Зайграева Л.И.

X 18 Использование пробиотических культур для произ-
водства колбасных изделий. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. –
204 с.

ISBN 5-89230-235-0

В монографии приведены данные, касающиеся использования пробиотических микроорганизмов для производства колбасных изделий. Изучена биохимическая активность бифидобактерий и пропионовокислых бактерий в мясном фарше на различных стадиях технологического процесса производства колбасных изделий. Особое внимание уделено влиянию различных факторов, таких как температура, концентрация поваренной соли и нитрита натрия, добавок растительного происхождения на развитие этих культур в мясном фарше. Приведен обширный материал по технологии производства колбасных изделий с бифидобактериями и пропионовокислыми бактериями и изложены результаты исследований качественных характеристик готовых изделий и производственных апробаций.

Рекомендуется студентам, аспирантам, магистрам и специалистам, занимающимся в области биотехнологии и пищевой промышленности.

ISBN 5-89230-235-0

ББК 36.92:28.4

© И.С. Хамагаева,
И.А. Ханхалаева,
Л.И. Зайграева, 2006
© ВСГТУ, 2006

ВВЕДЕНИЕ

При любом уровне экономического развития мясной отрасли колбасные изделия пользуются высоким потребительским спросом. Снижение их себестоимости при гарантированном сохранении стандартного качества – важнейшее условие расширения ассортимента и увеличения объемов выпуска этого вида продукции. Одним из реальных путей решения этой задачи в настоящее время при постоянно нарастающей конкуренции является разработка и внедрение новых технологий, ориентированных на интенсификацию комплекса сложных биохимических превращений, которые протекают в мясном сырье в процессе его посола, осадки при производстве колбасных изделий.

Один из путей решения такой проблемы связан с биотехнологическим принципом модификации мясного сырья – направленным регулированием хода биотехнологических, физико-химических и микробиологических процессов, в результате которых формируется структура, цвет и вкус - ароматические характеристики готового продукта.

Целенаправленное использование микроорганизмов способствует получению стабильного качества готового продукта. Технологическое действие микроорганизмов связано с образованием специфических биологически активных компонентов: органических кислот, бактериоцинов, ферментов, витаминов и других, что способствует улучшению санитарно-микробиологических, органолептических показателей готового продукта, а также позволяет интенсифицировать производственный процесс (10, 31, 45, 46, 121, 163, 167).

Несмотря на достаточно обширный теоретический и экспериментальный материал, накопленный в настоящее время исследователями по применению стартовых культур при производстве мясопродуктов, представляет научный и практический интерес исследование микроорганизмов с пробиотическими свойствами. К таким культурам относятся бифидобактерии и пропионовокислые бактерии. При естественном способе введения они оказывают благоприятные эффекты на физиологические функции, биохимические реакции организма через оптимизацию его микробиологического статуса (36, 92).

Бифидобактерии обладают высокой антагонистической активностью, способностью разрушать токсические метаболиты, расти в анаэробных условиях, накапливать ароматические соединения, редуцирующие вещества, что весьма привлекательно для использования в колбасном производстве.

Пропионовокислые бактерии способны расти при низких температурах, накапливать ароматические соединения, продуцировать антимуtagenные вещества, витамин В₁₂, аминокислоты, обладают антагонистической активностью к патогенной и условно патогенной микрофлоре, являются слабыми кислотообразователями.

Данные о положительном эффекте этих культур как стартовых для производства колбасных изделий недостаточно изучены и требуют системного подхода к исследованию. В связи с этим при разработке программы исследований нами были выбраны два методологических подхода, учитывающих конечную цель, в качестве которой приняты интенсификация процессов, повышение качества. Это, во-первых, изучение биотехнологических свойств бифидобактерий и пропионовокислых бактерий в мясной системе для обоснования их использования как стартовых культур. Во-вторых, исследование физико-химических, биохимических, биотехнологических свойств мяса, ферментированных этими культурами в ходе технологических операций производств колбасных изделий, и оценка качества готовых продуктов.

В основе исследований положены фундаментальные разработки в области теории и практики использования биотехнологических способов интенсификации производства мясопродуктов.

Глава 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1.1 Способы повышения потребительских свойств колбасных изделий

Одним из путей повышения качества продуктов и совершенствования структуры питания населения является введение в рацион новых нетрадиционных видов растительного сырья. Создаваемые продукты должны содержать сбалансированный комплекс белков, липидов, минеральных веществ, витаминов, балластных веществ и обладать высокими питательными и вкусовыми свойствами.

Одно из направлений – возможность использования в составе мясных продуктов зерновых культур, подвергнутых различным способам модификации, благодаря их высокой пищевой ценности и функционально-технологическим свойствам. Эти культуры, являясь источником пищевых волокон (ПВ), в значительной мере способствуют увеличению сопротивляемости организма человека вредному воздействию окружающей среды. Зерно содержит почти все основные вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности человека (108, 95).

За последние годы значительно расширился ассортимент мясных продуктов, в рецептуре которых используются различные ингредиенты не мясного происхождения (1). Исследования российских и зарубежных авторов показали перспективность использования в технологии комбинированных мясных изделий продуктов переработки зерновых культур, которые обеспечивают высокую пищевую и биологическую ценность изделия, способствуют повышению гибкости рецептур, устойчивому и равномерному распределению ингредиентов, минимизации потерь в процессе производства, что в конечном итоге приводит к созданию продукта стабильного качества.

В мировой практике накоплен немалый опыт применения зерновых продуктов в производстве комбинированных изделий. У многих народов исторически сложилась традиция использования мяса в комбинации с мучными изделиями (пельмени, пиро-

ги, манты, чебуреки и т.д.).

Обладая полным набором незаменимых аминокислот, белки мяса значительно повышают аминокислотный скор зерновых продуктов и соответственно их усвояемость. Это имеет особенно важное значение, так как белки злаковых усваиваются организмом не полностью, например белки пшеницы – лишь на 69%.

Существующая в настоящее время технология фаршевой продукции предусматривает применение различного крахмало-содержащего сырья, которое способствует некоторому повышению влаго- и жиросвязывающей способности фаршевой системы. Традиционно в колбасном производстве применяют пшеничную муку, крахмал и крупы (пшено, рис, перловую, ячневую и др.). Пшеничную муку и крахмал широко используют в небольших количествах (2 - 3%) для увеличения вязкости и влагоудерживающей способности фарша вареных, ливерных и других видов колбасных изделий.

Во ВНИИ мясной промышленности разработан ассортимент полукопченых колбас с использованием от 2 до 5% пшеничной, рисовой, ячменной или овсяной муки, а также широкий ассортимент вареных колбас, сосисок и сарделек с применением гидратированных круп (ячменной, овсяной, гороховой муки) в количестве до 15% взамен мясного сырья. Продукция характеризуется стабильным качеством и высокими потребительскими свойствами. В таком же количестве крахмал и пшеничная мука входят в рецептуру рубленых ветчинных изделий (75).

Растительные ингредиенты все чаще используют в качестве частичной или полной замены мяса в различных продуктах, изготавливаемых ранее только из мясного сырья. Примером могут быть фрикадельки, в состав которых включено 60% мяса и до 5% «пшеничных волокон».

Изучены вопросы использования растительной добавки нута семейства бобовых в производстве колбасных изделий путем сочетания белковых, липидных и минеральных компонентов. В результате применения композиций с бобовыми биологическая ценность колбас увеличивается на 19...20%, а энергетическая – на 3...5%. Также показана возможность использования сухих порошков из тыквы, моркови, свеклы, баклажанов, яблок, томатов и других овощных культур в производстве диетической

вареной колбасы (12).

Установлена целесообразность введения в рецептуру 3% рисовой муки термопластической экструзии и 6% рисовой муки ИК-обработки, что позволяет получить колбасные изделия высокого качества (75).

Замена в рецептуре говядины на модифицированную рисовую муку повышает упругость колбасных изделий, что дает возможность ввести дополнительное количество влаги без снижения органолептических свойств готового продукта.

Добавление рисовой муки в фарш вареных колбас стабилизирует рН, увеличивает влагосвязывающую способность и повышает вязкостные свойства мясных систем. Выявлено, что наиболее существенное увеличение вязкости фарша отмечается при введении рисовой муки свыше 6%.

Замена мясного сырья рисовой мукой, обработанной ИК-излучением, и мукой, подвергнутой термопластической экструзии, стабилизирует цветовые характеристики вареных колбасных изделий (интенсивность и устойчивость окраски), при этом остаточное содержание нитрита натрия соответствует контрольному образцу.

Микроструктурный анализ показал, что внедрение рисовой муки ИК-обработки и термопластической экструзии в фарш существенно не влияет на компоновку структурных элементов колбасных изделий, степень и характер их взаимосвязи (95).

При добавлении к вареным колбасным изделиям незначительного количества растительных порошков, полученных из свеклы, моркови и яблок, повышается их биологическая ценность вследствие высокого содержания пектина, витаминов и других биологически важных веществ. Особую роль играет присутствие в порошках витамина Р, который является сильным антиокислителем и препятствует микробиологической и окислительной порче колбасных изделий (12).

Также рассматриваются возможности использования сухого яичного белка в колбасном производстве. Высокая пищевая ценность яйца, вкусовые качества, способность образовывать стойкие коллоидные системы разных типов способствуют его использованию в качестве компонента для разнообразных пищевых продуктов.

Белки яйца в виде порошка или меланжа достаточно широко применяются при производстве колбасных изделий. Питательная ценность яйца определяется высоким содержанием в нем полноценных и легко усвояемых белков.

К одному из перспективных белоксодержащих продуктов относится сухой яичный белок (не содержащий желтка), который недавно появился на нашем продовольственном рынке.

Новый отечественный препарат – сухой яичный белок производит фирма «ОвоПраксис» из натурального белка куриного яйца, используя метод сушки. В сухом веществе яичного белка содержится до 30% белков и 1,2% углеводов.

Во ВНИИМПе проведены исследования функционально-технологических свойств сухого яичного белка и изучено качество вареных колбас, в рецептуру которых был включен этот продукт (74).

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что водный раствор сухого яичного белка имеет нейтральную реакцию среды, обладает высокой растворимостью, хорошей жиросвязывающей способностью и образует стабильные эмульсии.

Колбасные изделия, содержащие 15% гидратированного яичного белка, характеризуются повышенной биологической ценностью, высокой перевариваемостью, хорошими органолептическими свойствами: упругой консистенцией, без постороннего запаха и привкуса. Их внешний вид, цвет, вкус и сочность не отличаются от контроля. Яичный белок позволяет увеличить выход, снизить количество жира и повысить содержание белка (12, 108).

Были изучены вопросы об использовании белковых веществ дрожжевой биомассы при производстве мясopодуKтов.

В.В. Садовой было выявлено, что при использовании пивных дрожжей повышается выход опытных образцов вареных колбас в сравнении с контрольным. При этом улучшаются товарный вид, цвет, запах, консистенция и сочность колбасных изделий (128).

Разработаны новые продукты – это колбасные изделия, обогащенные печенью животных и витаминами. При разработке мясных продуктов лечебно-профилактического назначения используют метаболически функциональные добавки, способст-

вующие усилению лечебно-профилактического эффекта: фосфатидные концентраты, витамины, пищевые волокна, соевые белки, микроэлементы. Введение пищевых волокон в состав продукта снижает его калорийность. Рекомендуемая ФАО/ВОЗ норма суточного потребления пищевых волокон составляет 25-30 г в сутки (168).

К.Е. Харыбиной получены новые данные о функционально-технологических свойствах ламинарии японской. Доказано, что при введении сухой ламинарии японской в мясные системы снижаются потери йода при тепловой обработке. На основе этих данных была разработана система определения соотношения компонентов в пищевых композициях и созданы белково-йодированные комплексы на основе ламинарии японской и белковосодержащего сырья животного и растительного происхождения и изучены их свойства. Выявлено, что использование этой композиции на основе молочно-белкового концентрата, содержащего растительный жир, повышает суммарное количество полиненасыщенных жирных кислот. Введение выбранных рецептур колбасных изделий обеспечивает получение продуктов, обладающих высокими качественными и потребительскими характеристиками и которые можно рассматривать как профилактические для йоддефицитных состояний и заболеваний сердечно-сосудистой системы (158).

Разработаны рецептуры колбас с введением в мясной фарш 3% порошка концентрата топинамбура (КТ) и 5% КТ сухеного. Данные, характеризующие химический состав, физико-химические, органолептические и микробиологические показатели, содержание незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов, свидетельствуют о том, что новые виды вареных колбас с использованием БАД – концентратов топинамбура – обладают высокой биологической ценностью. Полученные образцы готовой продукции соответствовали нормативным требованиям по содержанию поваренной соли и влаги. Несмотря на то, что влагосодержание в контрольном и опытных образцах различалось незначительно, по сравнению с исходным содержанием влаги, величина данного показателя снизилась для контрольного образца на 12,8%, а для опытных – на 11,4 – 12,3%, что обусловлено более высокими значениями влагоудерживаю-

щей способности опытных образцов. Это повлияло на выход готового продукта. При 5%-ном уровне замены мяса концентратами выход опытных образцов повысился на 4,9%. Концентраты топинамбура обогащали новые виды колбас калием, кальцием, магнием, а также марганцем, медью и цинком, что особенно важно для этих видов мясопродуктов, имеющих пониженное содержание данных элементов. Комплекс проведенных исследований свидетельствует о повышении пищевой ценности вареных колбас, содержащих концентраты топинамбура (114).

В мясной промышленности в последнее время широко используются препараты каррагинанов – полисахаридов, получаемых из красных морских водорослей. Высокие функционально-технологические свойства каррагинанов в сочетании с экономической эффективностью использования позволяют добавлять их при производстве различных пищевых продуктов. Каррагинаны не расщепляются в желудочно-кишечном тракте человека, но играют роль пищевых волокон, выполняя все соответствующие функции.

Всё больший интерес науки и промышленности вызывает использование экологически безопасного растительного сырья при производстве пищевых продуктов и лечебно-профилактических препаратов, изготовленных из местного сырья.

Пищевые продукты, изготовленные из местного сырья, оказывают наилучший терапевтический эффект людям, проживающим на соответствующей территории. Такие продукты повышают устойчивость организма к экстремальным ситуациям, нормализуют умственную и физическую работоспособность.

На территории Республики Бурятия сосредоточено значительное количество уникальных по своей ценности деревьев и растений, которые практически не используются в большом производстве. Поэтому актуальным для Байкальского региона является организация производств комплексной переработки дикоросов, например, семян сосны сибирской (кедровых орехов), произрастающей в регионе, в ценные продукты пищевого, лекарственного и технического назначения.

Кедровые орехи содержат сложный комплекс пищевых и фитохимических соединений, качественный и количественный состав которых позволяет рассматривать их в качестве сырьево-

го источника для производства различных продуктов функционального назначения.

Кедровые орехи богаты самыми разнообразными питательными веществами и не уступают по питательности яйцам и мясу. В кедровых орешках больше всего жиров, 55-66%, иногда до 70% масла, причем оно по своим качествам не уступает оливковому. Вслед за жирами по количественному составу идут белки и крахмал – по 18 %.

Белки отличаются большим содержанием лизина, метионина и триптофана – наиболее дефицитных незаменимых аминокислот и по составу аминокислот напоминают белок куриных яиц, принятый в диетологии за эталон. В ядрышках орехов накапливается много вещества аргинина. Большое внимание привлекают витамины В, Д и Е, но мало витамина С (его с лихвой компенсирует кедровая хвоя). По содержанию витаминов группы В эти орехи соперничают с дрожжами.

Они также содержат сахара, клетчатку и много микроэлементов: фосфора, меди, йода, кобальта. По количеству фосфатидного фосфора кедровые орехи превосходят все другие виды орехов и семена масличных культур и равноценны сое – наиболее богатому источнику лецитина среди растительного сырья. Суточная потребность человека в таких дефицитных микроэлементах, как марганец, медь, цинк, кобальт, обеспечивается 100 г ядра орехов. Они же являются богатым источником йода.

Масло кедрового ореха – уникальный природный продукт, аналогов которому в природе не существует, его синтез невозможен. Оно значительно превосходит лучшие сорта прованского масла, получаемого из маслин, легко усваивается организмом, обладает высокими питательными и целебными свойствами, необычайно богато витаминами и минеральными элементами.

До настоящего времени единственным направлением, получившим развитие как в научном, так и в практическом плане, является производство кедрового масла, тогда как химико-фармакологические исследования кедрового ореха позволяют рассматривать его в качестве ценного сырьевого источника для производства широкого ассортимента продуктов. Комплексный подход к переработке кедрового ореха, основанный на оптимальном использовании его возможностей, позволит снизить

себестоимость продуктов переработки кедра и расширить ассортимент биологически активных добавок.

Большой практический, научный и социальный интерес представляет кедровый шрот, который может быть использован в различных пищевых отраслях промышленности в целях повышения пищевой ценности продуктов питания.

Кедровый шрот получается при отжиме ядра кедрового ореха. В нем остаются все минералы и витамины, находящиеся в орехе, а также до 30% масла. Шрот из ядер кедрового ореха, или как его ещё называют «кедровая мука», – это сыпучая порошковая масса без посторонних примесей, со вкусом кедрового орешка.

Кедровая мука содержит большое количество белков (альбумины, глобулины, проламины), сбалансированных по аминокислотному составу (более 40% незаменимых аминокислот). Высоко содержание и легко усваиваемых углеводов, витаминов, минеральных веществ. Усредненный химический состав кедрового шрота представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненный химический состав кедрового шрота

Наименование	Содержание веществ, %					
	Вода	Белок	Жир	Угле - воды	Минеральные вещества	Витамины, мг%
Кедровый шрот	Не более 9,2	Не менее 35	1...2,3	44...52	3...5,5	Не менее 15

Белки кедрового шрота по содержанию метионина, цистеина и триптофана превосходят идеальный белок. Следует также отметить высокое соотношение аминокислот аргинин/лизин, свойственное белкам кедровой муки, что позволяет предположить наличие у них антихолестерических свойств. Усвояемость белков кедровой муки составляет 95%, что сопоставимо с усвояемостью белков куриного яйца.

Углеводный состав кедрового шрота представлен полисахаридами (крахмал, клетчатка, пентозаны, декстрины) и водорастворимыми сахарами (глюкоза, фруктоза, сахароза и рафиноза). Отмечается высокое содержание глюкозы и незначительное

количество фруктозы и сахарозы. В то же время имеются данные о высоком содержании сахарозы (рис.1).

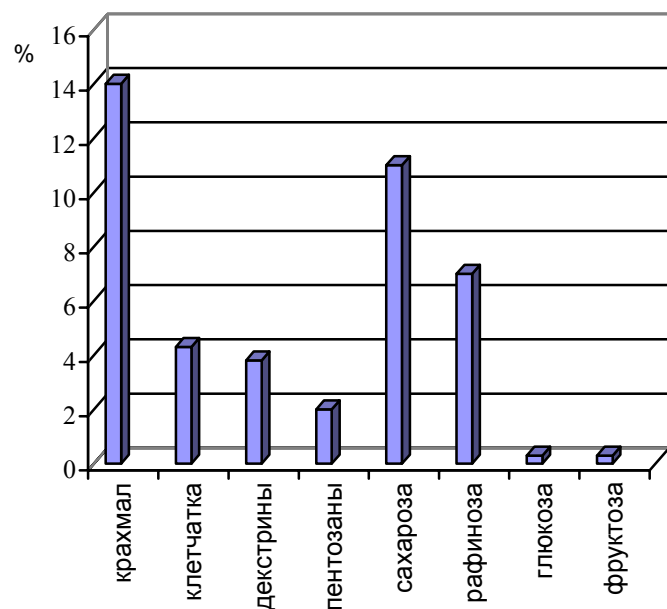


Рисунок 1 – Углеводный состав кедрового шрота

Учитывая углеводный состав кедрового шрота, его можно отнести к продуктам функционального питания, так как он содержит большое количество пищевых волокон.

Согласно концепции здорового (функционального) питания, которая была сформулирована в 80-х гг. в Японии и к середине 90-х гг. разработана в Европе и США, под термином «функциональное питание» (ФП) подразумевают продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровому человеку, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способны улучшить многие физиологические процессы в организме (137, 7, 177).

По мнению японских ученых, к основным категориям данного направления относятся: пищевые волокна, эйкозопентановая кислота (ЕРА), олигосахариды и бифидобактерии (66, 68,

166, 129).

Пищевые волокна – комплекс биополимеров, включающий полисахариды (целлюлозу, гемицеллюлозу, пектиновые вещества), а также лигнин и связанные с ними белковые вещества, формирующие клеточные стенки растений (67, 39).

Данная группа объединяет входящие в составы пищевых продуктов вещества (и их комплексы) животного, растительного и минерального происхождения, а также живые микроорганизмы, обладающие способностью оказывать благоприятное влияние на одну и/или несколько метаболических реакций организма человека при систематическом употреблении в количествах, сопоставимых с суточной физиологической потребностью в них (41). По данным Департамента по питанию и пище при Академии наук США (The Food Nutrition Board of National Academy-FNB), установлена физиологическая суточная потребность организма взрослого человека в ПВ, которая составляет от 25 до 38 г (205).

Все компоненты пищевых волокон находятся в тесном межмолекулярном взаимодействии. Поэтому для пищевых волокон характерен ряд физико-химических свойств, в том числе водоудерживающая способность. Как известно, это свойство очень значимо при производстве вареных колбас.

Также можно отметить существенное наличие в составе кедрового шрота витаминов С, Е, РР, группы В. Витаминный состав кедровой муки отражен на рисунке 2.

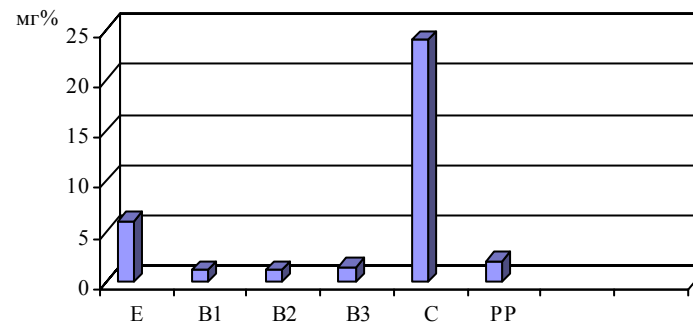


Рисунок 2 – Среднее содержание витаминов в кедровом шроте

Имеющиеся данные по содержанию макро- и микроэлементов характеризуют кедровый шрот как уникальный природный источник минеральных веществ, играющих важную роль во многих биохимических процессах организма человека (рис. 3). Так, в 40 г кедрового шрота содержится суточная потребность человека в магнии, марганце, меди, цинке и кобальте.

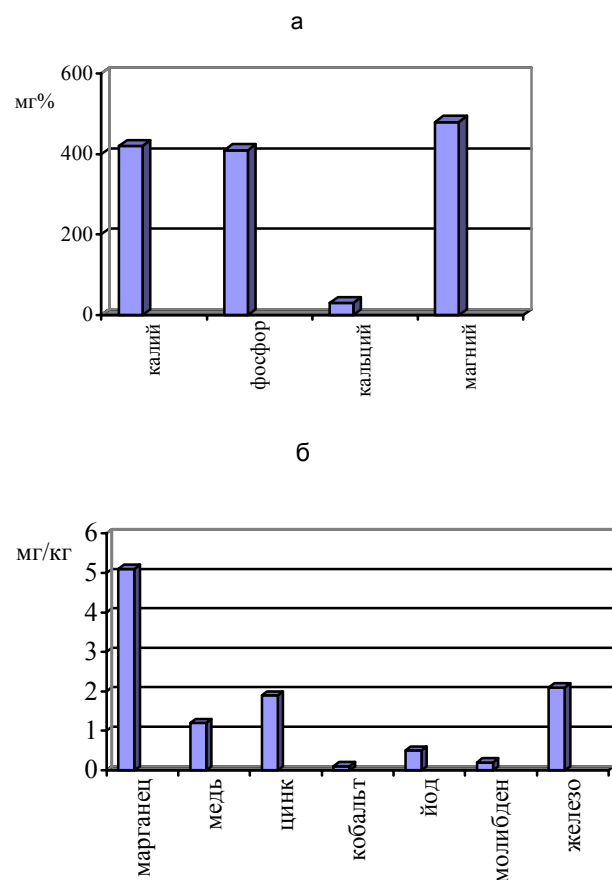


Рисунок 3 – Содержание минеральных веществ в кедровом шроте

а – макроэлементы; б – микроэлементы

Особый интерес кедровый шрот представляет как природный источник йода. Суточная потребность в йоде – 0,1-0,2 мг, а в кедровом шроте его содержится в среднем 1,2 мг/кг. Кроме этого, кедровый шрот обладает свойством абсорбировать шлаки и выводить их из организма.

Кедровая мука может быть использована в качестве добавки, в виде тонкой дисперсии, при производстве комбинированных продуктов на молочной основе, в качестве которой используют обезжиренное молоко и пахту. Кроме этого, анализ существующих результатов исследований свидетельствует о способности кедрового шрота активизировать деятельность молочнокислых бактерий и дрожжей.

И.С. Хамагаевой и др. было установлено, что кедровый шрот обладает бифидогенными свойствами и стимулирует рост бифидобактерий (157).

Из всего этого можно сделать вывод, что кедровый шрот обладает уникальным химическим составом и пребиотическими свойствами, которые можно использовать при создании новых колбасных изделий функционального питания.

Как известно, при производстве колбасных изделий применяют сахар для сглаживания вкуса «солености». Однако даже небольшая доля сахара может вызвать осложнения у больных сахарным диабетом. Поэтому перспективными являются работы, направленные на замещение сахарозы фруктозой, которая слаще сахара, менее калорийна и при усвоении организмом не стимулирует секрецию инсулина и не приводит к износу поджелудочной железы.

Учеными установлена возможность замены сахара в колбасных изделиях лактулозой в качестве лечебно-профилактической добавки, которая представляет собой дисахарид молочного сахара, состоящий из галактозы и фруктозы (76).

С давних времен при лечении сахарного диабета использовались растительные средства. Особо обращает на себя внимание применение растений семейства сложноцветных: топинамбура, цикория, одуванчика, артишока, лопуха, скорцонеры, девясила и т.д. Основной компонент этих растений – инулин, который еще называют «растительным инсулином». Однако структура и механизм действия у них абсолютно разные. Инсулин –

гормон, который вырабатывается б-клетками поджелудочной железы человека или животных. Инулин – полимер фруктозы, который синтезируется в растениях.

Один из источников поступления в организм фруктозы – инулин ($C_6H_{10}O_5$)_n. Молекула инулина состоит из 35-42 остатков фруктозы. При гидролизе инулина получают смесь сахаров, содержащих 74,2-95,2% фруктозы, 5,3-4,1% глюкозы и 0,5-0,7% олигосахаридов (5).

Инулин относится к классу растворимых пищевых волокон (ПВ) и представляет собой полисахаридную цепочку, состоящую из фруктозных звеньев с концевой глюкозой. Инулин не усваивается организмом, но является необходимым для функционирования органов пищеварения.

Инулин как запасной полисахарид содержится в клубнях растений семейства сложноцветных (в корнях цикория около 10%), артишоках (около 9%), георгинах и других, а также в клубнях топинамбура (14-18%) (5).

Исследования ученых показали, что ежедневное употребление инулина значительно повышает количество бифидобактерий в кишечнике и снижает количество патогенных бактерий, таких как *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria*, *Campilobacter*, *Bacteroides*, *Proteus*, *Staphylococci*, *Veillonellae*, *Enterococci*, *Streptococci* spp. и энтеропатогенных *E. coli*, *Clostridium perfringens* и *Vibrio cholerae*.

Инулин, полученный из корня цикория, называют рафтилином. Он представляет собой порошок белого цвета, легко растворим в горячей воде и трудно в холодной, нейтрального запаха и сладковатый на вкус. Молекулярная масса 5000-6000. Рафтилин отлично подходит для частичной замены жира. Он связывает воду, образуя гелеобразную консистенцию, имитирующую некоторые важные функции жира. Его присутствие улучшает объем, текстуру и вкус продукта.

Рафтилин можно использовать в мясных продуктах либо по технологическим причинам, либо в силу его диетических свойств. Рафтилин можно отнести к веществам, обладающим так называемым пребиотическим эффектом. Пребиотики, являясь балластным неусвояемым продуктом, оказывают позитивный оздоравливающий эффект на человека, стимулируя рост актив-

ности полезных бактерий в кишечнике, что, в свою очередь, приводит к угнетению патогенной микрофлоры.

При попадании в пищеварительный тракт рафтилин проходит в неизменном виде желудок, тонкий кишечник, а в толстом кишечнике ферментируется при помощи микрофлоры.

Выявлена способность рафтилина улучшать липидный обмен, снижать уровень холестерина, увеличивать степень усвоения кальция. Кроме того, он обогащает продукты пищевыми волокнами.

Приведенные литературные данные о рафтилине свидетельствуют о его пригодности для использования в технологии производства модифицированных колбасных изделий.

Таким образом, применение нетрадиционного растительного сырья при производстве новых видов колбас для улучшения качества конечного продукта является перспективным и актуальным.

1.2 Стартовые культуры как фактор формирования качества колбас

Одним из перспективных направлений следует признать создание и использование для производства мясных изделий биологически активных веществ на основе продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Установлено, что микроорганизмы, внесенные с заквасками, посредством ферментов изменяют структуру колбас, образуя новые вещества, способствующие улучшению качественных показателей продукта (163, 160, 159, 167, 190).

Активность большинства микроорганизмов обусловлена их основными свойствами: высокой приспособляемостью к меняющимся условиям жизни, способностью быстро размножаться и широким спектром возможных биохимических реакций.

В качестве стартовых культур в основном используются нитратвосстанавливающие микрококки, гомоферментативные молочнокислые бактерии и педиококки, дрожжи и нетипичные молочнокислые бактерии в виде чистых или смешанных культур (167).

Из литературных источников известно, что при посоле мясосопродуктов микрофлора играет активную роль, по крайней ме-

ре, в трех важных в технологическом отношении явлениях: стабилизации окраски, улучшении органолептических характеристик мясопродуктов и повышении хранимости (8, 13, 167).

Состав микрофлоры зависит от сырья, условий и режима посола. С течением времени в рассоле возрастает доля молочнокислых в общем количестве бактерий, а среди молочнокислых – число штаммов, адаптированных к условиям посола, в частности *Lactobacillus plantarum* и *Streptococcus lactis* (87, 134, 137, 139).

Однако даже эти наиболее приспособленные к условиям посола штаммы не развиваются в свежих рассолах и в течение первых шести суток претерпевают только лаг-фазу с преимущественно спиртовым характером брожения. Лишь впоследствии брожение приближается к молочнокислому. Отсюда вытекает целесообразность применения в практике старых рассолов с относительно стабилизировавшейся микрофлорой. Еще более перспективно применение специально подготовленных стартовых культур или комбинаций (41, 98, 127, 131).

Молочнокислые бактерии являются биологической основой формирования колбасы как пищевого продукта, важнейшим консервирующим фактором. Посредством молочнокислых бактерий происходит осуществление биохимических превращений основных компонентов мяса с образованием соединений, обуславливающих вкус и аромат, консистенцию; изменение физико-химических параметров мясного фарша в направлении, неблагоприятном для развития микробов, которые способны вызвать порчу мяса; подавление развития технически вредной и патогенной микрофлоры путем образования различных веществ, обладающих антимикробным действием (97, 119, 127, 163, 167).

Доминирующим критерием отбора микроорганизмов в качестве стартовых культур во всем мире служит степень влияния микроорганизма на вкусоароматические характеристики готового продукта в условиях интенсификации технологий производства мясопродуктов. Общепринятыми ароматообразователями являются представители семейства микрококков и отдельные штаммы молочнокислых бактерий. Кроме того, успешное протекание технологического процесса при производстве колбас в большей степени зависит от активности используемой закваски. При составлении заквасок учитывается ряд определенных при-

знаков молочнокислых бактерий, характеризующих их производственную ценность. Это, помимо вышеперечисленных органолептических показателей, устойчивость к поваренной соли, желчи, нитриту натрия, фенолу, который в малых концентрациях действует как протоплазматический яд, с целью получения стойких бактериальных заквасок; сочетаемость штаммов при их совместном культивировании и т. д. (163, 161, 149, 167).

Скрининг ароматообразующих штаммов обычно осуществляется по степени образования так называемых предшественников аромата – карбонильных соединений с разветвленной углеродной цепью. Источником этих соединений являются аминокислоты: лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, серосодержащая аминокислота – метионин и свободные жирные кислоты (79, 80).

Источник же аминокислот – полипептиды, образующиеся в большей степени в результате воздействия эндогенных ферментов мышечной ткани на белок (132). Большое значение также имеет протеолитическая активность используемых микроорганизмов, которая определяется: фильтрующимися протеазами клетки; внутриклеточными ферментами, освобождающимися при автолизе бактерий во время их культивирования. Фильтрующиеся протеазы участвуют в расщеплении белков мяса, при этом образующиеся азотистые соединения проникают через оболочку клетки и используются в процессах обмена (112, 117, 167). Пептидазная активность наиболее развита у микрококков, особенно у штаммов *Micrococcus varians* и *Micrococcus kristinae*, однако по имеющимся данным выраженным продуцентом предшественников аромата, в частности 3-methylbutanal, являются штаммы *Staphilococcus carnosus* и *Staphilococcus xylosus*. Из представителей молочнокислых микроорганизмов к наиболее активным видам (по степени образования 3-methylbutanal) относится *Lactobacillus casei* (40, 120, 119).

Большое количество летучих жирных кислот образуется в результате влияния на активизацию биохимических и физико-химических процессов, связанных с дезаминированием аминокислот, окислением углеводов и карбонильных соединений, а также сами культуры продуцируют летучие жирные кислоты (77, 89, 102, 110).

Известно, что в результате углеводного обмена микроорганизмов образуются продукты, которые играют очень важную роль в формировании аромата. Образующиеся наряду с молочной кислотой пировиноградная, уксусная кислоты, этиловый спирт, ацетоин и другие вещества придают сырью, а впоследствии и мясopодукту долго сохраняющийся вкус и аромат. Важная роль в формировании аромата принадлежит продуктам расщепления жиров: свободным жирным кислотам и карбонильным соединениям. Способностью продуцировать липазы, участвующие в этом процессе, обладают бактерии *Lactobacillus* и *Leuconostoc* (141).

Молочнокислые бактерии обладают исключительно лабильным метаболизмом и способны приспосабливаться к изменению среды благодаря вариabельному приспособительному обмену (143). При внесении в колбасный фарш в виде бактериальных заквасок их продукты метаболизма играют важную роль в формировании аромата (127, 144). Микроорганизмы и их ферментативные комплексы осуществляют деструкцию основных компонентов мяса и трансформацию их во вкусовые, ароматические и физиологически активные соединения, определяющие органолептические свойства готового продукта, его усвояемости в организме человека, биологическую ценность и безопасность для потребителя (80).

Ряд авторов указывает на способность гомоферментативных молочнокислых бактерий к образованию нелетучих кислот, которые могут повлиять на развитие вкуса. Примером может служить молочная кислота, которая очень сильно влияет на вкус колбасных изделий (103).

Молочнокислые бактерии, к примеру *Lactobacillus casei*, обладают способностью интенсивно расщеплять легкоусвояемые белки мышечной ткани и параллельно расщеплять трудноусвояемые белки соединительной ткани. При этом выделяются продукты роста жизнедеятельности бактерий в виде экзоферментов, чем и обусловлен прирост массы аминного азота – в три раза интенсивнее убыли водорастворимого белка. Устойчивая динамика снижения pH свидетельствует о накоплении молочной кислоты (65, 102).

Консистенция мясных продуктов, помимо других факто-

ров, зависит от действия мышечных белков (саркоплазматических и миофибриллярных). Чем сильнее развивается протеолиз в мясном продукте, тем нежнее он становится (102). Бактериальные культуры влияют на консистенцию в силу своей протеолитической активности так и через понижение pH: оба эти действия являются следствием метаболизма бактерий. При понижении pH мяса до значений, равных изоэлектрической точке саркоплазматических белков, последние осаждаются, выделяя воду, что и способствует образованию хорошей консистенции продукта (89, 102). При инокуляции микроорганизмами понижение pH происходит быстрее, что также приводит к более быстрому развитию соответствующей консистенции.

В процессе изготовления ряда мясных изделий контроль pH необходим по многим причинам. Для процессов затвердевания колбасного фарша низкое значение pH весьма важно. Именно при низких значениях pH, близких к 5,2-5,3, происходит набухание коллагена, гидролиз межмолекулярных связей и активация клеточных ферментов, в особенности катепсинов, оптимальной величиной pH для которых является 3,8-4,5. Кроме того, быстрое и непрерывное снижение pH фарша до значений 5,2-5,4 подавляет развитие в нем патогенных и токсикогенных бактерий. Это особенно выражено в отношении представителей семейства *Enterobacteriaceae* (167).

Так, исследованиями установлено, что уровень нитритов, добавляемых в колбасный фарш с целью подавления роста *Clostridium botulinum*, можно сократить путем введения молочнокислых бактерий. Кроме того, бактериальные культуры проявляют антагонистическое действие в мясных продуктах по отношению к таким микроорганизмам, как *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* (92).

Важным побочным продуктом микробиологического процесса является фермент каталаза – антиоксидант, препятствующий прогорканию колбас при длительном хранении при комнатных температурах. Внесение каталазы в готовый продукт невозможно, а на стадии приготовления фарша весьма проблематично в связи с большой вероятностью ее инактивации при копчении. Следовательно, образование каталазы, равномерно распределенной в структуре колбасы, как результат деятельности микрофлю-

ры является весьма положительным следствием применения бактериальных препаратов в качестве добавок.

Наряду с использованием микроорганизмов, обладающих позитивными технологическими свойствами, особенно актуально исследование возможности введения в состав бактериальных препаратов штаммов, определяющих здоровый биоценоз в организме человека. Последний стимулирует процессы ферментации в желудочно-кишечном тракте, уровень усвояемости питательных веществ. На сегодняшний день наиболее перспективным является создание бактериальных препаратов с использованием представителей нормальной микрофлоры человека (113).

Микрофлора человека представлена лактобактериями, бифидобактериями, стрептококками, стафилококками, грибами эшерихиями и другими (14, 36, 88).

В жизнедеятельности человека нормальной микрофлоре кишечника принадлежит важная роль, так как она оказывает влияние на иммунологический статус, обменные процессы и другие функции организма.

Бифидобактерии доминируют в микробиоценозе человека, составляя 95% всей микрофлоры. Именно бифидофлоре отводится ведущая роль в нормализации микробиоценоза кишечника, улучшение процессов всасывания и гидролиза жиров, белкового и минерального обмена, поддержание неспецифической резистентности организма (13, 88, 113).

Бифидобактерии, имея низкую непредельную кислотность, выступают мощным регулятором активной кислотности фарша в период осадки без ухудшения его качества. В период осадки происходит интенсивный рост молочнокислых палочек и бифидобактерий, сокращается процесс осадки. Основным продуктом метаболизма бифидобактерий при сбраживании углеводов является молочная кислота, накопление которой благоприятно влияет на консистенцию. Бифидобактерии обладают способностью связывать кислород воздуха и резко понижать окислительно-восстановительный потенциал, что, вероятно, предохраняет липиды от окисления (46, 49).

Известно, что с устойчивостью липидов мяса к окислению тесно связана окраска колбас. При внесении бифидобактерий в мясной фарш окислительно-восстановительный потенциал резко

снижается, создавая восстановительные условия для образования окиси азота (48).

Таким образом, бактериальные закваски – важнейший фактор формирования качества мясных изделий. Правильно подобранные культуры в закваске способствуют не только формированию приятного вкуса и аромата продукта, стабилизации окраски, но и подавлению жизнедеятельности гнилостных и санитарно-показательных бактерий.

1.3 Применение стартовых культур в производстве мясопродуктов

Проведенные в начале XX в. исследования показали, что при традиционной технологии изготовления сырокопченых и сыровяленых мясных изделий молочнокислые бактерии играют определяющую роль в формировании характерного качества готового продукта. Эту первостепенную роль изучили в США Z. Jensen и Z. Paddock, где в 1940 г. были разработаны патенты на *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* и *Lactobacillus fermenti* в качестве стартовых культур (187).

Lactobacillus plantarum относится к стрептобактериям и является слабым кислотообразователем. Оптимальная температура роста составляет 30°C. Стрептобактерии характеризуются ростом при 15°C и отсутствием или очень слабым ростом при 45°C (156). *Lactobacillus plantarum* осуществляет расщепление глюкозы по гликолитической схеме Эмбдена-Мейергофа (14).

Lactobacillus fermenti представляет собой гомоферментативные молочнокислые палочки группы бета-бактерий. Это очень слабые кислотообразователи, их свойства близки к свойствам ароматобразующих молочнокислых стрептококков (36).

Финскими учеными Niinivaara была разработана научная теория инокуляции микрококков и практического использования стартовых культур.

В мясной промышленности широкое применение нашли *Pediococcus cerevisiae*, первые два штамма в качестве закваски, вторые два – в качестве ароматобразующего вещества.

Pediococcus cerevisiae впервые начали использовать в 1957 г. в качестве бакпрепарата. Снижение pH при выработке сырокопченых и сыровяленых колбас позволяет значительно уско-

рить процесс их созревания (167).

Штамм *Pediococcus cerevisiae* Pc30 используется в мясной промышленности в качестве закваски и ароматобразующего вещества. С его помощью можно регулировать показатель pH путем дозирования добавки углеводов, а также продолжительность свертывания и количество летучих кислот (167).

Некоторые американские фабрики при изготовлении летних видов колбас типа сервелата, салями применяют чистую культуру *Pediococcus cerevisiae*. При добавлении сахара она способствует образованию молочной кислоты и придает колбасам специфический, свойственный ей аромат. При применении указанной культуры технологический процесс изготовления колбасы сокращается до 48 часов, тогда как обычно ее до копчения выдерживают при температуре (7-10)°C в течение 3-7 дней, а затем коптят при (27-44)°C в течение 2-3 дней (9,10).

При изучении ведущей микрофлоры при производстве мясопродуктов исследователями было установлено, что микрофлора исследованных сырокопченых, сыровяленых колбас, копченых окороков, рассолов представлена главным образом молочнокислыми бактериями (87, 134, 137, 139). Преобладание молочнокислых бактерий в готовом продукте дает основание отводить им важную роль в ферментации сырых колбас и соленых мясопродуктов. В связи с этим последующий поиск велся с целью выделения психрофильных молочнокислых микроорганизмов. Так были выделены атипичные молочнокислые бактерии: *Lactobacillus sake* (*Lactobacillus sakei*) и *Lactobacillus curvatus*, совместное использование которых с типичными лактобактериями ускоряло процесс созревания и повышало показатели качества ферментированных мясных изделий (93). Характерным признаком этих видов молочнокислых микроорганизмов является наличие каталазы и нитритредуктазы. Оба фермента представлены двумя формами – гем-зависимая и гем-независимая. К примеру, гем-зависимая нитритредуктаза расщепляет нитрит до окиси азота, что благоприятно сказывается на цветообразовании мясного сырья. Однако наличие этих ферментов не является типичным, и подобная активность наблюдается обычно у «диких» штаммов этих микроорганизмов. Отмечена высокая антагонистическая активность этих двух штаммов по отношению к ус-

ловно-патогенной микрофлоре и возбудителям порчи.

Молочнокислые палочки *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* имеют большое промышленное значение. Их применяют при производстве многих молочных продуктов и полусухих сырокопченых колбас. Устойчивость их к кислоте и соли, способность развиваться при различных температурах, наличии и отсутствии воздуха способствуют распространению молочнокислых палочек. Эти микроорганизмы – активные кислотообразователи. Культурам *Lactobacillus acidophilus* и *Lactobacillus bulgaricus* свойственен гомоферментативный тип молочнокислого брожения. Установлено, что высокая ацидофильность молочнокислых палочек, pH 3,0-3,5, зависит от накопления в клетках бактерий большого количества рибофлавина, способствующего процессам дыхания клетки. *Lactobacillus acidophilus* и *Lactobacillus bulgaricus* обладают высокой протеолитической активностью. По степени гидролиза казеина молочнокислые палочки выстраиваются в ряд в сторону уменьшения: *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticum*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* и т. д. (121). В отличие от молочнокислых стрептококков молочнокислые палочки обладают более выраженной ферментативной протеолитической системой, имеют развитый комплекс пептидаз и протеиназ. В результате они могут переводить до 25-30% казеина в растворимую форму (121).

Во ВНИИМПе был определен психрофильный, галотолерантный, денитрифицирующий штамм *Parasoccus denitrificans* var. *halodentrificans*. Первоначально область применения этого штамма была определена как стартовая культура при посоле свиных и говяжьих копченостей. Разрыв в температурном оптимуме развития этих микроорганизмов позволяет выделенному штамму эффективно редуцировать нитрит натрия до активации молочнокислых микроорганизмов. Это важно в связи с тем, что молочнокислые микроорганизмы обладают выраженным антагонизмом не только по отношению к штамму *Parasoccus* sp., но и по отношению к самому процессу денитрификации за счет снижения pH. При этом в сырье накапливается окись азота, которая в условиях дальнейшего снижения pH обеспечивает наиболее благоприятные условия для протекания реакции цветообразова-

ния (91).

С точки зрения ароматообразования представляет интерес разработка Датского мясного института – стартовая культура *Moraxella phenylpyruvica*. Это психрофильная культура – факультативный анаэроб, что позволяет ей активно развиваться в толще продукта и как показали исследования, продуцировать вещества, являющиеся предшественниками аромата.

Наряду с традиционными бактериями, такими как *Lactobacillus* и *Pediococcus*, в состав стартовых культур американские технологи включают *Micrococcus*, которые обладают способностью восстанавливать нитраты в нитриты, при этом улучшают вкус и цвет готовых колбасных изделий (160).

W. Danner, P. Hammes установили, что ферментация в мясном фарше для сырокопченых колбас улучшается, если добавить штамм *Lactobacillus plantarum* NRRL – B-5461 как источник образования молочной кислоты. Рекомендуется его смесь с культурами *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus lactis*, *Leuconostoc citrovorum*, *Streptococcus diacetylactis* (167).

R. Olsen и H. Rothchild установили, что ферментацию мясного фарша можно ускорить и проводить таким образом, чтобы контролировать вкус и величину pH, если инокулировать в фарш замороженную концентрированную культуру *Pediococcus cerevisiae* с количеством клеток 10^9 КОЕ в мл вместе со стабилизирующим реагентом, например глицерином, и питательной средой (6).

В ФРГ для производства сырокопченых колбас применяют бактериальные препараты *Vactoferment 61*, *Duploferment H*, *Rokelferment 77*, в состав которых входят денитрифицирующие микрококки и микроорганизмы, продуцирующие молочную кислоту, которые, в свою очередь, улучшают образование и стабилизацию цвета, снижают содержание нитрита, улучшают качество и сокращают процесс изготовления колбас (9).

В Италии для изучения органолептических свойств сухих колбас в качестве заквасочных культур были опробованы штаммы *Micrococcus* sp., *Lactobacillus plantarum*.

В Англии для производства ферментированных колбас типа Лэфкас используют заквасочные культуры *Lactobacillus* и *Micrococcus* в соотношении 50:50(184).

Интересен опыт Болгарии, ФРГ, Франции по использованию в стартовых культурах микрококков. Сырокопченые колбасы с большим содержанием микрококков обладают тончайшим запахом, нежным и даже пикантным кисловатым вкусовым оттенком, что считается критерием высокого качества многих сырокопченых колбас.

Участие микрококков в процессе образования аромата исследователи связывают с высокой биохимической активностью этих микроорганизмов. Под действием их протеолитической активности белки расщепляются на свободные аминокислоты – важные компоненты во вкусообразовании. Под влиянием их липолитической активности образуются летучие низкомолекулярные жирные кислоты, которые могут окисляться до перекисей, а последние под действием каталазной активности микрококков превращаются в карбоксильные соединения, способствующие вкусообразованию продукта (110, 117).

Специализированными предприятиями США, Испании, ФРГ выпускается ряд бактериальных препаратов, содержащих кокки. SAGA-1 и SAGA-III представляют собой смешанную культуру бактерий *Pseudomonas acidilactici* и *Lactobacillus*. SAGA-444 – это чистая культура бактерий *Micrococcus varians*, применяемая для сырокопченых колбас. SAGA-75 содержит холодостойкие педиококки, которые рекомендуются для инокулирования в колбасы, созревающие при низких температурах.

В исследованиях В. В. Хорольского с соавторами выявлен положительный эффект применения ароматообразующего, солеустойчивого штамма *Lactobacillus plantarum* 22П и денитрифицирующего *Micrococcus caseolyticus* 883 при производстве сырокопченых колбас. Смесь бактериальных культур усиливающих действие друг друга, обеспечивает интенсификацию образования окраски и ее стабилизацию, снижение содержания остаточного нитрита, что в целом повышает качество и гигиеническую безопасность нитрита (160).

Н. К. Журавской и др. был использован сухой бактериальный препарат, представляющий собой концентрат молочнокислых бактерий и микрококков. Установлено, что под действием стартовых культур происходило ингибирование как естественной микрофлоры, так и развитие *Streptococcus aureus*, *P. Aerugi-*

posa, незначительное снижение pH, что практически не сказывалось на органолептических показателях, влагосвязывающей способности и выходе продукта (43).

Для производства мясных изделий созданы бактериальные препараты «Лактоплант» и «Микрок», соответственно ТУ 9291-001-020686647-93 и ТУ 9291-002-02068647-93. «Лактоплант» разработан на основе молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* штаммов 31 и 32. Препарат «Микрок» представляет собой денитрифицирующий микрококк *Micrococcus caseolyticus* 38. Стартовые культуры молочнокислых бактерий и микрококка вносят в соотношении 1:1:1 на стадии посола мясного сырья одновременно с посолочными ингредиентами (162).

Учеными ВНИИМПа доказана целесообразность использования в качестве стартовых культур *Micrococcus caseolyticus* и *Achr. Quttatus*, позволяющих улучшать качество мясopодуктов и сократить процесс их изготовления. Авторы указывают, что применение этих культур в сочетании с молочнокислыми бактериями *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum* приводит к увеличению свободных аминокислот в продукте и позволяет ускорить денитрификацию нитрита до окиси азота, обеспечивая более стабильную окраску и улучшая вкусо-ароматические свойства продукта (72).

Данные Д. Кьосева показывают, что внесение закваски *Lactobacillus plantarum* при производстве «луканки» способствует заметному снижению величины pH и увеличению количества молочной, пировиноградной кислот, диацетила и ацетона (79).

М. Рей, исследуя сыровяленые колбасы, изготовленные со *Streptococcus diacetylactis* и *Lactobacillus plantarum* и их смесью, обнаружила более быстрое снижение величины pH по сравнению с контролем и накопление молочной кислоты, что способствовало угнетению нежелательной микрофлоры (121).

Совместными работами исследователей ВНИИМПа и МГУПБ создана технология сырокопченых колбас с использованием культур *Lactobacillus plantarum*. Введение *Lactobacillus plantarum* в фарш способствовало отмиранию бактерий группы кишечной палочки, при этом продукт приобретал своеобразный вкус и аромат. Использование этой культуры в производстве сыровяленых колбас приводит к увеличению полипептидного и

остаточного азота и количества свободных аминокислот. Интенсификация процесса созревания сыровяленых колбас при добавлении в фарш *Lactobacillus plantarum* сопровождается незначительным усилением процессов гидролитического процесса распада и агрегации белков фарша.

Л. Н. Герасимовой и И. В. Лагодой разработан бактериальный препарат БП-ВКК для варено-копченых колбас. В его состав входят молочнокислые и мезофильные стрептококки: *Lactobacillus acidophilus* 18a, *Lactobacillus delbrueki subsp. bulgaricum* 7n, *Lactobacillus delbrueki subsp. bulgaricum* Г₄, *Streptococcus lactis subsp. diacetylactis* 89. Установлено, что применение бактериального препарата ускоряет протекание структурно-механических и биохимических процессов, способствует улучшению качества колбас за счет усиления выраженности вкуса, аромата, формирования более плотной, нежной консистенции и стабилизации цвета (32).

Специалистами ВНИИМПа и НПО «Углич» разработаны и получены сублимированные бактериальные препараты Ацид-СК-1, Ацид-СК-2 и ПБ-СМ. Основой препаратов Ацид-СК-1, Ацид-СК-2 являются ацидофильные молочнокислые палочки и мезофильные молочнокислые стрептококки. ПБ-СМ состоит из молочнокислых палочек *L. plantarum* и денитрифицирующих микрококков, смешанных с глюкозой. Колбасы с добавлением вышеуказанных препаратов обладают высокими органолептическими, биохимическими и санитарно-гигиеническими показателями (157).

Учеными МГУПБ разработан препарат ПБ-СК, который готовится на основе натуральной творожной сыворотки и содержит в составе мезофильные лактококки, ароматобразующие и термофильные молочнокислые бактерии. По данным ученых МГУПБ (А. И. Жаринов, И. В. Хлебников, С. В. Нецепляев, 1992), в этом препарате преобладают *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis subsp. diacetylactis* (13, 18).

Применение этих препаратов в восстановленном виде способствовало значительному снижению частоты случаев обнаружения в продукте бактерий кишечной палочки и протей, ускорило процесс созревания, улучшало вкусовые и санитарные пока-

затели полусухой сырокопченной колбасы. Наличие бактериального препарата в колбасе способствовало более интенсивному снижению величины pH в результате накопления большого количества кислот: молочной, уксусной, валериановой, каприловой и других (18, 177).

В лаборатории фирмы R. Muller (Германия) при производстве сухих колбас испытана новая бактериальная культура – *Lactobacillus pentosus*. Для сравнения технологического эффекта использовали несколько других культур: *Petrostreptococcus ruginus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, а также их сочетания со *Streptococcus carnosus* МIII. Во всех вариантах испытания микроорганизмов наилучшие результаты получены в случае применения *Lactobacillus pentosus*. Эффект выражался в быстром снижении pH, получении колбасы привлекательного цвета, нежно-кисловатого вкуса и с хорошо выраженным мясным ароматом (40).

Оптимальные варианты по органолептическим показателям получены при использовании смешанной закваски, содержащей 90% *Streptococcus carnosus* и 10% *Lactobacillus plantarum*, в частности при производстве турецких сырокопченных колбас, удовлетворительные результаты получены также с культурой *Pediococcus pentosaceus* (68).

В Португалии для сокращения процесса созревания салями применяют штаммы *Staphylococcus xylosum* и *Pediococcus pentosaceus*. Ферментация при pH 5,8-5,9 протекает за 5 суток. Понижение величины pH обеспечивает микробиологическую консервацию и улучшает физические и органолептические характеристики продукта.

Изучена роль стартовых заквасок – *Lactobacillus plantarum* 4045, *Staphylococcus sp.*, *Lactobacillus plantarum* 4045 + *Micrococcus* 12 и *Lactobacillus plantarum* 4045 + *Staphylococcus sp.*, и эндогенных ферментов мяса в процессе липолиза в сухих ферментированных колбасах. Образцы с *Lactobacillus plantarum* имели самые низкие значения pH, однако содержание свободных жирных кислот было выше в инокулированных образцах по сравнению с контролем, преимущественно в процессе липолиза важную роль играют эндогенные ферменты мяса (39).

К такому же выводу пришли их соотечественники, изучая

влияние таких заквасочных культур, как: *Staphylococcus xylosum* (STX - 7) и *Micrococcus varians* (MCV 13) – в качестве липолитических заквасочных культур, а в качестве нелиполитических штаммов *Staphylococcus carnosus* М-17 и *Micrococcus varians* (HCV-4) на выделение свободных жирных кислот в ферментированных колбасах (107).

Разработан патент на производство сырокопченных колбас, предусматривающий приготовление фарша с внесением бактериальной смеси, состоящей из молочнокислых бактерий вида *Lactobacillus plantarum* и денитрифицирующих микрококков, отличающийся тем, что из молочнокислых бактерий используют штамм *Lactobacillus plantarum* (ГНЦА №2164) и дополнительно штамм *Lactobacillus casei* (ГНЦА № 2163), а из денитрифицирующих микрококков – штамм *Micrococcus varians* (ГНЦА №2165). Бактериальную смесь вводят в количестве 0,035-0,05% от массы фарша, а соотношение микроорганизмов составляет 1:1:1 (137).

Для производства ферментированных колбас при пониженных температурах (до 15°C) предложены две новые молочнокислые культуры (*Flora carn* L-5 и L-6), способные осуществлять процесс ферментирования как при пониженных, так и при традиционных температурах (20-25°C). Культуры могут быть использованы и при производстве колбас без температурно-влажностного контроля. Предложена новая культура *Flora carn* L-2, позволяющая увеличить сроки хранения вакуум-упакованного мяса на 1-2 недели. Культура, наносимая на мясо перед упаковкой, ингибирует рост газообразных бактерий, а также микроорганизмов, продуцирующих вещества с неприятным запахом.

Кроме того, был проведен отбор индивидуальных культур *Flora carn* SL (*Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus pentosus*); *Flora carn* SPX (*Pediococcus pentosaceus*, *Staphylococcus xylosum*); *Flora carn*-1 (*Flora carn* SPX – те же штаммы) для быстрого и надежного производства сырокопченных колбас. Исследования, проведенные с датской салями, показали, что использование препарата *Flora carn*-1 способствует наибольшей интенсификации процесса сушки и ускорению стабилизации по активности воды. Длительность обработки сырокопченных колбас по сравне-

нию с использованием двух других культур сокращается на неделю.

Экспериментальному исследованию были подвергнуты бактерии группы *Lactobacillus acidophilus*-*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus anylovorus*, *Lactobacillus gallinarum*, *Lactobacillus gasseri* и *Lactobacillus joynsony*, используемые для ферментации модельных образцов колбасных изделий из свинины в течение 24-48 часов при 37°C. Лучшие результаты достигались при введении в заквасочные культуры *Lactobacillus gasseri*, которые устойчивы к действию кислоты желудочного сока и желчным кислотам. Вместе с тем молочнокислые бактерии обладают специфической терапевтической активностью – антимикробным, противоопухолевым действием.

Изучено действие микроорганизмов заквасочных культур на разрушение остатков гексахлорбензола и других хлорорганических пестицидов в процессе приготовления сухих колбас. Установлено, что среди предложенных микроорганизмов соединений *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* и *Micrococcus varians* лишь *Micrococcus varians* обладает способностью разрушать значительные количества хлорорганических веществ, в то время как технологический процесс не оказывает существенного влияния на содержание остатков пестицидов в продукте (169).

Исследовано влияние штаммов *Lactobacillus casei* CRL 705, обладающих протеиназной и аминопептидазной активностью в отношении синтетических субстратов, на гидролитическое расщепление саркоплазматических и миофибриллярных белков мышечной ткани свиней. Установлено, что протеиназная активность клеток вызывает расщепление большого числа связей в молекулах саркоплазматических белков. Подобная направленность отмечена при использовании бесклеточных экстрактов и особенно их комбинаций.

Изучена возможность использования бактерий вида *Lactobacterium coprostanoligenes* с добавлением (или без) бактерий рода *Lactobacillus* в качестве стартовой культуры, снижающих уровень холестерина при производстве колбасных полуфабрикатов из свинины и баранины. Результатом исследований явилось снижение pH и уровня холестерина в образцах с бактериями

(169).

Разработан способ ферментации мясопродуктов, например салями и других видов сухих или полусухих колбас, с целью улучшения вкуса и аромата. Добавление к телятине, свинине, говядине, содержащим нитрит натрия и углеводы, стартовых культур *Lactobacillus lactis* NRRL – В – 21904 и *Lactobacillus maltaromicus* ATCC 27865, продуцирующих 3-метилбутаналь из лейцина, и культур *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus cerevisial* или *Micrococcus varians* в концентрациях 10^6 – 10^{12} клеток/мл, продуцирующих молочную кислоту и содержащих 0,01-1500 ч/мин, солей марганца, стимулирует процесс ферментации, оптимальными условиями проведения которого являются pH, $t \leq 15,6^\circ - 26,7^\circ \text{C}$, $\tau = 20$ суток.

Фирма *Gewurzmuller* при производстве колбас «польски» и «вестфальской меттвурст» применяет бактериальную культуру *Saya*, которая улучшает окраску продукта и оказывает благоприятное воздействие на вязанность, консистенцию и вкус колбасы; при производстве сырокопченых колбас – *Bitec LS 25* – культуру, фирма *Indasia – rowu – Ferm*, фирма *AVO* – микрококки и лактобациллы, фирма *Christian Hansen* – лактобациллы, (40) а *Moguntia* – новую специально разработанную культуру (115).

Улучшение консистенции готового продукта достигается введением смеси бактериальных культур *Lactobacterium acidophilum* и *Streptococcus thermophilus*, которые обладают протеолитической активностью за счет выделения протеолитических ферментов, гидролизующих мышечную и соединительную ткани за короткий промежуток времени.

Ингибирование микрофлоры достигается за счет выраженных антибиотических свойств *Lactobacterium acidophilum* и *Streptococcus thermophilus*, которые продуцируют антибиотические вещества, подавляющие рост бактерий группы кишечной палочки, протей и стафилококков. В составе закваски культуры *Lactobacterium acidophilum* имеют титр антагонистической активности 10^{-1} - 10^{-2} , *Streptococcus thermophilus* – 10^{-3} (145).

Получение высококачественного продукта из низкосортного мяса, содержащего значительное количество неполноценных белков, достигается введением смеси культур бактерий: *Mi-*

Micrococcus caseoliticus ВКЛМ-В-1619, *Lactobacillus plantarum* ВКЛМ-В-1617 в соотношении 1:1:1 из расчета 20-50 млн. клеток на 1 кг сырья, которые являются мезофильными микроорганизмами и интенсивно растут при температуре от 12° до 19°С.

Изобретен способ производства сырокопченых колбас, сущность которого заключается в том, что для ускорения процесса созревания в фарш вводят бактериальный препарат, состоящий из молочнокислых палочек *Lactobacillus plantarum* штамм № 435, *Lactobacillus casei* штамм 5/1-8 и денитрифицирующего микрококка *Micrococcus varians* штамм 80 в соотношении 1:1:1, в количестве от 0,035 – до 0,05% от массы фарша (80, 110).

Во ВНИИМПе совместно с ИБФ РАН разработан новый бактериальный препарат ПБ-МП, действующей основой которого являются два штамма лактобактерий – *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei*, а также денитрифицирующий микрококк – *Micrococcus varians*. Препарат ПБ-МП обладает высокой кислотообразующей и продуцирует большое количество четырехуглеродных соединений, что позволяет создавать выраженный вкус и аромат мясного продукта. Он обладает также антибиотической активностью в отношении бактерий группы кишечных палочек, тем самым способствуя подавлению роста санитарно-показательной микрофлоры в процессе ферментации продукта (100).

Установлено, что рост патогенных культур *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus thyphimurium*, *Listeria monocitogenes* практически не подавляется при снижении температуры созревания с 25° до 20°С в турецкой сырокопченой колбасе и лишь незначительно замедляется в присутствии заквасочной культуры *Staphylococcus carnosus* МПН DSM №1952. Значительного подавления патогенных микроорганизмов удалось достичь при использовании комплексной закваски *Staphylococcus aureus* и *Lactobacillus plantarum* L 74 DSM №1954 в соотношении 9:1 (127, 131).

Vem Z. пришел к выводу, что добавленное к твердокопченым колбасам количество стартовых культур должно быть достаточным для обеспечения безопасности готового продукта. Так, 1 г фарша должен содержать минимум 10^6 - 10^7 клеток стартовых культур. Также требуется добавление в посолочную смесь

сахара при использовании стартовых культур для повышения их биохимической активности.

Установлено, что биомасса *Lactobacillus plantarum* полностью подавляет рост суточных культур *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, а также плесневых грибов *Penicillium gladioli* на оболочке колбасных изделий, не изменяя их химического состава (110, 131, 141).

Изучена возможность использования бактериоциногенного штамма *Lactobacillus sakei* СТС 494, продуцирующего сакацин, для предотвращения роста *Listeria* в сырых и вареных мясных продуктах, упакованных в различные газовые среды (161).

Большое количество сырокопченых колбас с доброкачественной плесенью производят в Румынии (100%), Венгрии (80%), Испании (50%). При росте плесневых грибов продукты обмена веществ и ферменты, свойственные грибам, проникают через оболочку и способствуют образованию специфического аромата колбасы (55, 64).

Промышленным способом изготавливают чистые культуры микроскопических (плесневых) грибов с известными благоприятными свойствами, которые могут быть причислены к стартовым культурам за счет достижения определенного специфического качества продукции (167).

Микроскопические грибы, благодаря продуцируемым специфическим ферментам, придают колбасе характерные и желательные вкус и аромат, влияют на консистенцию, а также на ход созревания сырокопченых колбас; на формирование качества колбас с доброкачественной плесенью влияют продукты распада протеолитических ферментов и амилазы, которые ими продуцируются. Весьма важно отметить положительное действие у *Penicillium candidum*, *Penicillium roquerforti* и *Penicillium nolvi- versis* в первую очередь за счет липолитических ферментов, которые принимают участие в образовании острого вкуса (31, 167, 169).

Penicillium candidum образует конидии чисто белого цвета и серовато-белый налет мицелия, рост от среднего до хорошего, фаза прорастания 3-4 суток. *Penicillium roquerforti* образует голубые конидии и налет мицелия от темного до серого цвета, очень хороший рост, фаза прорастания 2-3 суток. *Penicillium*

polvioversis хорошо прорастает в течение 3 суток с образованием серовато-белого плотного налета (31).

Отечественными учеными рассмотрены области применения биополимеров в пищевой промышленности, а также возможности использования препарата Леван в производстве колбасных изделий. Продуцент Левана – почвенный микроорганизм из рода *Azotobacter vinelandii*. Леван относится к новым комплексным препаратам группы эубиотиков, легкоусвояемый и экологически безопасный субстрат, потенциальный источник фруктозы для макроорганизма, продукт микробиологического синтеза. Количество используемого препарата обусловлено его свойствами: он хорошо продуцирует развитие молочнокислой микрофлоры, которая в связи с этим может накапливаться в избыточных количествах.

В ФРГ разработан и внедрен в производство фирмой R. Muller бактериальный препарат «Edelschimmel Kulmbach 72», который представляет собой выделенную культуру *Penicillium polvioversis*, выпускаемый в виде сухого или жидкого концентрата, технология применения заключается в первоначальном растворении препарата в воде и погружении в него колбасных батонов. Препарат обеспечивает нормальное формирование цвета, выраженный вкус и аромат. Плесень, равномерно покрывающая поверхность колбасы, предотвращает развитие нежелательной микрофлоры и увеличивает срок хранения готового продукта.

В исследованиях В. В. Хорольского с соавторами с целью улучшения качества сыровяленых колбас апробирован гриб *Penicillium canescens*. Поверхность колбас обрабатывалась суспензией гриба, при этом получен достаточно плотный слой мицелия белого цвета, который благоприятно влияет на качество готового продукта (125, 163).

В последние годы все большую популярность приобретает использование молочнокислых бактерий в биологически активных добавках. Так, диетическая добавка для мясных продуктов представляет собой ограниченное сочетание минерального компонента порошка яичной скорлупы и симбиотической закваски или молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* – бактериальный препарат «Лактоплант» для ферментации мясного сырья.

Установлено, что измельченная яичная скорлупа является фактором роста и развития микроорганизмов, стимулирует протекание основных биохимических реакций компонентов мясного фарша (141).

Для мясных продуктов, подвергающихся тепловой обработке, разработан способ получения натурального пищевого комплекса из растительного сырья, источника питательных веществ и микроорганизмов. По предлагаемому способу пищевую добавку готовят из измельченных моркови, капусты, пшеничных отрубей, ферментируют культурами бифидобактерий *Bifidobacterium adolescentis*, пропионовокислых бактерий *Propionibacterium shermanii*, молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* и *Lactobacillus plantarum*. После ферментализации в добавке сохраняется высокая концентрация клеток 10^7 КОЕ/г бактерий, 10^9 - 10^{10} КОЕ/г остальных бактерий. Продукты метаболизма бактерий существенно снижают pH овощного субстрата и трансформируют состав незаменимых аминокислот, при этом увеличивая долю лейцина, изолейцина, треонина (73, 111).

Анализ литературных данных свидетельствует о широком применении бактериальных культур в производстве мясных продуктов. Тем не менее, вызывают интерес работы по использованию новых видов и штаммов микроорганизмов.

1.4 Роль физиолого-биохимических свойств бифидобактерий для колбасного производства

В последние годы внимание многих ученых привлекают бифидобактерии. Это объясняется уникальными свойствами данных микроорганизмов, которые дают возможность их широкого использования в пищевой промышленности, в частности в мясной и молочной.

В настоящее время установлено, что бифидобактерии являются преобладающим компонентом кишечной микробиологической системы, составляя в среднем до 90% общего числа микроорганизмов. Именно бифидофлоре отводится ведущая роль в нормализации микробиоценоза кишечника, улучшении процессов всасывания и гидролиза жиров, белкового и минерального обмена, поддержании неспецифической резистентности организма (57, 62, 90, 118).

Многие исследователи подчеркивают высокую антагонистическую активность бифидобактерий по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам (85, 153).

Рядом авторов было исследовано *in vitro*-антагонистическое взаимодействие бифидобактерий с шигеллами и сальмонеллами. Результаты исследований показали, что жизнедеятельность большинства штаммов шигелл и сальмонелл резко угнетается в присутствии бифидобактерий. Сами же бифидобактерии оказались абсолютно резистентными к их воздействию (19, 35, 85).

Rouland и Grasso обнаружили, что бифидобактерии разрушают канцерогенные N-нитрозамины (202).

Данные, полученные Tohyama, свидетельствуют о том, что бифидобактерии не только подавляют развитие патогенных представителей кишечной микрофлоры, но и обезвреживают токсические метаболиты, образуемые ими в кишечнике (208).

А. М. Лянной с соавт. была выявлена способность бифидобактерий в процессе жизнедеятельности продуцировать жирные кислоты (в основном уксусную, муравьиную) и L(+) молочную кислоту (85). Многие авторы связывают с этим способность бифидобактерий к защите пищеварительного тракта организма хозяина от развития острых и хронических кишечных инфекций (53, 196).

В 1935 г. впервые была обнаружена витаминообразующая функция бифидобактерий. Впоследствии эти свойства были подтверждены рядом исследователей. Бифидобактерии синтезируют витамины группы B (B₁, B₂, B₆, B₁₂), фолиевую кислоту, витамин K и др. (18, 57, 33).

По данным некоторых авторов, различные виды бифидобактерий обладают способностью продуцировать летучие кислоты, накапливать различные ароматические вещества, такие как формальдегид, ацетальдегид, бутанон-2 и др. (69)

Одним из показателей биохимической активности бифидобактерий является их протеолитическая активность. Установлено, что большинство штаммов бифидобактерий обладает в молоке приблизительно такой же протеолитической активностью, как и *Str. Lactis*. В процессе жизнедеятельности бифидобактерий в большом количестве накапливаются и такие аминокислоты,

как лизин, аргинин, глутаминовая кислота, валин, метионин, лейцин, тирозин. Есть сведения о том, что в молоке, сквашенном бифидобактериями, на долю незаменимых аминокислот приходится 40%.

В последние годы отмечаются значительные сдвиги в аутофлоре человека, вызванные такими факторами, как изменение окружающей среды, возрастание стрессовых воздействий, широкое применение антибиотических препаратов, лучевая и химиотерапия и т. п. Все это приводит к нарушению баланса между микрофлорой и организмом хозяина, к возникновению эндогенных инфекций и септических состояний (53, 186, 192). Проявление патологических сдвигов в микрофлоре выражается в заметном увеличении общего количества микроорганизмов за счет аэробных групп. Бифидобактерий при этом либо совсем отсутствуют, либо их количество заметно снижается по сравнению с нормой (35, 18).

Одним из главных способов восстановления микробиоценоза является применение препаратов из живых клеток бифидобактерий. Широко используются такие бактериальные препараты, как бифидумбактерин и бификол, разработанные в Московском научно-исследовательском институте эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского. В настоящее время разработан большой ассортимент кисломолочных продуктов, обогащенных бифидобактериями лечебно-профилактического назначения (150, 148, 147, 146, 164). Бифидосодержащие препараты обладают выраженным антагонистическим действием против многих патогенных и условно-патогенных микроорганизмов (16, 19, 33, 94, 81, 105).

Бифидобактерии характеризуются сложными потребностями в питательных веществах. Анализ рецептурных компонентов рассолов, применяемых при изготовлении мясных продуктов и питательных сред для выращивания бифидобактерий свидетельствует об их сходстве. Это дает основание считать возможным применение бифидобактерий при производстве колбас.

Результаты исследований убедительно свидетельствуют, что пищевые продукты, содержащие молочно-кислые бактерии и бифидобактерии, следует рассматривать не только как продук-

ты питания повышенной биологической ценности, обеспечивающие организм пластическими и энергетическими веществами, но и как ценнейшие профилактические и лечебные средства (36).

Учитывая успешное применение пробиотических культур в молочной промышленности, компания «Христиан Хансен» предлагает большой выбор пробиотических культур для производства сырокопченых и сыровяленых колбас – ВВ-12 (*Bifidobacterium lastis*), ВВ-46 (*Bifidobacterium longum*). Проведенные сотрудниками компании исследования подтвердили целесообразность использования при производстве ферментированных колбас пробиотических штаммов в сочетании с традиционной стартовой культурой Бактоферм™ Т-SPX, состоящей из штаммов *Staphylococcus xylosus* ДД-34 и *Pediococcus pentosaseus* РС-1. Оба пробиотических штамма растут и сохраняют жизнеспособность в процессе выработки и хранения колбас (165).

Проблема создания бифидосодержащих стартовых культур для выработки мясных продуктов может быть решена при комбинации бифидобактерий с молочнокислыми бактериями, так как последние повышают кислотообразующую активность, которая у чистых культур бифидобактерий невысока. Установлено, что стимуляцию кислотообразования бифидобактериями вызывает культуральный фильтрат из *Lactobacillus lactis*, а также *Lactobacillus acidophilus* и *Leuconostoc dextranicum* изменяют метаболизм бифидобактерий, снижая соотношение уксусной и молочной кислот в сторону молочной (102).

Изучено влияние симбиотических молочнокислых заквасок, двухштаммовой закваски – *Lactobacillus plantarum* и *B. Bifidum* и трехштаммовой закваски – *Lactobacillus plantarum*, *S. ladus*, *B. Longum* на физико-химические и санитарно-гигиенические показатели варено-копченых колбас. Доза вносимой закваски составляла 5%. Установлено, что трехштаммовая закваска по отношению к двухштаммовой более активна и сокращает процесс созревания фарша до 3-5 суток при $t=20^{\circ}\text{C}$ до 10 часов без осадки. Помимо этого, выявлено, что на активность заквасок молочнокислых бактерий оказывает влияние состав фарша, таким образом, что с увеличением содержания жира в рецептуре колбас замедляется процесс ферментации (62).

Из данных литературы этого раздела следует, что высокая антагонистическая активность по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, способность расти в анаэробных условиях, продуцировать молочную и летучие жирные кислоты свидетельствуют о перспективности использования бифидобактерий при производстве колбас. Кроме того, промежуточные метаболиты бифидобактерий обладают высокими редуцирующими свойствами, способствующими образованию и стабилизации окраски колбасных изделий.

Согласно определителю Bergey бифидобактерии выделены в самостоятельный род *Bifidobacterium*, который включен в семейство Actinomycetaceae и насчитывает 11 видов, различающихся между собой по биохимическим, физиологическим и серологическим свойствам (172), а также по морфологическому строению клеточной стенки.

Чистые культуры бифидобактерий характеризуются следующими свойствами: это грамположительные, анаэробные, бесспорные, неподвижные палочки, не разжижающие желатину. Они сбраживают глюкозу с образованием уксусной и молочной кислот без выделения газа, снижают pH до значения 4,1-3,8, оптимальная температура культивирования 37-38 °C, а биокинетическая зона роста составляет 20-45 °C. Микроб не патогенен для человека и животных (34, 35, 201). При первичном выделении все виды бифидобактерий являются анаэробами. Однако при лабораторном культивировании эти микроорганизмы приобретают способность развиваться в присутствии некоторого количества кислорода, а в высокопитательных средах могут расти и в полностью аэробных условиях (135).

Таким образом, анаэробные организмы, относящиеся к актиномицетной линии, представляют особую физиологическую категорию устойчивых к кислороду или аэротолерантных анаэробов.

Все микроорганизмы нуждаются для своего роста в определенных питательных веществах, которые необходимы для построения клеточного материала, для активности ферментов, для работы транспортных веществ. Кроме того, питательные вещества должны поставлять организму материал, используемый для генерирования биологически полезной энергии (17,35).

Для развития молочнокислых бактерий в питательной среде необходимы азотистые вещества и витамины. Белки молока являются для молочнокислых бактерий источником питания микробов. Кроме того, они оказывают определенное защитное действие в результате нейтрализации молочной кислоты (61).

Аминокислоты служат для некоторых бактерий источником энергии, однако они необходимы всем микроорганизмам для синтеза клеточного белка и некоторых других веществ. Известны микроорганизмы, для которых необходимо присутствие в среде одной или нескольких аминокислот, обычно входящих в белок в качестве структурных единиц. Специфическая потребность в определенной кислоте может меняться в зависимости от состава среды (69).

Установлена высокая потребность бифидобактерий как в веществах пептидной природы, так и в аминокислотах. Из аминокислот им чаще всего требуется лизин, пролин, аланин, аспаргиновая и глутаминовая кислоты (48).

Микроорганизмы испытывают потребность в различных витаминах, прежде всего в тех, которые необходимы для обмена веществ и которые они не в состоянии синтезировать сами (60).

Известно, что минеральный состав среды в сильной степени влияет на рост бифидобактерий. Для роста в синтетических средах бифидобактерии требуют железо, магний, фосфаты, хлориды калия и натрия. Особую роль в их жизнедеятельности выполняет натрий, ускоряющий развитие бифидобактерий. Исключение натрия из среды или замена его заметно ингибируют развитие и приводят к изменению морфологии этих микроорганизмов. Не менее важное значение имеет магний. Изменение содержания этого элемента приводит к существенному нарушению процессов клеточного синтеза и роста. Магний наряду с натрием и калием играет важную роль в функциональной деятельности мембран бифидобактерий, регулируя транспорт веществ (69). Для развития бактерий большое значение имеет наличие в среде углеводов, которые они расщепляют до простых соединений. Особенности процесса расщепления углеводов бактериями определяется наличием и относительным количеством различных сахаров в среде, а также обычно присущей микроорганизмам большой специфичностью (201).

Из-за сложных потребностей бифидобактерий в питательных веществах, при культивировании в коровьем молоке они находятся в неблагоприятных условиях.

Существуют различные способы повышения активности бифидобактерий в молоке. Большую роль при этом играют вещества, стимулирующие рост бифидобактерий, применение которых позволяет вырабатывать продукты на основе коровьего молока.

В литературе имеются сведения об использовании различных стимуляторов роста бифидобактерий в молоке. Из растительных стимуляторов применяют обезжиренную сою, экстракт картофеля, тростникового сахара, кукурузного экстракта, морковного сока; в качестве ростовых веществ – аминокислоты, аминсахара, соли железа, сорбит (27, 57, 118, 130, 206).

Стимулирующей активностью обладают различные производные пантатеновой кислоты, в том числе сам витамин (207). А.Г. Моисеенко констатировал, что бифидобактерии, подобно молочнокислым бактериям, обнаруживают абсолютную зависимость от производных пантотеновой кислоты (93).

Рост бифидобактерий в коровьем молоке стимулируют экстракты дрожжей, гидролизованное молоко (106). Стимулирующий эффект роста бифидобактерий получают при внесении гидролизатов казеина. Однако использование его в производстве молочных продуктов ограничено из-за их горького вкуса. Известен способ уменьшения горького вкуса, заключающийся в двухступенчатой обработке пептидазами. Но это значительно усложняет технологический процесс производства продуктов и увеличивает их стоимость.

В Восточно-Сибирском государственном технологическом университете разработан эффективный биотехнологический способ активизации бифидобактерий в молоке, который позволил создать принципиально новую технологию получения жидких и сухих препаратов бифидобактерий (4, 2, 3, 138, 149, 154). Лиофилизированные препараты активно ферментируют молоко, пищевые среды и содержат высокое количество жизнеспособных клеток. С их использованием сфера применения бифидобактерий расширяется.

1.5 Биотехнологические свойства пропионовокислых бактерий как основа применения их в роли стартовых культур

В последнее время изучена и исследована большая группа бактерий рода *Propioni*. Микроорганизмы этой группы относятся к облигатной микрофлоре крупных видов сыров. Первыми исследователями и открывателями этих микроорганизмов были Орла-Енсен и Фройденрайх.

Пропионовокислые бактерии являются обособленной группой микроорганизмов, давно привлекающих к себе внимание во всем мире. Эти бактерии способны к синтезу и сверхсинтезу ряда практически важных веществ: большого числа аминокислот, значительного количества жирных кислот, липидов, фосфолипидов и ферментов (86, 49).

Пропионовокислые бактерии характеризуются как грамм-положительные, каталазоположительные, неспорообразующие, неподвижные, факультативно анаэробные и аэротолерантные палочковидные бактерии (28). Это аэротолерантные и микрофильные бактерии, хотя есть штаммы, предпочитающие аэробные условия. Палочковидные клетки бактерий склонны к плеоморфизму. Рудиментарное ветвление наблюдается в аэробных условиях или в анаэробных при низких значениях pH. Колонии обычно влажные, округлые или в виде гречишного зерна, блестящие, маслянистые. Цвет колоний кремовый, желтый, оранжевый, красный, коричневый. Пропионовокислые бактерии отличаются под микроскопом от других по своеобразному «полисадному» расположению клеток, иногда образующих короткие изогнутые цепочки и «иероглифы» вследствие деления с защелкиванием. Клетки бактерий неровные, с округлыми концами, в отдельных случаях покрыты слизью и образуют слизистые тяжи.

Пропионовокислые бактерии растут в пределах температур (15-40°C), хотя есть данные, что рост происходит при более низкой температуре до (-10°C). Оптимальная температура развития классических пропионовокислых бактерий составляет (30±1)°C. Оптимальная величина pH роста пропионовых бактерий 6,5-7,0, максимальная – 8,0, минимальная – 4,6. [199] Пропионовокислые бактерии устойчивы к действию желчных кислот и выдер-

живают низкую (pH 2,0) кислотность желудка. Они ингибируют активность p-глюкуронидазы, азаредуктазы и нитроредуктазы – ферментов, образуемых кишечной микрофлорой и вовлекаемых в образование мутагенов, канцерогенов и промоторов роста опухолей (21, 107, 103).

При обследовании 40 штаммов было обнаружено, что основным типом жирной кислоты, экстрагируемой из целых клеток, является C₁₅- насыщенная кислота с разветвленной цепочкой. Причем у видов *P. Shermanii* и *P. fruedenreichii* C₁₅- кислота присутствует в форме антензо - C₁₅ - изомера (12= метилтетрадекановая), у второй группы (*P. Thoenii*, *P. Jensenii*, *P. Zeae*, *P. Agabinosum*, *P. Pentosaceum*) обнаруживают в основном изо - C₁₅ кислоту (13-метилтетрадекановую). У других бактериальных видов C₁₅ - кислоты присутствуют в «следовых» количествах, так, что наличие ее в больших количествах (больше в 2-3 раза, чем любой другой жирной кислоты) у пропионовокислых бактерий могут служить диагностическим признаком.

Таксонометрическим признаком рода служит также состав клеточных фосфолипидов. Для рода *Propionibacterium* основной фосфолипид представлен мономанозидом глицерил фосфорилмиоинозита. Фосфолипиды у пропионовокислых бактерий составляют около 10% от общего количества липидов.

Главный гликолипид пропионовокислых бактерий представлен 1-0 пентаденаил-2-0 (6-0-гептадеканойл-L-D-маннопиранозил) миоинозитом и включает жирные кислоты (пента-, гептадеканойдную), маннозу и инозит в молярных отношениях 2:1:1. Все изученные виды пропионовых бактерий содержат однотипный главный гликолипид, что является важным таксономическим признаком рода.

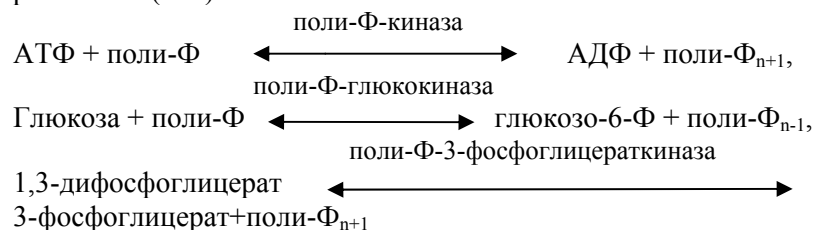
Пропионовокислые бактерии в значительных количествах синтезируют полифосфаты (ПФ). Начало роста данных микроорганизмов сопровождается накоплением высокомолекулярных полифосфатов.

Содержание кислоторастворимых фосфатов очень мало (менее 20 мкг/г биомассы), и основной тип полифосфатов представлен высокомолекулярными (кислотонерастворимыми) соединениями, которые содержат от 70 до 500 остатков фосфорной кислоты. Менее полимерные полифосфаты находятся внутри

клетки, более полимерные – в цитоплазматической мембране и принимают участие в переносе сахаров в клетку через мембрану (23).

Позднее было установлено, что биосинтез полифосфатов пропионовокислыми бактериями может происходить как за счет терминального фосфора АТФ, так и фосфора 1,3-дифосфоглицериновой кислоты (1,3-ДФГК) (9, 58).

Клетки *P. shermanii* содержат полифосфаткиназу и полифосфатглюкокиназу, незначительное количество полифосфат фосфороглицераткиназы и большое количество АТФ-3-ф-глицераткиназы (144).



У пропионовокислых бактерий ПФ участвуют в фосфорилировании глюкозы.

Считают, что единственный путь синтеза ПФ у *P. shermanii* связан с ПФ-киназной реакцией. ПФ-глюкокиназа имеет гораздо K_m для длинноцепочечных ПФ, чем для коротких, поэтому можно предполагать, что фермент предпочтительнее использует длинноцепочечные ПФ для фосфорилирования (145).

Цитоплазма клеток пропионовокислых бактерий представляет собой сложную смесь белков, жиров, углеводов, многочисленных других органических соединений, минеральных веществ и воды. Ядерный материал состоит из ДНК, которая делится перед делением самой клетки (132).

Значительное число штаммов всех видов может продуцировать внеклеточную слизь, не организованную в форме четких индивидуальных капсул.

Состав и расположение аминокислот межпептидных соединений (связей) в пептидогликане клеточной стенки различно для отдельных видов пропионобактерий. Чаще встречаются сочетания: аланин-глицин-глутамин; аланин-глутамин-мезо-

диамино-пимелиновая кислота.

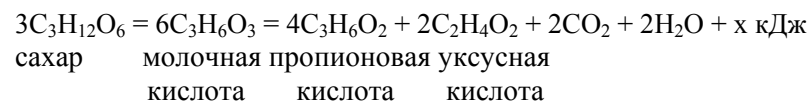
Пропионовокислые бактерии являются факультативными анаэробами, но вариабельными по аэротолерантности. Большинство культур растет в той или иной степени на воздухе, хотя много штаммов наиболее быстро растут в строго анаэробных условиях.

Пропионобактерии являются хемоорганотрофами. Продукты ферментации включают большие количества пропионовой и уксусной кислот и меньшие – изовалериановой, муравьиной, янтарной, молочной кислот и диоксида углерода. Пропионовая кислота оказывает ингибирующее действие на рост плесневых грибов.

Пропионовокислые бактерии – возбудители пропионовокислого брожения, при котором углеводы ферментируются с образованием главных продуктов брожения – пропионовой кислоты и ее солей – пропионатов.

Под пропионовокислым брожением подразумевают биохимический процесс превращения бактериями сахара, молочную кислоту и ее солей в пропионовую кислоту. В этом брожении, кроме пропионовой кислоты, образуются и такие продукты, как уксусная кислота, углекислый газ, янтарная кислота, ацетоин и диацетил (133). Другие летучие ароматические соединения – диметилсульфид, ацетальдегид, пропионовый альдегид, этанол и пропанол (22, 109, 119).

Пропионовокислое брожение выражается следующим уравнением:



Химизм данного брожения подобен типичному молочнокислому брожению с той разницей, что образовавшаяся молочная кислота в этом брожении – не конечный продукт, а промежуточный. От других типов брожения пропионовокислое отличается высоким выходом АТФ, участием некоторых уникальных ферментов и реакций (78).

Пропионовокислым бактериям свойственен бродильный

тип метаболизма: они расщепляют сахара по пути Эмбдена-Мейергоффа до пропионата, ацетата, CO_2 и сукцината. Химизм пропионовокислого брожения хорошо изучен и описан (111, 127, 142).

Ключевую реакцию брожения – превращение α -метилмалонил-КоА в сукцинил-КоА катализирует кофермент B_{12} (Ado Cbl).

Когда сбразживаемым субстратом является лактат, он сначала окисляется в пируват. Часть пирувата далее окисляется до ацетил-КоА и CO_2 , причем превращение ацетил-КоА в ацетат сопровождается образованием АТФ (26). Получение в процессе брожения окисленных продуктов и ацетата и CO_2 уравнивается сопутствующим восстановлением пирувата до пропионата.

Пировиноградная кислота – обязательное промежуточное соединение в брожении (141,151).

Пируват может быть превращен в пропионат несколькими путями:

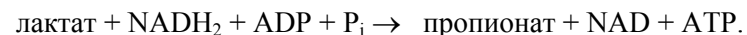
- 1) пируват \rightarrow акрилат \rightarrow пропионат;
- 2) пируват \rightarrow лактат \rightarrow пропионат;
- 3) пируват + $\text{C}_1 \rightarrow$ сукцинат \rightarrow метилмалонат \rightarrow пропионат.

Первые две возможности у пропионовых бактерий не реализуются, и образование пропионата происходит из дикарбоновой кислоты по третьему пути (137).

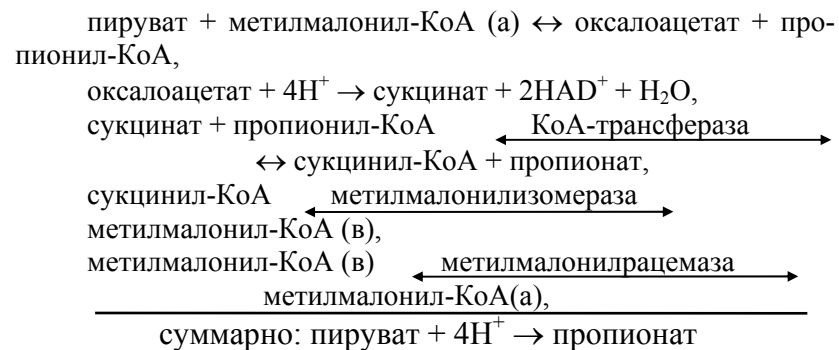
Сначала лактат окисляется до пирувата при участии флавопротеида в качестве акцептора водорода. Затем в реакции транскарбоксилирования образуется оксалоацетат. Донором CO_2 служит (S)-метилмалонил-КоА, а переносчиком CO_2 – биотин. Под действием малатдегидрогеназы и фумаразы образуется фумарат, который восстанавливается до сукцината в реакции, катализирующей фумаратредуктазой. Эта реакция сопряжена с синтезом АТФ путем фосфорилирования, сопряженного с переносом электронов. Далее в КоА-трансферазной реакции образуется сукцинал-КоА. Затем под действием метилмалонил-КоА-мутазы, содержащей кофермент B_{12} , осуществляется перегруппировка, ведущая к образованию R -метилмалонил-КоА, кото-

рый, однако, не является субстратом для транскарбоксилазы. Скорее всего, (S)-стереоизомер образуется при действии специфической рацемазы. В этом случае в реакции транскарбоксилирования синтезируется пропионил-КоА, и в результате последующего переноса КоА на сукцинат образуется пропионат (72,98,100).

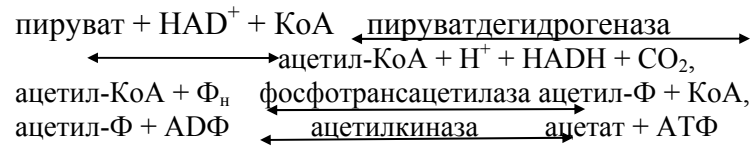
В процессе сбразживания лактата в пропионат потребляется одна молекула NADH_2 . Она образуется при окислении лактата до ацетата в соответствии с суммарным уравнением реакций брожения:



Открытие американских исследователей нашли свое подтверждение и в исследованиях Л. И. Воробьевой. [28] Реакции, ведущие к образованию пропионовой кислоты у пропионовокислых бактерий, могут быть представлены следующей последовательностью (112, 152):



Превращение оксалоацетата в сукцинат происходит в результате работы ферментов ЦТК: малатдегидрогеназы, фумаразы и сукцинат-дегидрогеназы. Указанные ферменты выделены из клеток *P. shermanii* (145) и осуществляют превращение оксалоацетата в сукцинат с достаточно высокой скоростью (119). Уксусная кислота образуется в результате окислительного декрбоксилирования пирувата:



Уникальность пропионовокислого брожения обусловлена участием ФЕП-карбоксилтрансфосфорилазы – фермента, не обнаруженного у других организмов, синтезирующих пропионат. Благодаря наличию этого фермента, брожение, осуществляемое пропионовокислыми бактериями, работает как циклический процесс. Другая особенность брожения связана со способом образования пропионата, которое сопряжено с восстановлением фумарата до сукцината и окислением пирувата до ацетата и CO_2 . Транспорт электронов, сопровождающий эти реакции, сопряжен с окислительным фосфорилированием и синтезом АТФ. И третьей уникальной характеристикой брожения является высокий выход АТФ, превышающий выход АТФ в других известных брожениях. 1,5 М глюкозы могут дать пропионовокислым бактериям около 6 М АТФ.

Пропионовокислые бактерии синтезируют большое количество тетрапиррольных соединений: корриноиды, гемм, геммовые ферменты, цитохромы и линейные тетрапирролы. Биосинтез тетрапиррольных соединений у всех микроорганизмов происходит через образование 5-аминолевулиновой кислоты (5-АЛК), порфобилиногена (ПБГ) и циклического тетрапиррольного предшественника – уропорфириногена III (УПГ-III). Дальнейшая модификация УПГ-III приводит к образованию всех гемов, хлорофиллов, корриноидов и других тетрапиррольных пигментов. Расхождение путей, ведущих к синтезу протопорфирина IX и сирогидрохлорина, происходит с уровня УПГ-III. Железосодержащие комплексы протопорфирина IX и сирогидрохлорина составляют простетическую группу гемопротеинов, включающих гемоглобин, миоглобин, леггемоглобин, пероксидазу, каталазу и т. д. (151).

В слюне и человеческой сыворотке содержатся супероксиддисмутаза, пероксидаза (СОД) и каталаза – антиокислители, снижающие уровень H_2O_2 и O_2 и представляющие собой одну из форм естественной защиты организма от действия мутагенных

факторов. СОД имеет перспективы применения не только в медицине, но и в пищевой промышленности, где в сочетании с пероксидазой и каталазой может использоваться для предотвращения окисления липидов и других важных компонентов пищи (20, 83).

Пропионовокислые бактерии являются неплохим источником СОД, поэтому они известны своим выраженным антимуtagenным действием. Поскольку в естественных условиях микроорганизмы постоянно подвергаются действию мутагенов, у них сформировался эндогенный и экзогенный защитные механизмы: у всех живых существ образуются молекулы, способные к осуществлению антимутагенеза. Антимутагены пропионовокислых бактерий повышают активность ферментативных систем, участвующих в детоксификации поступающих в клетку веществ, оказывая влияние на окислительно-восстановительный потенциал организма – эти процессы приводят к снижению мутаций (24, 132, 99).

Антимутагенность пропионовых бактерий против азида Na (NaN_3) была впервые обнаружена Л.И. Воробьевой. Она выявила, что экстракты клеток классических пропионовокислых бактерий проявляют эффективное антимутагенное действие. Воробьевой было показано, что они выделяют в среду вещества, такие как СОД и другие белки-ферменты, проявляющие антимутагенную активность (20, 43).

Экстракты клеток классических пропионовокислых бактерий проявляют высокую эффективность антимутагенного действия. Кроме супероксиддисмутазы в клеточном экстракте пропионовых бактерий присутствуют и другие белки с антимутагенной активностью. Пока можно твердо говорить, что обследованные штаммы обладают антимутагенностью против NaN и что антимутагены имеют пептидную (белковую) природу и, скорее всего, являются ферментами.

Установление факта антимутагенности культуральной жидкости и клеточного экстракта пропионовокислых бактерий открыло новые, ранее не известные у них свойства, обуславливающие защиту клетки от внешних и эндогенных мутагенов.

Пропионовокислые бактерии способны синтезировать ви-

тамин В₁₂ и обогащать ими продукты (45, 50).

Под влиянием пропионовокислых бактерий и их антигенов заметно повышается противовирусная и антибактериальная защита организма хозяина. В костном мозге при введении бактерий усиливаются пролиферация предшественников моноцитов и их высвобождение в циркулирующую кровь (139, 125).

Исследовано, что экстракты *P. Freudenreichii* проявляют активность против вируса Columbia SK. Активный фактор был назван пропионином. Впоследствии ряд веществ с антивирусной активностью были выделены, очищены и отнесены к семейству пропионинов (20, 133).

Классические пропионовокислые бактерии образуют ряд белковых бактериоцинов. Штамм *P. Thoenii* и *P. Jensenii* образуют термоустойчивые белки, ингибирующие ряд грамотрицательных и грамположительных бактерий, дрожжей и плесеней (20, 140, 143).

У пропионовокислых бактерий обнаружено не только стимулирующее действие на переваривающую способность макрофагов печени и селезенки, но и на их бактерицидное действие в отношении *Salmonella typhimurium* и *Listeria monocytogenes* (22, 115, 123).

Пропионовокислые бактерии нашли широкое применение в сыроделии, при производстве кисломолочных продуктов (28). Однако об их использовании в мясной промышленности имеются единичные сведения.

Учитывая всю полноту полезных свойств пропионовокислых бактерий, а также их физиологические особенности, находящиеся в соответствии с технологическим режимом процесса созревания мяса, перспективным является использование их в производстве мясных продуктов.

Л. И. Заиграевой, Л. Л. Никифоровой и И. С. Хамагаевой было изучено влияние различных температурных режимов посола мяса на активность пропионовокислых бактерий. На первом этапе исследований была изучена устойчивость пропионовокислых бактерий к соли и нитриту натрия. Полученные данные свидетельствуют о том, что пропионовокислые бактерии хорошо растут в гидролизованном молоке с массовой долей поваренной соли до 5%. При изучении устойчивости к нитриту на-

трия отмечается их активный рост в среде, содержащей 5 мг% нитрита. В следующей серии опытов ими установлено, что пропионовокислые бактерии активно развиваются при температуре (2-4)°С. Так, к 24 часам культивирования количество жизнеспособных клеток составило 10⁸ КОЕ в 1 см³. При изучении влияния степени измельчения сырья развитие бактериальных клеток происходит в мясном сырье со степенью измельчения 2-3 мм. За 6 часов количество жизнеспособных клеток составило 10⁶-10⁷ КОЕ в 1 см³, тогда как в мясе, посоленном в виде шрота, такое же количество клеток бактерий наблюдалось через 12 часов. Образцы вареных колбас, изготовленные из ферментированного мяса, были оценены дегустаторами выше контрольных (48, 50, 47).

Польскими учеными исследована возможность применения биомассы пропионовокислых бактерий вместе с пропионовой и уксусной кислотами в качестве добавок в мясной фарш для колбасных изделий. Роль добавок заключалась в повышении стабильности колбасных изделий в процессе их хранения. Часть воды в составе фарша была заменена культуральной жидкостью, содержавшей биомассу пропионовокислых бактерий, и смесью солей пропионовой и уксусной кислот. Экспериментальные и контрольные колбасы хранили в одинаковых условиях, а затем анализировали стандартными методами. Результаты исследований в статье не указаны (191).

Установлено, что пропионовокислые бактерии приводят к накоплению свободных аминокислот и летучих жирных кислот, тем самым ускоряют формирование консистенции вкусовых характеристик готового продукта. Таким образом, применение пропионовокислых бактерий при посоле мясного сырья способствует улучшению его качественных показателей и в целом интенсификации процесса созревания.

Из литературных данных следует, что высокая антагонистическая активность по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, способность расти при низких температурах, продуцировать свободные жирные кислоты, аминокислоты, витамины, ферменты свидетельствуют о перспективности использования пропионовокислых бактерий как стартовых культур для мясopодуков. Кроме того, промежуточные метаболи-

ты обладают высокими редуцирующими свойствами, способствующими образованию и стабилизации окраски колбасных изделий.

Учитывая биотехнологические свойства пропионовокислых бактерий, представляется целесообразным их использование в мясной промышленности. Следует отметить, что недостаточно изучено влияние пропионовокислых бактерий на физико-химические, биотехнологические свойства мясного сырья в процессе производства колбасных изделий. Однако применение пропионовокислых бактерий как стартовых культур требует системных теоретических исследований их свойств при культивировании в мясной среде, установления закономерностей их действия на протеолиз белков мяса.

1.6 Роль нитрита натрия в процессе цветообразования мясопродуктов

В последние годы в отечественной литературе широко дискутируется проблема применения нитритов при производстве колбасных изделий и копченостей. Проблема является тем более сложной, что, с одной стороны, эти соединения оказывают положительное влияние на наиболее важные свойства мясных продуктов: цвет, вкус и аромат, стойкость при хранении, с другой – нитриты могут быть предшественниками образования сильных канцерогенов-нитрозаминов.

Пути превращения нитрита в мясе служат предметом исследования в течение почти столетнего периода и, несмотря на это, в химизме этих процессов все еще многое остается неясным (174, 198).

Окраска мяса обусловлена в основном наличием пигмента мышечной ткани – миоглобина (Mb). При посоле мяса миоглобин, или оксимиоглобин (MbO), окисляется и переходит в метмиоглобин (Met, Mb), который придает мясу коричнево-бурую окраску. После термической обработки соленое мясо окрашено в серовато-коричневый цвет в результате образования пигмента – гемохромогена.

Розово-красный цвет солено-вареных мясных изделий обусловлен присутствием нитрозопигментов. Для их образования посол мяса производят с применением нитрита или нитрата.

Процесс превращения нитритов и образование нитрозомиоглобина, по Ф. Грау (37), протекает по следующей схеме (рис.4):

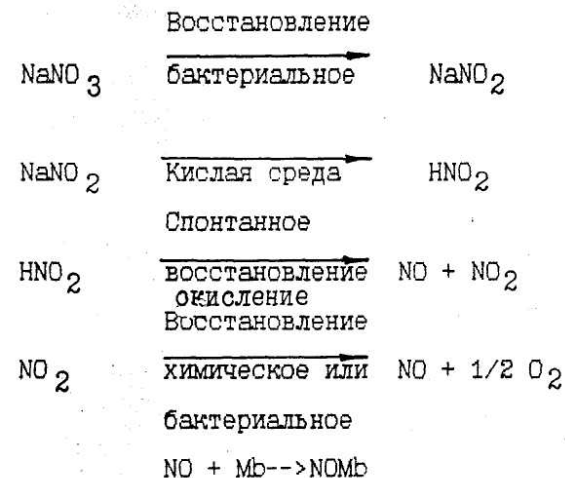


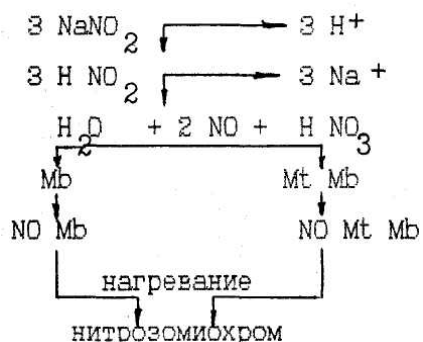
Рисунок 4 – Схема превращения нитритов и образования нитрозомиоглобина, по Ф. Грау

При наличии редуцирующих условий нитраты восстанавливаются до нитритов. В слабокислой среде (pH 6,5-5,4), характерной для мяса, нитриты под действием тканевых ферментов и микроорганизмов восстанавливаются с образованием окиси азота (NO). Более кислая реакция среды (pH ниже 5,4) способствует слишком быстрому распаду нитритов и потере окислов азота в результате улетучивания. Однако цепь химических реакций, протекающих в мясе, намного сложнее, чем представлено на этой схеме. В ней не учитываются возможности перехода части миоглобина и оксимиоглобина в метмиоглобин под влиянием редуцирующих веществ, присутствующих в мясе. Кроме того, часть нитрита и продуктов его превращения расходуется на другие побочные реакции, не связанные с образованием нитрозопигментов.

Образование нитрозомиоглобина и нитрозометмиоглобина

в модельных растворах, содержащих миоглобин (вытяжки), полученных из мышечной ткани различных убойных животных, наблюдали ряд исследователей (181, 204).

М. Сольберг (204), изучая образование и устойчивость окраски колбасных изделий, приводит следующую схему взаимодействия нитрита с пигментами мяса:



Mb – миоглобин; NO Mt Mb – нитрозометмиоглобин;
Mt Mb – метмиоглобин; NO Mb – нитрозомиоглобин

Согласно этой схеме окись азота вступает в реакцию как с миоглобином, так и с метмиоглобином с последующим обязательным образованием нитрозометмиоглобина. Фокс (181), почти одновременно с Гольбергом (204), предлагает более подробную и несколько иную схему реакций гемовых пигментов мяса при посоле и термообработке. В этой схеме показано, что пигменты соленого мяса могут образовываться как из миоглобина, так из метмиоглобина. Нитрозо-метмиоглобин (NOMetMb) можно получить в результате реакции MetMb как с окисью азота, так и с ионом нитрита. Причем NOMetMb в отличие от схемы Сольберга восстанавливается в NOMb и лишь затем подвергается окончательной деструкции.

Экспериментальные исследования, проведенные на чистых препаратах миоглобина позволили Н. Н. Крыловой и И. Н. Лукониной (73) получить данные, несколько отличающиеся от предшествующих, а отсюда и сделать иной вывод о процессе

цветообразования. Авторы не наблюдали образования нитрозо-миоглобина при добавлении в раствор метмиоглобина нитрита, т. е. прямого взаимодействия миоглобина с ионом нитрита не происходит. NOMetMb ими был обнаружен только при интенсивном пропускании через раствор MetMb окиси азота, в анаэробных условиях. Ими также установлено, что в растворах оксимиоглобина при добавлении нитрита в аэробных и анаэробных условиях происходит окисление оксимиоглобина в MetMb. Образование NOMb они наблюдали только при прямом взаимодействии окиси азота с миоглобином.

На основании проведенных исследований Н. Н. Крыловой и И. Н. Лукониной сделан важный вывод, что в мясе значительная роль в процессе цветообразования принадлежит метмиоглобину, так как от того, насколько полно произойдет его восстановление в миоглобин при технологической переработке мяса, зависит и скорость, и степень развития окраски колбасных изделий. Вторым условием, обеспечивающим получение интенсивной окраски колбас, является наличие окиси азота, т.е. реакция восстановления нитрита (73).

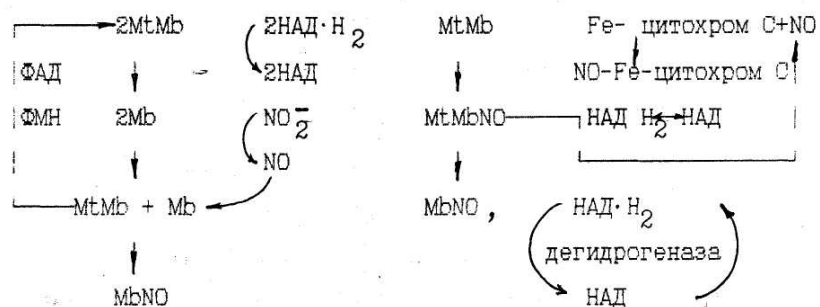
В 1987 г. изменения гемовых пигментов мяса по Фоксу было подтверждено К. Potthast (200).

Изучая механизм восстановления нитрита Oldrich Latocill с соавтор. (188) делают вывод, что для восстановления его в окись азота необходим активный водород. Он может быть получен благодаря ферментативной деятельности различных систем транспортирующих водород в процессе окислительно-восстановительных реакций при созревании соленого или копченого мяса или при термической обработке мясных продуктов. Благодаря активности водорода, двуокись азота восстанавливается в азотистую кислоту, а последняя дает окись азота.

Восстановление нитрита происходит с участием эндогенных восстановительных систем мышечной ткани и осуществляется в митохондриях. Рядом авторов установлена определенная роль в восстановительном процессе цитохрома и некоторых низкомолекулярных компонентов саркоплазмы (восстановленный глутатион, АТФ, монофостат, цистеин, рибоза и др.) (197, 203).

Сопряжение процесса восстановления нитрозометмиоглобина с редуцирующими системами мышц R. Zoutefongea пред-

ставляет следующими схемами (212):



где ФАД – флавинадениндинуклеотид; ФМН – флавинаденин-моно-нуклеотид; НАДН – никотинамидадениндинуклеотид восстановленный; НАД – никотинамидадениндинуклеотид окисленный.

В условиях слабокислой среды нитрит непосредственно взаимодействует с оксимиоглобином и в присутствии кислорода воздуха возникает не нитрозомиоглобин, а метмиоглобин. В отсутствие кислорода нитрит реагирует с Mb и порождает эквивалентное количество метмиоглобина и нитрозомиоглобина. В результате возникает значительное количество метмиоглобина, что мешает образованию нитрозомиоглобина и поэтому процесс восстановления метмиоглобина имеет существенное значение. Это возможно в результате взаимодействия протеида с некоторыми соединениями при участии тканевых ферментов. В качестве возможного субстрата-донатора электронов были проверены промежуточные продукты гликолиза (102). Эффективная роль, как было обнаружено, принадлежит при этом фосфату глицеринового альдегида и фруктозо-6-фосфату (рис. 5).

Восстановление NOMetMb происходит при помощи НАД. Важное значение в транспорте электронов принадлежит также хинонам, дегидрогеназе янтарной кислоты и др.

Таким образом, важным моментом в процессе цветообразования является не только зависимость реакции образования NOMb от концентрации нитрита, но и от реакции среды, окислительно-восстановительного потенциала, активности ферментов

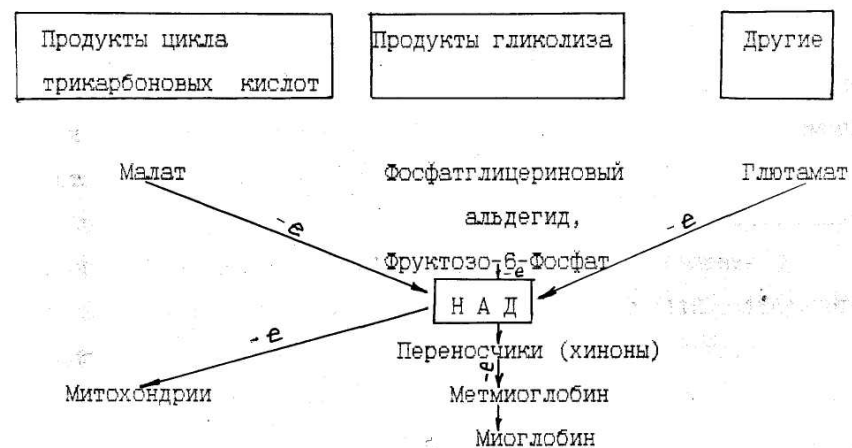


Рисунок 5 – Схема возможного пути переноса электронов и роль отдельных соединений в восстановлении метмиоглобина в ткани

мяса, состава микрофлоры вносимых стартовых культур, промежуточные метаболиты которых обладают редуцирующими свойствами и тем самым восстановлению метмиоглобина в миоглобин.

Р. Лори полагает, что скорость образования NOMb прямо пропорциональна концентрации нитрита до тех пор, пока соотношение нитрита и MetMb не достигнет величины, близкой 5:1. Далее нитрит может выступать в качестве ингибитора процесса. Это может быть одной из причин того, что на практике почти никогда не наблюдается полного перехода пигментов в нитрозильные производные (84).

По данным F. Mirna (195), окраска вареной колбасы стабилизируется на одном уровне при увеличении количества добавляемого нитрита примерно до 5 мг в 100 г.

C. Anders, S. Goodfellow указывают на способность молочнокислых микроорганизмов восстанавливать нитриты. Восстановление ионов нитрита происходит через окисление ионов лактата (171, 183). Эта реакция замедляется атмосферным кислородом (173). Додсус и Коллинз-Томпсон замечают, что с понижением pH восстановление нитрита химическим путем усиливается, что объясняется повышением степени соединения с миогло-

бином в процессе нитрозомиоглобина и/или нитрозилгемохромогена (179).

Исследуя влияние нитрита на изменение состояния компонентов тканей, A. Froesein пришел к выводу, что в мясе нитрит немедленно превращается в NO, которая далее с разной степенью прочности фиксируется различными составляющими мяса (182).

В какой бы форме нитрит не находился, бесспорно, что он реагирует с широким кругом веществ, образуя различные соединения, способные оказывать влияние не только на образование цвета, но и на санитарно-гигиенические и органолептические показатели продукта.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что лимитирующей скоростью процесса цветообразования является стадия восстановления нитрита с образованием окиси азота. И на данный процесс оказывают влияние качественные характеристики мясного сырья, основными из которых – показатели pH, Mb и другие компоненты мышечных волокон, а также окислительно-восстановительный потенциал мяса.

Роль нитрита при производстве мясных продуктов не ограничивается способностью образовывать нитрозопигменты. Кроме того, он участвует в процессах вкусоароматообразования, оказывает антиокислительное действие на липиды, обладает выраженным ингибирующим эффектом на рост нежелательной микрофлоры (в том числе *Cl. botulinum* и токсигенных плесеней) и образование ими токсинов (25, 33, 165, 170).

Бактериостатическое действие нитрита установлено Лейстнером. Применяемые дозы нитрита позволяют успешно подавлять развитие энтеробактерий в мясных продуктах. Эффект торможения в большей степени выражен для сальмонелл и несколько менее эффективен для штаммов *E. coli*. Им также установлено влияние нитрита в пастеризованной ветчине и сосисках на рост и токсинообразование *Cl. botulinum*. Концентрация нитрита, необходимая для полного ингибирования *Cl. botulinum*, зависит от количества введенного микроорганизма. С увеличением концентрации скорость токсинообразования снижалась, причем основное значение имеет высокая начальная концентрация нитрита (211).

Модельными экспериментами установлено снижение развития микробных процессов при введении в продукт нитрита. При инокуляции фарша вареной колбасы сальмонеллами (10^4 единиц на 1 г) без добавления нитрита количество сальмонелл через 12 суток увеличилось до 10^6 единиц. При добавлении же нитрита (50 мг/кг) отмечено незначительное развитие через 20 дней хранения. С увеличением дозы нитрита до 100 мг на 1 кг сырья не установлено развитие сальмонелл (174).

По данным Мигна, собственно нитрит проявляет ингибирующее действие только при довольно значительной концентрации. Более сильным ингибитором являются комплексные соединения железо-нитрозил-серы. Нитрозамины практически не оказывают подавляющего действия на микроорганизмы (194).

В исследованиях Wasseriman и Huntanen показано, что летучие нитрозамины не оказывают ингибирующего действия на рост *Cl. botulinum* даже при концентрации, значительно превышающей вероятную их концентрацию в мясных продуктах. Следовательно, ингибирующее действие не связано с образованием нитрозаминов (210).

При посоле мяса с использованием нитрита в нем развиваются специфические тонкие ветчинные аромат и вкус. Особенно заметное влияние оказывают нитриты на вкус вареных копченостей. Копчености, изготовленные без нитрита, полностью утрачивают обычный вкус и цвет – они имеют серый цвет и вкус вареного мяса. Повышение содержания нитрита в мясе ослабляет типичный вкус свинины и усиливает аромат и вкус копченостей. Характерные посолочный аромат и вкус свойственны практически всем группам мясных продуктов, при изготовлении которых применяются нитриты: вареным и сырокопченым колбасам, сосискам, копченостям (25, 116).

Типичные аромат и вкус вареной колбасы развиваются при добавлении 5-6 мг нитрита на 100 г фарша. При внесении 2 мг и меньше становится заметен вкус ливерной колбасы (25).

Влияние соли и нитрита на вкус и аромат ветчины отмечается в работе Kemp соавторами (189). Ветчина, изготовленная с применением нитрита, при посоле сухим способом получила более высокие оценки цвета и общей приемлемости внешнего вида по сравнению с ветчиной, посоленной без нитрита.

Изменение запаха и вкуса отчетливо выражено в свинине при посоле с нитритом, приобретающей аромат ветчинности. Рядом исследователей установлено накопление летучих жирных кислот, свободных аминокислот (180).

Добавление нитрита в сыровяленые и сырокопченые колбасы не только влияет на вкус мяса, но и отражается на характере созревания фарша, так как нитрит оказывает выраженное действие на рост микрофлоры. По данным Wirth (211), при количестве нитрита менее 7 мг на 100 г (в опытных партиях – около 3 мг) преобладающей становится микрофлора, способствующая снижению pH колбасы и развитию кислого вкуса, а при еще более низком содержании (примерно 2 мг) возможно развитие даже гнилостной микрофлоры.

Dethmers с соавтор., считают, что для образования типичных свойств ферментированной колбасы при ее изготовлении необходимо добавлять не менее 5 мг нитрита на 100 г фарша. Оптимальные свойства продукта развивались при добавлении не менее 10 мг. Готовая колбаса, выработанная без нитрита, быстро приобретала прогорклый вкус, имела слабо выраженный аромат и вкус и низкие оценки окраски на разрезе (178).

Влияние NaNO на подавление развития прогорклого вкуса отчетливо проявилось при хранении пастеризованной свинины при температуре 2 °С. Интенсивность увеличения прогорклого вкуса была более высокой в образцах, изготовленных без нитрита, а изготовленных без него, но с NaCl – еще больше (189).

Таким образом, анализ литературных данных свидетельствует о значимой роли нитрита при производстве мясных продуктов. Исключение нитритов из технологии производства колбасных изделий может не только значительно отразиться на качестве готовых продуктов, но и заметно увеличить опасность их порчи во время изготовления и хранения.

Заключение к обзору. Анализ литературных источников свидетельствует о наличии множества способов повышения потребительских свойств колбасных изделий, но стартовые культуры занимают лидирующие позиции в этом списке. Они являются одним из важных факторов формирования качества колбасных изделий. Правильно подобранные культуры способствуют: ускоренному формированию консистенции и цвета вкуса

и аромата колбас; подавлению жизнедеятельности гнилостных и санитарно-показательных микроорганизмов.

В последние годы ведутся работы по применению новых видов микроорганизмов как стартовых культур не только для повышения качества готовых изделий и ускорения технологических процессов, но и использование других их свойств. С этой точки зрения необходимо отметить высокую роль физиолого-биохимических свойств бифидобактерий. Высокая антагонистическая активность, способность разрушать токсические метаболиты, расти в анаэробных условиях, накапливать ароматические соединения свидетельствует о перспективности использования их в колбасном производстве. Кроме того, при сбраживании углеводов бифидобактериями в качестве промежуточного продукта образуется соединение, которое обладает высокими редуцирующими свойствами, имеющими большое значение в реакции цветообразования колбас.

В последние годы появились данные исследований по использованию бифидобактерий для производства колбасных изделий, но широкого внедрения пока не получили в связи с ограниченными возможностями их активизации как стартовых культур в мясной системе. Разработанный в ВСГТУ эффективный биотехнологический способ активизации бифидобактерий в молоке, позволивший создать принципиально новую технологию получения жидких и сухих бакконцентратов, открывает большие перспективы их использования не только в молочной промышленности, но и в мясной. А для этого необходимо провести комплекс исследований их свойств при культивировании в мясной системе.

Не менее важный интерес представляет использование пропионовокислых бактерий. Из литературных данных следует, что высокая антагонистическая активность по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, способность расти при низких температурах, продуцировать свободные жирные кислоты, аминокислоты, витамины, ферменты свидетельствуют о перспективности использования пропионовокислых бактерий как стартовых культур для мясопродуктов. Кроме того, промежуточные метаболиты также обладают высокими редуцирующими свойствами, которые будут способствовать

образованию и стабилизации окраски колбасных изделий.

Следует отметить, что не изучено влияние пропионово-кислых бактерий на физико-химические, биотехнологические свойства мясного сырья в процессе производства колбасных изделий с их применением.

Из добавок растительного происхождения представляет интерес нетрадиционное растительное сырье, такое как кедровый шрот и рафтилин.

Кедровый шрот, полученный из кедрового ореха, – высокопитательный продукт, содержащий достаточное количество белка, жира, пищевых волокон и микроэлементов. По пищевой ценности кедровый шрот близок к сое, а по некоторым показателям превосходит ее (по содержанию жира, фосфора, марганца, цинка). Благодаря высокому содержанию белковых веществ кедровый шрот обладает высокой водосвязывающей способностью. Наличие в его составе пищевых волокон позволяет отнести кедровый шрот к добавкам, повышающим функциональные свойства колбасных изделий. Следует отметить и пребиотические свойства кедрового шрота. Возможно, что данное свойство может быть важно для роста пропионовокислых бактерий при их совместном использовании.

Рафтилин, полученный из корня цикория, хорошо подходит для замены жира при производстве колбасных изделий. Он также содержит пищевые волокна, повышает влагосвязывающую способность и увеличивает выход готовой продукции. На основании проведенного анализа представляется целесообразным оценить возможность применения пропионовокислых бактерий и добавок растительного происхождения при производстве колбасных изделий как одно из возможных направлений расширения ассортимента обогащенных мясных продуктов.

Учитывая биотехнологические свойства бифидобактерий, представляется целесообразным их использование в мясной промышленности. Однако применение пропионовокислых бактерий и бифидобактерий как стартовых культур требует системных теоретических исследований их свойств при культивировании в мясной среде, установления закономерностей их действия на протеолиз белков мяса, влияния на формирование вку-

са, аромата и цвета колбасных изделий под воздействием различных факторов: pH, температуры, дозы бактериального препарата, количества поваренной соли и нитрита натрия и т.д. Необходимо выявить степень ингибирующего действия бифидобактерий и пропионовокислых бактерий на патогенную и условно-патогенную микрофлору в готовом продукте.

В связи с этим для разработки технологии колбасных изделий с использованием бифидобактерий и пропионовокислых бактерий как стартовых культур и применением нетрадиционного сырья в настоящей работе были изучены следующие вопросы:

- подбор и обоснование использования молочнокислых пропионовокислых бактерий и бифидобактерий как стартовых культур;

- выбор и обоснование условий культивирования пропионовокислых бактерий и бифидобактерий в мясном фарше;

- влияние бифидобактерий и пропионовокислых бактерий на биохимические изменения в мясном фарше на различных стадиях технологических операций производства колбасных изделий;

- влияние пропионовокислых бактерий и добавок из нетрадиционного сырья на функционально-технологические свойства мясного фарша;

- разработка технологий колбасных изделий с использованием бифидобактерий в сочетании с молочнокислыми бактериями, пропионовокислыми бактериями и добавками из нетрадиционного сырья, ферментированными пропионовокислыми бактериями;

- исследование качественных характеристик колбасных изделий.

Глава 2 ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И БИФИДОБАКТЕРИЙ

2.1 Исследование биохимической активности молочнокислых бактерий *L. plantarum* 8П-А3 и бифидобактерий

Успешное протекание биохимических процессов в колбас-

ных изделиях в большей степени зависит от активности используемой закваски. Поэтому в состав бактериальной закваски необходимо включать штаммы бактерий с высокой биохимической активностью, обеспечивающих получение готового продукта с заданными свойствами.

Обзор литературы показал, что культуры микроорганизмов для производства бактериального препарата для колбас подбираются по классическим методам с учетом совместимости бактерий, их видового состава, кислото- и ароматообразования, устойчивости к соли и т.д.

Из числа испытанных молочнокислых бактерий, согласно многочисленным литературным данным, особый интерес представляют штаммы *L. plantarum*, всегда присутствующие в готовых созревших колбасах. *L. plantarum* 8П-А3 обладает высокой антагонистической активностью по отношению к санитарно-показательной микрофлоре, ароматообразующей способностью.

С учетом этого нами был использован коммерческий штамм *L. plantarum* 8П-А3 (сухой лактобактерин), выпускаемый медицинской промышленностью, который наряду с бифидобактериями применяется для лечения дисбактериозов различной этиологии.

Известно, что *L. plantarum* является слабым кислотообразователем. После внесения культуры в молоко сгусток образуется через 2-3 суток. Поэтому применение его на предприятиях сопряжено с рядом трудностей технического характера. Приготовление закваски *L. plantarum* 8П-А3 требует введения в молоко белковых гидролизатов, дополнительных затрат электроэнергии, специального оборудования и т.д.

Ранее И. С. Хамагаевой установлено, что кислотообразующую способность молочнокислых бактерий можно повысить путем обработки молока ферментным препаратом дрожжевой β -галактозидазы. Автором показано, что больший стимулирующий эффект наблюдается на культурах с низкой кислотообразующей способностью, таких как *S. paracitrovorus*. Тогда как у активных кислотообразователей (*S. acidophilus*, *L. acidophilus*, *S. lactis*) этот эффект значительно ниже (155).

Исходя из этого была выдвинута гипотеза о возможности

активизации *L. plantarum* 8П-А3 ферментным препаратом β -галактозидазы.

В этой связи в дальнейших исследованиях изучали влияние обработки молока дрожжевой β -галактозидазой на развитие *L. plantarum*.

Обработку обезжиренного молока проводили по ранее разработанной методике (4).

Культивирование молочнокислых палочек *L. plantarum* вели при оптимальной для них температуре 30 °С.

О биохимической активности *L. plantarum* судили по изменению титруемой и активной кислотности, а также по количеству жизнеспособных клеток. Полученные результаты отражены на рисунках 6, 7.

Данные, представленные на рисунке 6, свидетельствуют о том, что при добавлении β -галактозидазы значительно ускоряется кислотообразующая способность, и сгусток образуется на 24 часа раньше, чем в контрольном образце. Активная кислотность (рН) изменялась в соответствии с титруемой кислотностью и в конце сквашивания составила в опытном образце 5,35-5,4.

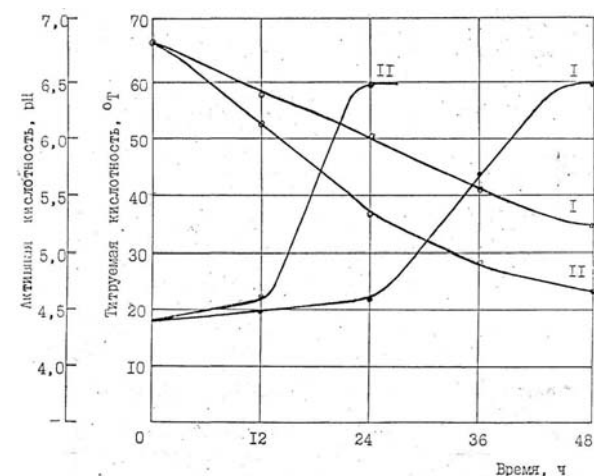


Рисунок 6 – Влияние обработки молока β -галактозидазой на изменение кислотности *L. plantarum* 8П-А3
1,1 – контроль без фермента 2; 2 – на молоке, обработанном β -галактозидазой

При изучении влияния β -галактозидазы на рост *L. plantarum* установлено, что повышение кислотообразующей способности сопровождается усиленным ростом бактерий. Так, на момент образования сгустка в опытном образце количество клеток составило 10^9 , тогда как в контроле – 10^8 (через сутки) (рис.7).

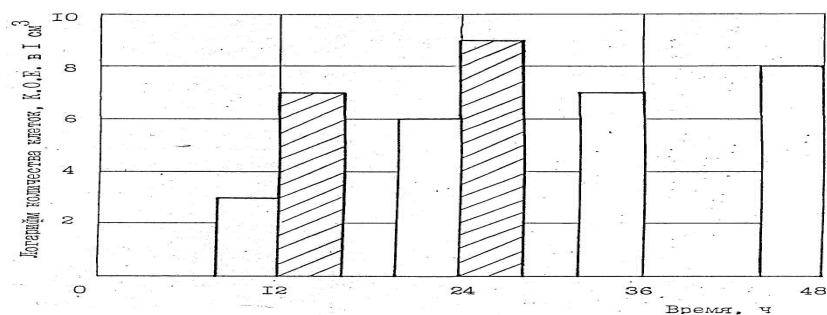


Рисунок 7 – Влияние обработки молока β -галактозидазой на количество жизнеспособных клеток *L. plantarum* 8П-А3

- Контроль без фермента
- На молоке, обработанном β -галактозидазой

В следующей серии исследований изучали биохимическую активность при пересевах. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение биохимической активности *L. plantarum* 8П-А3 при пересевах

Генера-ция	Продолжительность сквашивания, ч		Кислотность, °Т		Количество клеток в 1 см ³	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
1	22-24	44-48	58	60	10^9	10^8
2	19-20	48-50	60	57	10^9	10^8
3	19	нет сгустка через 72	60-65	45	10^9	10^8

1, 2 генерации – на молоке, обработанном β -галактозидазой; 3 генерация – на обычном молоке

Анализ данных таблицы показал, что обработка молока β -галактозидазой стимулирует рост *L. plantarum*, о чем свидетельствует повышение кислотообразующей способности и количества жизнеспособных клеток. Интересен тот факт, что активизированные культуры *L. plantarum* хорошо растут в молоке без стимуляторов роста, что наглядно видно на примере 3-й генерации *L. plantarum*.

Подобная динамика активизации была отмечена при изучении влияния обработки молока β -галактозидазой на активность бифидобактерий (4).

По данным японских исследователей, *L. plantarum* обладает низкой β -галактозидазной активностью (208, 209).

При обработке молока ферментом β -галактозидазой активизированная культура *L. plantarum*, вероятно, приобретает высокую собственную β -галактозидазную активность, как и в случае с бифидобактериями, а также способность накапливать интермедиаты, необходимые для метаболических нужд клетки, и расти в молоке без ростовых факторов.

Таким образом, применение активизированной β -галактозидазой культуры *L. plantarum* исключает использование дорогостоящих питательных сред и добавление в молоко ростовых веществ, позволяет упростить технологический процесс получения закваски.

2.2 Выбор оптимального соотношения молочнокислых бактерий и бифидобактерий в комбинированной закваске

По мнению многих исследователей, многоштаммовые закваски обладают высокой активностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды в сравнении с заквасками, приготовленными на отдельных культурах.

Из данных литературы (глава 1) нами выявлено, что бифидобактерии обладают высокой редуцирующей способностью, проявляют антагонистическую активность по отношению к патогенным микроорганизмам. Бифидобактерии способны расти в анаэробных условиях, продуцируют молочную и летучие жирные кислоты, синтезируют витамины. Все эти свойства свиде-

тельствуют о перспективности использования их в колбасном производстве.

В связи с этим наши дальнейшие исследования посвящены созданию комбинированной закваски, состоящей из бифидобактерии *B. longum* В379 М и молочнокислых бактерий *L. plantarum* 8П-А3.

Известно, что при подборе заквасок очень важно, чтобы входящие в их состав микроорганизмы находились в прочных симбиотических взаимоотношениях.

При совместном культивировании бифидобактерии с молочнокислыми бактериями отмечается отсутствие антагонистического воздействия их друг на друга. Более того, многие виды молочнокислых палочек и стрептококков стимулируют рост бифидобактерий в молоке (176, 175, 193, 212), что способствует увеличению активных клеток последних, а также летучих кислот, образуемых этой культурой.

Совместная деятельность микроорганизмов требует составления оптимальных соотношений, которое подбирают с учетом антагонистической активности, способности продуцировать вкусоароматические соединения и др.

Для выбора оптимального соотношения культур составляли различные варианты закваски и изучали ее свойства. При составлении комбинированной закваски прежде всего учитывали активность кислотообразования, продолжительность образования сгустка, накопление молочной и летучих жирных кислот (ЛЖК). Полученные результаты представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы, наиболее оптимальным сочетанием по исследуемым показателям является четвертый вариант закваски, состоящий из *B. longum* В379М и *L. plantarum*, взятых в соотношении 2:1. Следует отметить, что во всех вариантах закваски содержится одинаковое количество жизнеспособных клеток *L. plantarum* и бифидобактерий, однако количество молочной кислоты и ЛЖК значительно выше в соотношении культур (2:1).

При подборе полезных штаммов микроорганизмов для использования в колбасном производстве одним из критериев является устойчивость к соли, желчи и фенолу. В этой связи было изучено отношение исследуемых культур и их сочетаний к различным концентрациям фенола, желчи и соли (табл. 4, 5).

Таблица 3 – Подбор оптимального соотношения культур в комбинированной закваске

Вариант закваски	Кислотность, °Т	Количество клеток в 1 см ³		Количество	
		<i>L. plantarum</i> 8П-А3	<i>B. longum</i> В379М	ЛЖК, мл 0,1н NaOH	молочной кислоты, мг/100 г
<i>L. plantarum</i>	60	10 ⁸	-	1,1	700
<i>B. longum</i> В379 М	55	-	10 ⁹	1,3	680
<i>B. longum</i> В379 М <i>L. plantarum</i> (1:1)	58	10 ⁸	10 ⁹	2,8	730
<i>B. longum</i> В379 М <i>L. plantarum</i> (2:1)	65	10 ⁸	10 ⁹	5,2	860
<i>B. longum</i> В379 М <i>L. plantarum</i> (2:1)	62	10 ⁸	10 ⁹	3,1	770

Таблица 4 – Устойчивость отдельных культур и комбинированных заквасок к фенолу

№ п/п	Вариант закваски	8 % раствор фенола, мл									
		0,5		1,0		1,5		2,0		3,0	
		Продолжительность образования сгустка, ч									
		24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<i>L. plantarum</i>	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
2	<i>B. longum</i> В379 М	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
3	<i>B. longum</i> В379 М <i>L. plantarum</i> (1:1)	+		+		-	+	-	+	-	+
4	<i>B. longum</i> В379 М <i>L. plantarum</i> (2:1)	+		+		-	+	+	+	+	+
5	<i>B. longum</i> В379 М <i>L. plantarum</i> (2:1)	+		+		-	+	-	+	-	+

+ наличие сгустка; - отсутствие сгустка.

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что культуры *L. plantarum* и *B. longum* В379 М устойчивы к фенолу. Они развиваются в молоке при добавлении 2 мл 8 %-ного раствора фенола. Необходимо отметить, что комбинация этих культур в разных сочетаниях свертывала молоко при 3 мл за 48 часов, а в комбинации культур *B. longum* В379 М и *L. plantarum* в соотношении 2:1 сгусток образуется за 24 часа, что указывает

на высокую фенолоустойчивость данного соотношения.

Солеустойчивость бактерий является важным показателем, так как в колбасном производстве в качестве добавки применяется поваренная соль. Поэтому при выработке колбас с бактериальными препаратами целесообразно использовать штаммы бактерий, устойчивые к высоким концентрациям соли в среде.

Учитывая вышеизложенное, исследовали устойчивость отдельных культур и их сочетаний к различным концентрациям поваренной соли. Полученные данные представлены в таблице 5.

Из таблицы видно, что отдельные культуры и их комбинации хорошо растут в гидролизованном молоке с массовой долей поваренной соли до 6 %. При увеличении концентрации соли до 7% развивается только комбинированная закваска, состоящая из *B. longum*, *L. plantarum* в соотношении 2:1.

Таблица 5 – Устойчивость отдельных культур и комбинированных заквасок к соли и желчи

	Вариант закваски	Концентрация соли, %				Концентрация желчи, %		
		2	4	6	7	20	30	40
1	<i>L. plantarum</i>	+	+	+	-	+	+	-
2	<i>B. longum</i> B379 M	+	+	+	-	+	+	-
3	<i>B. longum</i> B379 M <i>L. plantarum</i> (1:1)	+	+	+	-	+	+	-
4	<i>B. longum</i> B379 M <i>L. plantarum</i> (2:1)	+	+	+	+	+	+	+
5	<i>B. longum</i> B379 M <i>L. plantarum</i> (2:1)	+	+	+	-	+	+	-

+ наличие мутности; - отсутствие мутности.

При изучении устойчивости к желчи выявлено, что комбинации культур обладают более высокой устойчивостью к желчи, чем отдельные культуры, их рост отмечается при 30% желчи. В комбинации же культур *B. longum* B379 M, *L. plantarum* в соотношении 2:1 заметен рост и при 40 % (табл. 5).

Одним из основных показателей закваски является ее ан-

тибиотическая активность. В связи с этим исследовали антибиотическую активность отдельных культур и их комбинаций по отношению к тест-культуре *E. coli* I 53.

Полученные данные сведены в таблице 6.

Как видно из данных таблицы 6, при отдельном культивировании компонентов комбинированной закваски наиболее выраженной антибиотической активностью по отношению к *E. coli* I 53 обладают бифидобактерии, несколько меньшей – *L. plantarum*.

Таблица 6 – Антибиотическая активность отдельных культур и их комбинаций по отношению к *E. coli* I 53

№ п/п	Вид культуры	Рост бактерий в разведениях фильтратов культуральной жидкости	
		отсутствие роста	торможение роста
1	<i>L. plantarum</i>	1:2	1:8
2	<i>B. longum</i> B379 M	1:4	1:32
3	<i>B. longum</i> B379 M <i>L. plantarum</i> (1:1)	1:4	1:16
4	<i>B. longum</i> B379 M <i>L. plantarum</i> (2:1)	1:8	1:64
5	<i>B. longum</i> B379 M <i>L. plantarum</i> (2:1)	1:4	1:16

Важно подчеркнуть высокую антибиотическую активность комбинированной закваски в соотношении 2:1 (вариант 4) в сравнении с отдельными культурами. Бактерицидное действие комбинированной закваски проявилось в разведении 1:8, а бактериостатическое действие отмечено в разведении 1:64.

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что комбинированная закваска, включающая *B. longum* B379 M и *L. plantarum* 8П-А3 в соотношении 2:1, характеризуется не только высоким содержанием жизнеспособных клеток, но и высокой устойчивостью к соли, желчи и фенолу. Данная комбинация культур обладает способностью накапливать большое количество молочной и летучих жирных кислот, а также проявляет антагонистическую активность в отношении технически вредной и патогенной микрофлоры, в частности кишечной палочки.

2.3 Технология производства жидкой комбинированной закваски

Результаты проведенных исследований послужили основанием для разработки способа приготовления комбинированной закваски на основе чистых культур бифидобактерий *B. longum* B379 M и молочнокислых палочек *L. plantarum*. Предлагаемый способ осуществляется следующим образом (рис. 8):

Сухую культуру *L. plantarum* 8П-А3 активизировали путем культивирования на обработанном β-галактозидазой молоке.

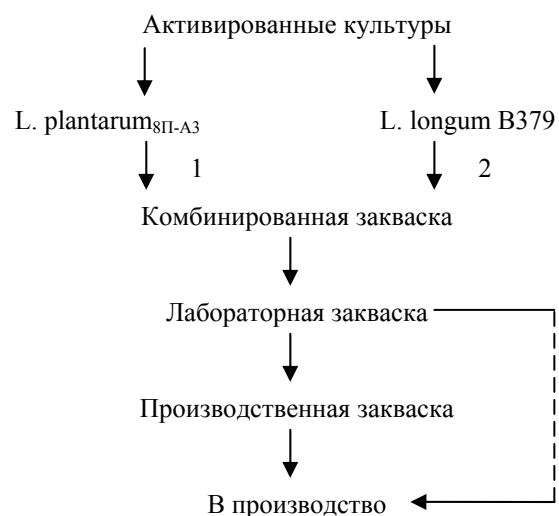


Рисунок 8 – Схема приготовления комбинированной закваски

Для приготовления комбинированной закваски использовали активизированную культуру *L. plantarum* третьей генерации.

Активизацию бифидобактерий проводили согласно существующей инструкции (138).

Из отдельных культур готовили комбинированную закваску. В пробирки с обезжиренным стерилизованным молоком

вносили 1% культур *B. longum* B379 M и *L. plantarum* в соотношении 2:1 и оставляли для сквашивания на 17-18 часов при $t = 37^{\circ}\text{C}$. Полученную комбинированную закваску использовали для приготовления лабораторной.

Лабораторную закваску готовили внесением 1-2% комбинированной закваски в стерилизованное молоко и выдерживали до образования сгустка кислотностью 60-63 °Т. В полученной закваске изучали биохимические и микробиологические показатели. Данные исследований отражены в таблице 7.

Таблица 7 - Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели лабораторной комбинированной закваски

Показатель	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная, нежная, в меру вязкая
Вкус и запах	Чистый, кисло-молочный, без посторонних привкусов
Цвет	Молочно-белый или с кремовым оттенком
Кислотность, °Т	60-63
Количество живых клеток, КОЕ в 1 см ³ бифидобактерий молочнокислых палочек	10 ⁹
<i>L. plantarum</i>	10 ⁸
Бактерии группы кишечной палочки в 10 см ³	Отсутствуют
Коагулазоположительные стафилококки в 10 см ³	То же
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы в 50 см ³	То же

Как видно из представленной таблицы, лабораторная закваска характеризуется высокими органолептическими, физико-химическими и микробиологическими показателями.

Лабораторную закваску отправляют в производство или используют для приготовления производственной. В связи с этим были уточнены сроки хранения лабораторной закваски. Полученные результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Изменение свойств лабораторной закваски в процессе хранения

Показатель закваски	Продолжительность хранения при 4-6 °С, сут						
	0	3	5	7	10	12	14
Кислотность, °Т	60	60	62	65	67	71	78
Активная кислотность, ед. рН	4,92	4,92	4,9	4,87	4,75	4,68	4,59
Количество бифидобактерий, КОЕ/см ³ в 1 см ³	3x10 ⁹	3x10 ⁹	3x10 ⁹	2x10 ⁹	1x10 ⁹	8x10 ⁸	3x10 ⁸
Количество молочнокислых палочек <i>L. plantarum</i> , КОЕ/см ³	5x10 ⁸	5x10 ⁸	3x10 ⁸	2x10 ⁸	1x10 ⁸	6x10 ⁷	1x10 ⁷

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в течение 10 суток хранения количество жизнеспособных клеток бифидобактерий и *L. plantarum* остается на достаточно высоком уровне и составляет 10⁹ и 10⁸ соответственно. Отсюда следует, что лабораторная закваска может храниться при температуре 4-6°С не более 10 суток. Для получения производственной закваски подбирали дозу вносимой лабораторной. Полученные результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Влияние массовой доли лабораторной закваски на качество производственной закваски

Массовая доля закваски, %	Время сквашивания, ч	Кислотность, °Т	рН	Кол-во клеток в 1 см ³	
				<i>L. plantarum</i> 81П-А3	<i>B. longum</i> В379 М
1	16	58	4,95	10 ⁸	10 ⁹
3	12	62	4,92	10 ⁸	10 ⁹
5	8	65	4,88	10 ⁸	10 ⁹
10	7	66	4,87	10 ⁸	10 ⁹

Анализ данных показал, что с увеличением массовой доли закваски от 1 до 5 % продолжительность сквашивания сокращается с 16 до 8 часов. Дальнейшее повышение массовой доли закваски до 10 % значительного эффекта не дает.

Таким образом, для приготовления производственной закваски необходимо вносить в стерилизованное или пастеризованное обезжиренное молоко 5% лабораторной закваски и проводить сквашивание в течение 8 часов.

В результате проведенных экспериментальных исследований разработана технология производства комбинированной закваски.

2.4. Исследование эффективности применения комбинированной закваски в мясном фарше

В настоящее время накоплен достаточный материал относительно применения молочнокислых палочек *L. plantarum* в колбасном производстве и их положительной роли на протекающие биохимические процессы.

Однако мало работ посвящено изучению развития бифидобактерий в колбасном фарше, поэтому исследования эффективности применения бифидобактерий в мясном фарше представляют определенный интерес.

Объективным показателем интенсивности молочнокислого брожения в фарше служит изменение активной кислотности.

Для повышения ферментативной активности микроорганизмов изготавливали колбасы с применением «теплой» осадки при t=22±2 °С.

Полученные результаты представлены на рисунках 9, 10.

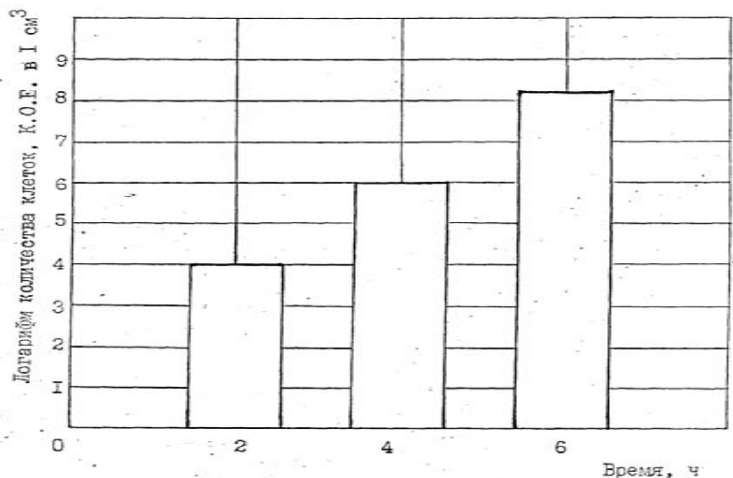


Рисунок 9 – Динамика роста бифидобактерий в фарше варено-копченых колбас в процессе осадки

Из данных рисунка 9 видно, что бифидобактерии активно развиваются в колбасном фарше, так к 4 часам осадки количество их составляет 10^6 КОЕ в 1 см^3 .

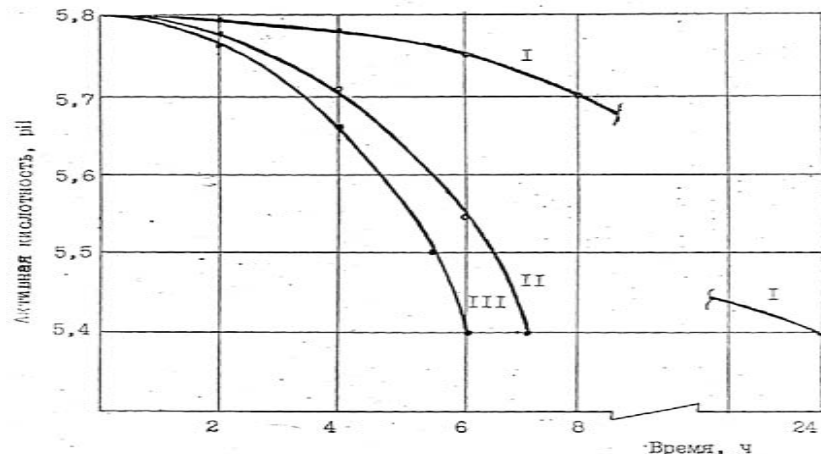


Рисунок 10 – Влияние стартовых культур на изменение активной кислотности фарша варено-копченых колбас в процессе осадки
 I – контроль без закваски; II – *B. longum* V379 M; III – с комбинированной закваской

Характер изменения активной кислотности (рис. 10) одинаков для всех образцов. Однако интенсивность этих изменений наибольшая в опытных образцах, где с комбинированной закваской через 6 часов и с *B. longum* V379 M через 7 часов осадки pH составляет 5,4, тогда как в контроле величина pH достигает такого же значения через 24 часа. Количество жизнеспособных клеток бифидобактерий в фарше с комбинированной закваской через 6 часов осадки равнялось 10^8 КОЕ в 1 см^3 .

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что мясной фарш является благоприятной средой для развития бифидобактерий.

2.5 Технология производства сухой комбинированной закваски

На основании экспериментальных исследований разработана жидкая комбинированная закваска, включающая бифидобактерии *B. longum* V379 M и молочнокислые палочки *L. plantarum* 8П-А3 в соотношении 2:1.

Предварительные опыты, проведенные в лабораторных условиях, показали, что мясной фарш является благоприятной средой для развития микрофлоры, входящей в состав жидкой комбинированной закваски.

Ввиду того, что жидкие закваски имеют ограниченные сроки хранения (не более 10 суток), широкое применение нашли сухие бактериальные препараты как более устойчивые при хранении и более транспортабельные.

В этой связи дальнейшие исследования посвящены разработке технологии производства сухой комбинированной закваски.

Первоначальный и важный этап технологического процесса консервирования – отбор и предварительная подготовка биоматериалов.

При лиофилизации микроорганизмов исключительно большое значение уделяется возрасту культур, защитным средам, температурам замораживания и высушивания.

Учитывая, что жизнеустойчивость микроорганизмов тем выше, чем больше количество молодых клеток и меньше продуктов метаболизма в среде, для высушивания использовалась

закваска в конце экспоненциальной или в начале стационарной фазы развития, т.е. в возрасте (20-24) часа.

Сублимационному консервированию подвергалась лабораторная закваска, полученная путем сквашивания стерилизованного цельного или обезжиренного молока (1-2)% комбинированной закваски.

Показатели активности закваски представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Биохимическая активность лабораторной закваски

Показатель	Норма
Активность по продолжительности сквашивания, ч	15 - 17
Кислотность, титруемая, °Т активная, рН	60 – 63 4,95 - 4,92
Количество клеток, КОЕ в 1 см ³ B. longum B379 M L. plantarum 8П-А3	109 108

Данные таблицы 10 свидетельствуют о том, что закваска, используемая для высушивания, обладает высокой биохимической активностью.

Замораживание является технологической операцией, предшествующей непосредственно сублимации.

Гибель клеток при замораживании может быть вызвана воздействием гипертонических растворов, механическим действием внеклеточного льда, внутриклеточной кристаллизацией воды, частичной дегидратацией содержимого клеток и другими факторами.

Применение криозащитных веществ, предохраняющих микроорганизмы при замораживании (размораживании), позволяет значительно повысить жизнеспособность микроорганизмов.

В Восточно-Сибирском государственном технологическом университете разработана технология получения сухих препаратов бифидобактерий. При этом теоретически обоснованы условия подготовки культур бифидобактерий к консервированию и выбраны оптимальные режимы сублимационной сушки (138,

154). Технологические параметры, рекомендованные при производстве сухих препаратов бифидобактерий, были использованы в наших дальнейших исследованиях.

Состав защитной среды представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав защитной среды

Компоненты защитной среды	Массовая доля, %
Дистиллированная вода	86
Сахароза	10
Натрий лимоннокислый трехзамещенный	2,0
Глицерин	2,0

Комбинированную закваску вносили в защитную среду в количестве 30 %. Смесь тщательно перемешивали, разливали во флаконы и замораживали при $t=(-18)^{\circ}\text{C}$. После активизации замороженной закваски определяли количество жизнеспособных клеток бифидобактерий и *L. plantarum*. Полученные данные представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Влияние замораживания на выживаемость клеток

Закваска	Количество клеток, КОЕ в 1 см ³		Активность сквашивания, ч
	B. longum B379 M	L. plantarum 8П-А3	
До замораживания	6×10^9	5×10^8	17
После замораживания	4×10^8	2×10^8	17

Результаты, полученные в ходе экспериментов, показали, что замораживание незначительно влияет на жизнеспособность как бифидобактерий *B. longum* B379 M, так и молочнокислых палочек *L. plantarum*. При активизации замороженной закваски на молоке продолжительность сквашивания не изменилась. Следовательно, защитная среда, содержащая сахарозу, натрий лимоннокислый и глицерин, способна оказывать защитное действие на микрофлору комбинированной закваски при замораживании.

Вероятно, компоненты защитной среды предотвращают непосредственный контакт микроорганизмов с кристаллами льда, действуют в качестве электролитного буфера и предохраняют от быстрой и слишком большой дегидратации.

Таким образом, на основании собственных исследований, а также литературных данных подобраны оптимальные условия подготовки комбинированной закваски к консервированию.

2.5.1 Влияние остаточной влажности на сохранение жизнеспособности клеток бактерий

На выживаемость клеток в процессе высушивания влияет степень их обезвоживания. Этот показатель характеризует эффективность процесса сушки, а также пригодность сухих препаратов к длительному хранению. Оптимальная величина остаточной влажности для различных организмов неодинакова. С увеличением влажности выживаемость микроорганизмов уменьшается. Губительно сказывается и чрезмерное высушивание (8, 10).

В следующей серии опытов изучено влияние влагосодержания на выживаемость бактериальных клеток *B. longum* B379 M, *L. plantarum* 8П-А3 в сухой комбинированной закваске.

Высушивание проводили до различной остаточной влажности (от 0,2 до 6 %). Начальная температура сушки замороженной культуры составляла -18 °С, досушивание проводили при – (37 - 40) °С. Остаточное давление в системе поддерживалось на уровне (0,13-1,3) Па.

Полученные результаты показаны на рисунке 11.

Представленные данные свидетельствуют о том, что при остаточной влажности от 1,5 до 3,5 % наблюдается наибольшая выживаемость клеток как бифидобактерий, так и молочнокислых палочек. Увеличение влагосодержания ведет к гибели клеток бактерий. При 6% влаги выживаемость клеток *B. longum* снизилась на 15 %, а *L. plantarum* – на 20 %. Содержание остаточной влаги менее 1 % действует смертельно. Клетка без минимума влаги нежизнеспособна. Вследствие лишения связанной воды происходят необратимые реакции в ферментной системе.

Таким образом, оптимальной остаточной влажностью для микрофлоры комбинированной закваски является от 1,5 до 3,5 %.

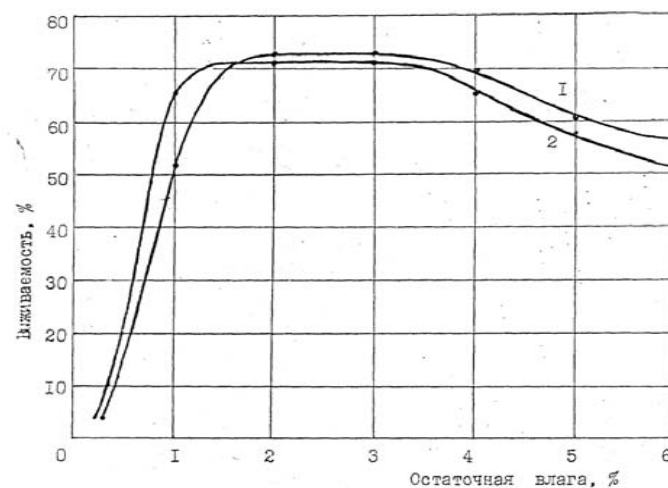


Рисунок 11 - Выживаемость *B. longum* B379 M и *L. plantarum* 8П-А3 непосредственно после сушки
1 – *B. longum* B379 M; 2 – *L. plantarum* 8П-А3.

2.5.2 Исследование качества сухой комбинированной закваски

Основной принцип сублимационного консервирования микроорганизмов – сохранение их качественных показателей.

Сухую комбинированную закваску оценивали по следующим показателям: остаточная влажность, растворимость, количество клеток бифидобактерий и молочнокислых бактерий, активность сквашивания молока. Характеристика закваски представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристика сухой комбинированной закваски

Показатели	Характеристика
1	2
Внешний вид	Однородный порошок или пористая таблетка
Цвет	Молочно-белый с кремовым оттенком

продолжение таблицы 13

1	2
Массовая доля влаги, %	2,5 ± 1,0
Растворимость, сек	60 ± 2,0
Количество клеток, КОЕ в 0,1 г бифидобактерий <i>B. longum</i> В379 М	1*10 ⁹
<i>L. plantarum</i> 8П-А3	2*10 ⁸
Активность сквашивания 1 л молока 1 дозой препарата, ч	11 - 13
Кислотность сгустка, °Т	65 - 68
Микроскопический препарат	Изогнутые или прямые палочки, с утолщениями на концах и без них, расположенные в виде отдельных, спаренных клеток или в виде цепочек
Бактерии группы кишечной палочки в 1 г препарата	Отсутствуют
Контаминация	То же

Из приведенных данных видно, что сухая комбинированная закваска обладает хорошей растворимостью, имеет высокую активность по продолжительности сквашивания молока и содержит большое количество живых клеток бифидо- и лактобактерий.

Одним из требований к бактериальным препаратам в колбасном производстве является продуцирование летучих ароматических соединений, так как от их содержания зависят органолептические свойства колбасных изделий. В связи с этим изучали образование молочной и летучих жирных кислот при активизации сухой закваски (рис.12).

Данные графика показывают, что сухая комбинированная закваска обладает способностью накапливать молочную кислоту и летучие жирные кислоты. На момент образования сгустка количество молочной кислоты составляло 810 мг, а ЛЖК – 16 мг/100 г продукта. Способность к образованию летучих ароматических соединений – наиболее переменчивое свойство молочнокислых бактерий. Однако при сублимационной сушке это свойство культур не изменилось.

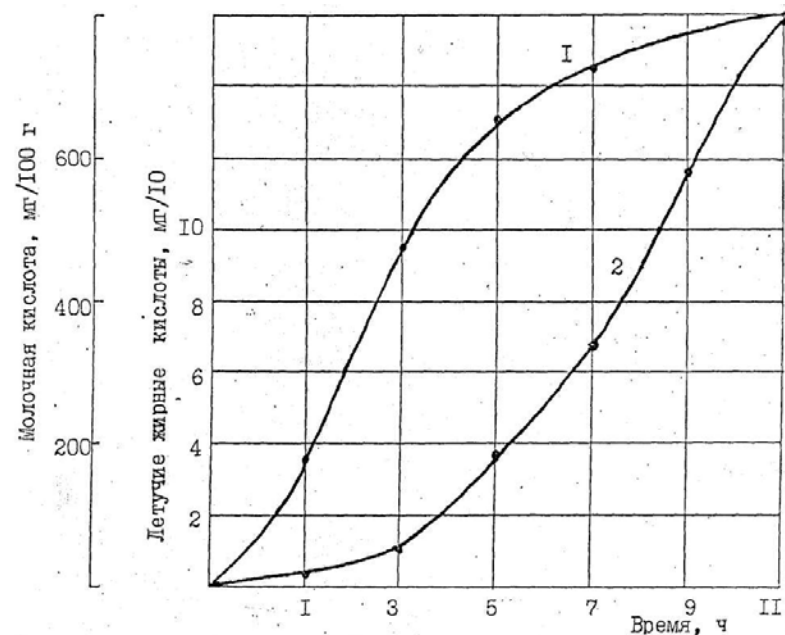


Рисунок 12 – Динамика накопления молочной и летучих жирных кислот при активизации сухой комбинированной закваски
1 – молочная кислота; 2 – летучие жирные кислоты.

2.5.3 Изучение сроков хранения сухой комбинированной закваски

Практическая ценность сухих заквасок определяется качеством не только в свежем состоянии, но и в процессе их хранения.

На сохранность микроорганизмов в лиофилизированном виде большое влияние оказывает температура хранения. По данным исследователей, самой приемлемой для хранения является температура -18°C и +4°C. В связи с этим в дальнейших исследованиях изучали стойкость сухой комбинированной закваски в процессе хранения при температурах (4-6)°C и (-18)°C. Полученные результаты представлены в таблицах 14, 15.

Таблица 14 - Изменение биохимической активности сухой закваски в процессе хранения при 4-6 °С

Срок хранения, мес.	Активность, ч	Кислотность,		Кол-во клеток, КОЕ в 1 см ³	
		° Т	рН	<i>B. longum</i> В379 М	<i>L. plantarum</i> 8П-А3
0	11	65±2	4,89±0,01	1,0x10 ⁹	2,0x10 ⁸
3	11	65±1	4,89±0,01	1,0x10 ⁹	2,0x10 ⁸
6	11	65±1	4,89±0,01	1,0x10 ⁹	1,9x10 ⁸
9	12	66±1	4,81±0,01	0,9x10 ⁹	1,4x10 ⁸
12	13	68±2	4,74±0,01	0,6x10 ⁹	0,9x10 ⁸
15	16	71±2	4,68±0,01	0,4x10 ⁹	0,2x10 ⁸
18	20	75±1	4,49±0,01	0,2x10 ⁹	2,0x10 ⁷

Из данных таблицы видно, что через 6 месяцев хранения при температуре (4-6) °С произошло незначительное снижение количества молочнокислых палочек *L. plantarum* – всего на 5%. Все остальные свойства комбинированной закваски остались без изменения.

В дальнейшем, при хранении до года, происходило постепенное уменьшение количества клеток как *L. plantarum* 8П-А3, так и *B. longum* В379 М. Количество живых клеток бифидобактерий через год составило 0,6x10⁹ КОЕ, молочнокислых палочек – 0,9x10⁸ КОЕ. Активность сухой закваски за это время снизилась на 2 часа.

Хранение же закваски до 18 месяцев заметнее сказалось на количестве клеток *L. plantarum*, чем на количестве клеток *B. longum* В379 М.

Таким образом, хранение сухой комбинированной закваски при температуре (4-6) °С позволяет сохранить высокую биохимическую активность в течение 12 месяцев.

Результаты наблюдений за изменением активности сухой комбинированной закваски в процессе хранения при температуре (-18) °С представлены в таблице 15.

Анализ данных, полученных в процессе хранения при (-18) °С, показал, что в течение 9 месяцев активность сухой комбини-

Таблица 15 – Изменение биохимической активности сухой комбинированной закваски в процессе хранения при (-18) °С

Срок хранения, мес.	Активность, ч	Кислотность,		Кол-во клеток, КОЕ в 1 см ³	
		° Т	рН	<i>B. longum</i> В379 М	<i>L. plantarum</i> 8П-А3
0	11	65±1	4,89±0,01	1,0x10 ⁹	2,0x10 ⁸
3	11	65±1	4,89±0,02	1,0x10 ⁹	2,0x10 ⁸
6	11	65±1	4,89±0,01	1,0x10 ⁹	2,0x10 ⁸
9	11	65±1	4,89±0,02	1,0x10 ⁹	2,0x10 ⁸
12	12	66±1	4,81±0,01	0,9x10 ⁹	1,8x10 ⁸
15	13	68±1	4,74±0,01	0,8x10 ⁹	1,3x10 ⁸
18	14	75±1	4,69±0,02	0,7x10 ⁹	0,9x10 ⁸

рованной закваски соответствует активности закваски непосредственно после сушки. Дальнейшее хранение до 18 месяцев приводит к незначительному снижению количества клеток бактерий. Продолжительность сквашивания молока увеличилась лишь на 3 часа.

Таким образом, результаты наблюдений указывают на возможность хранения сухой комбинированной закваски при температуре (-18) °С в течение 18 месяцев.

Известно, что молочнокислые микроорганизмы более чувствительны к высушиванию и хранению. Однако полученные результаты согласуются с данными Шершневой и Лагода, указывающих, что биохимическая активность микрофлоры в удачно подобранных сочетаниях сохраняется при лиофилизации и хранении лучше, чем в чистых культурах.

Одним из основных показателей сухой закваски является остаточная влажность, влияющая на выживаемость клеток при хранении. Изменение выживаемости *B. longum* В379 М и *L. plantarum* в процессе хранения показано на рисунке 13.

Как видно из рисунка, с увеличением влажности сухой закваски в процессе хранения выживаемость клеток бактерий уменьшается. Так, после 18 месяцев хранения при t=(4-6)°С при влагосодержании 3,4 % выживаемость бифидобактерий составила 66%, а молочнокислых – 77 %.

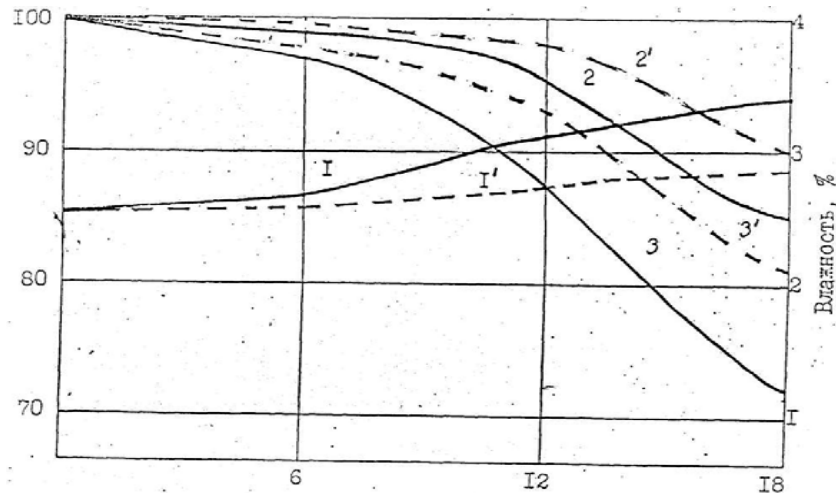


Рисунок 13 – Влияние температуры хранения на влажность сухой закваски и выживаемость бактерий

1 – влажность; 2 – выживаемость *B. longum* B379 M при температуре (4-6) °C, %; 3 – выживаемость *L. plantarum* при температуре (4-6) °C, %; 2' – выживаемость *B. longum* B379M при температуре (-18) °C, %; 3' – выживаемость *L. plantarum* при температуре (-18) °C.

Необходимо отметить, что при хранении сухой закваски при (-18)°C выживаемость бифидобактерий и молочнокислых палочек увеличивается и после 18 месяцев хранения составила 90 и 82 % соответственно.

2.5.4 Технология производства сухой комбинированной закваски

Проведенные исследования позволили разработать технологию производства лиофилизированной комбинированной закваски.

Технологический процесс производства закваски состоит из следующих этапов: приготовление жидкой комбинированной закваски, смешивание закваски и защитной средой, замораживание, сушка, хранение.

Схема производства сухой закваски приведена на рисунке

14. Сухую культуру *L. plantarum* активизировали путем культивирования на обработанном β-галактозидазой молоке.

Для приготовления комбинированной закваски использовали активизированную культуру *L. plantarum* третьей генерации.

Активизацию бифидобактерий проводили согласно существующей инструкции (88). Из отдельных культур готовили комбинированную закваску. В пробирки с обезжиренным стерилизованным молоком вносили 1% культур *B. longum* B379 M и *L. plantarum* в соотношении 2:1 и оставляли для сквашивания на 17-18 часов при $t = 37^{\circ}\text{C}$. Полученную комбинированную закваску использовали для приготовления лабораторной.

Лабораторную закваску готовили внесением 1-2% комбинированной закваски в стерилизованное молоко и выдерживали до образования сгустка кислотностью (60-63)°T.

Полученную жидкую лабораторную закваску в количестве 30% смешивали с защитной средой. Защитная среда состоит из водного раствора, содержащего сахарозу (10%), натрий лимоннокислый (2%), глицерин (2%). После смешивания разливали во флаконы по 1 мл или в стерильные лотки толщиной слоя (6-8) мм. Лотки закрывали марлевыми салфетками.

Замораживание проводили в морозильной камере при температуре (-18) °C.

Высушивание комбинированной закваски производилось в камерной сублимационной установке при следующих режимах: температура в начале процесса (-18)°C, в конце процесса (38±2)°0, остаточное давление 0,13-1,3 Па, продолжительность процесса (22±2) часа.

Флаконы с сухой закваской закрывали резиновыми пробками и закатывали алюминиевыми колпачками.

Закваску, высушенную на лотках, перед фасовкой измельчали и рассыпали в стерильную тару по 150-300 доз.

Хранение сухой закваски осуществляли при температуре (-18)°C в течение 18 месяцев или при температуре (4-6)°C не более 12 месяцев со дня выработки.

Таким образом, экспериментальные исследования позволили разработать научно обоснованную технологию получения сухой комбинированной закваски, включающую бифидобакте-

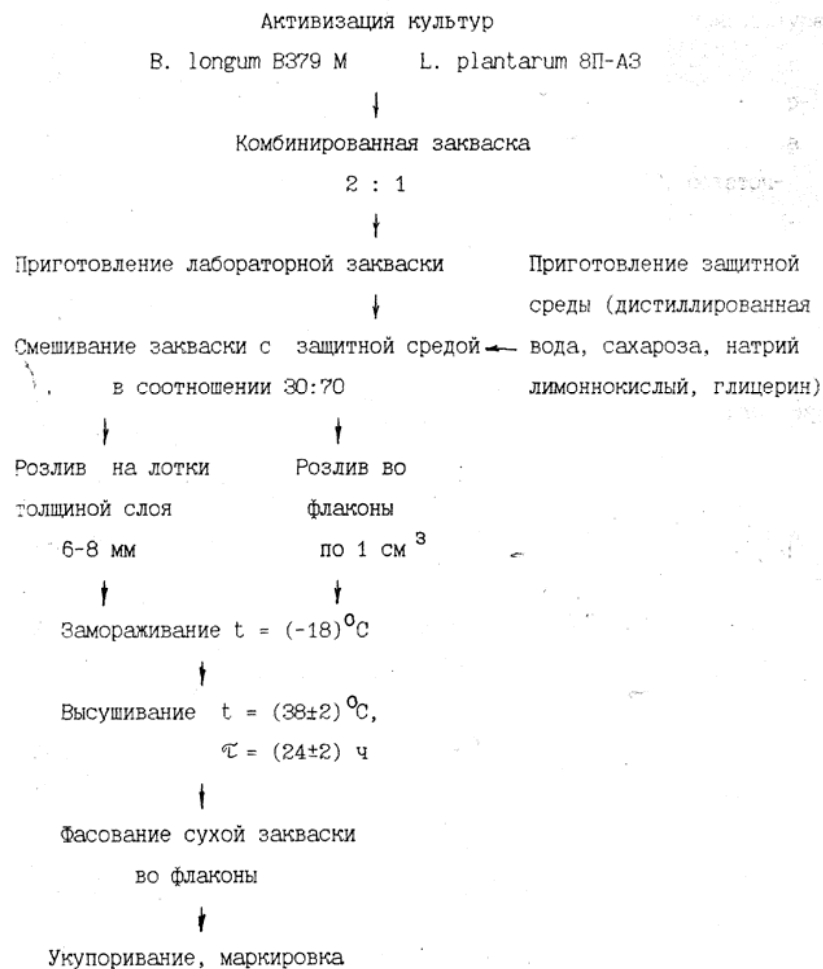


Рисунок 14 – Схема производства сухой комбинированной закваски

рии. B. longum В379 М и молочнокислые палочки L. plantarum, и нормативно-техническую документацию на их производство (ТУ 10-8-02069473-01-96. Препарат бактериальный сухой «Бифид-К»).

2.6 Практическое применение комбинированной закваски

Формирование микробиологических процессов в фарше зависит от способа подготовки стартовых культур.

Известны различные способы активизации сухих бактериальных препаратов. Одним из них является пересадочный, при котором вначале готовится первичная (материнская) закваска, а затем рабочая. Этот метод подготовки длительный и требует больших затрат, поэтому в настоящее время он не находит широкого применения.

Существующий метод подготовки закваски путем растворения в воде приводит к получению культур с ослабленными свойствами. Вследствие этого фаза интенсивного роста микрофлоры закваски в фарше отодвигается на более поздние сроки.

Нами были изучены два способа активизации сухой комбинированной закваски.

При первом способе (беспересадочном) активизации закваски в обезжиренное стерилизованное при температуре $(121 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ в течение (13 ± 2) мин и охлажденное до температуры $(37 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ молоко вносили сухую комбинированную закваску из расчета 0,1 г (одна порция) на 1 л. Заквашенное молоко выдерживали в термостате при $(37 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ до образования сгустка кислотностью 60-65 °Т, охлаждали до 5°C .

Второй способ (ускоренный) заключается в следующем: в молоко, пастеризованное при 95°C с выдержкой (20-30) минут и охлажденное до 37°C вносили закваску из расчета 1 мл суспензии на 1 л молока. Для приготовления суспензии сухую закваску тщательно растворяли в 5 мл стерильного или пастеризованного молока во флаконе. Молоко с внесенным бактериальным препаратом перемешивали и выдерживали 2-3 часа при $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ до кислотности 30-35°Т, затем охлаждали до 5°C .

Характеристика заквасок, полученных разными способа-

ми, представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика заквасок

Способ приготовления закваски	Кислотность		Кол-во клеток КОЕ в 1 см ³	
	титруемая, °Т	активная, рН	<i>B. longum</i> В379 М	<i>L. plantarum</i> 8П-А3
Беспересадочный	60 - 65	4,9	10 ⁹	10 ⁸
Ускоренный	30-35	5,7	10 ⁷	10 ⁷

Из таблицы видно, что закваска, полученная беспересадочным способом, характеризуется более высоким содержанием жизнеспособных клеток как бифидобактерий *B. longum* В379 М, так и молочнокислых бактерий *L. plantarum* (10⁹, 10⁸ в 1 см³ соответственно).

Однако необходимо отметить, что в закваске, приготовленной ускоренным способом, содержится достаточно высокое количество жизнеспособных клеток *B. longum* В379 М и *L. plantarum* 8П-А3 (10⁷ и 10⁷ в 1 см³ соответственно).

Эффективность действия заквасок изучали по изменению активной кислотности фарша варено-копченых колбас в период осадки (рис.15.)

Как видно из рисунка 15, внесение закваски, приготовленной беспересадочным способом, приводит к снижению рН фарша до 5,4 за 6 часов, ускоренным – за 9 часов, тогда как в контрольном образце рН достигает этого значения только через 24 часа.

Таким образом, при активизации сухой комбинированной закваски беспересадочным и ускоренным способами имеются возможности для восстановления жизненных функций и развития бактериальных клеток, а также накопления продуктов их жизнедеятельности.

В этой связи при производстве варено-копченых колбас можно использовать закваску, приготовленную как беспересадочным способом, так и ускоренным.

В данной работе использовалась закваска, полученная беспересадочным методом.

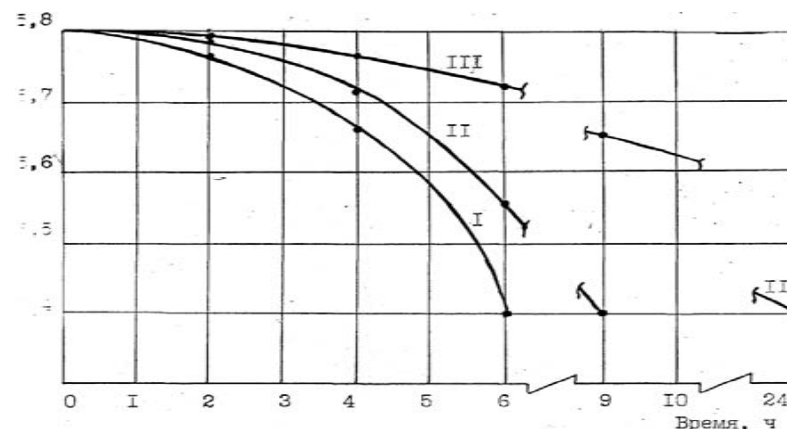


Рисунок 15 – Влияние способа подготовки закваски на изменение активной кислотности фарша
I – закваска, приготовленная беспересадочным способом; II – закваска, приготовленная ускоренным способом; III – контроль без закваски

2.6.1 Выбор и обоснование дозы закваски, вносимой в колбасный фарш

Результаты исследований (раздел 2.4) показали, что бифидобактерии хорошо растут в мясном фарше и могут быть использованы при производстве варено-копченых колбас с целью повышения их качества и интенсификации процесса производства. В этой связи на следующем этапе нами проведен выбор дозы вносимой закваски.

Интенсивность молочнокислого брожения в фарше отчетливо проявляется в изменении активной кислотности, поэтому она и была выбрана для объективной оценки дозы вносимой закваски.

Регулирование активной кислотности в период осадки является одной из важнейших мер по обеспечению качества готового продукта.

Результаты исследований представлены на рисунке 16.

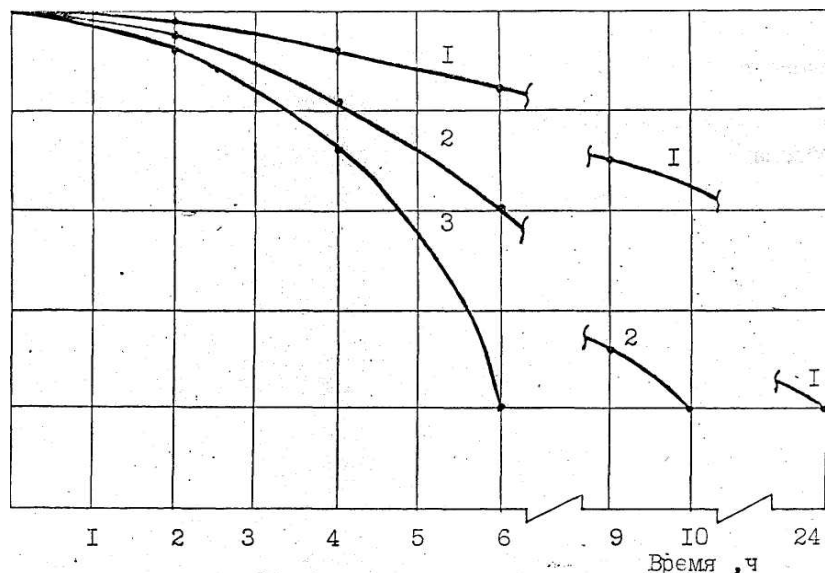


Рисунок 16 – Изменение активной кислотности фарша в зависимости от дозы вносимой комбинированной закваски
1 – контроль без закваски; 2 – 3 % закваски; 3 – 5 % закваски

Как видно из рисунка 16, в период осадки во всех образцах наблюдается снижение активной кислотности. Повышение массовой доли закваски ведет к усилению темпа снижения рН. Так, при внесении 3% рН достигает 5,4 за 10 часов, при 5% – за 6 часов. Дальнейшее увеличение массовой доли закваски нецелесообразно как по экономическим соображениям, так и по технологическим.

Понижение активной кислотности до значения 5,4 при выработке варено-копченых колбас обусловлено рядом факторов.

Величина рН среды – одно из условий развития микрофлоры, в том числе гнилостной и санитарно-показательной. При высокой кислотности среды рост гнилостных микроорганизмов тормозится. При рН 5,2-5,4 прекращается рост *Bact. mesentericus*, протей.

Кроме того, величина рН влияет на водосвязывающую способность фарша, а следовательно, и на скорость сушки. Чем

ближе величина рН к изоэлектрической точке белков мяса, т.е. к 5,4, тем меньше водосвязывающая способность и выше скорость сушки. При рН ниже 5,0 водосвязывающая способность снова возрастает.

Таким образом, учитывая все вышеизложенное, можно сделать вывод, что для достижения активной кислотности фарша 5,4 оптимальной дозой является 5%.

2.6.2 Развитие микрофлоры закваски в фарше в период осадки

При производстве колбасных изделий важную роль играют микробиологические и биохимические процессы, протекающие в период их изготовления. Ход этих процессов зависит от развития полезных бактерий в мясном фарше. Поэтому в серии опытов была изучена динамика развития микрофлоры закваски в процессе осадки.

Картина изменений представлена на рисунке 17. Из данных рисунка видно, что в период осадки происходит интенсивный рост как молочнокислых палочек, так и бифидобактерий. Так, после 6 часов количество клеток *B. longum* В379 М составило 10^8 , *L. plantarum* 8П-А3 – 10^7 КОЕ в 1 см^3 .

В активизированной жидкой закваске бифидобактерии и молочнокислые бактерии *L. plantarum* находятся в фазе интенсивного развития, что способствует быстрому развитию клеток как *B. longum* В 379 М, так *L. plantarum* в мясном фарше в самом начале процесса осадки. Активизация закваски заметным образом сказывается на сокращении продолжительности осадки колбасного фарша.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что колбасный фарш является благоприятной средой для развития микрофлоры закваски. При культивировании бифидобактерий в мясном фарше отмечена их высокая активность. Вероятно, анаэробные условия, имеющие место после шприцевания фарша в оболочку, способствуют интенсивному росту *B. longum* В379 М.

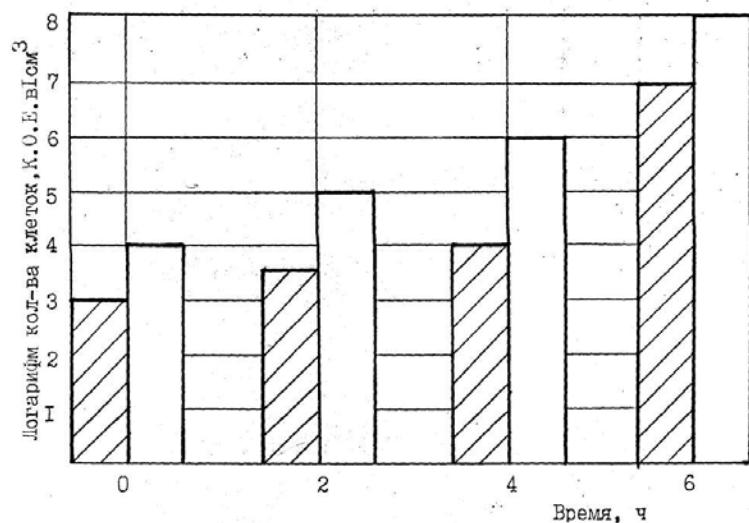


Рисунок 17 – Динамика роста микрофлоры закваски в мясном фарше в период осадки

- – Бифидобактерии *V. longum* B379 M;
- ▨ – Молочнокислые палочки *L. plantarum* 8П-А3.

2.6.3 Влияние стартовых культур на изменение кислотности фарша в период осадки

При созревании мясного фарша большое значение имеют процессы, вызываемые жизнедеятельностью микроорганизмов и активностью тканевых ферментов.

Влияние молочнокислых бактерий на распад гликогена мяса и сбраживание углеводов с образованием молочной кислоты – характерное явление при созревании фарша. От количества молочной кислоты, в основном, зависит величина активной кислотности и условия для последующих микробиологических и биохимических процессов. Мерой активной кислотности служит рН. Максимальная величина активной кислотности совпадает с периодом интенсивного развития молочнокислой микрофлоры. Все действующие на ее развитие факторы влияют и на измене-

ние активной кислотности.

В регулировании активной кислотности важное значение принадлежит составу микрофлоры закваски.

В дальнейших исследованиях, с учетом подобранной дозы (5 %), изучено влияние заквасок с различным бактериальным составом на изменение активной кислотности. Использованы закваски двух типов: первая – культура *V. longum* B379 M, вторая – комбинированная закваска, состоящая из *V. longum* B379 M и *L. plantarum* в соотношении 2:1. Полученные в ходе экспериментов данные представлены на рисунке 18. Как видно из рисунка, активная кислотность зависит от состава закваски. В образце с комбинированной закваской снижение рН до 5,4 происходит за 6 часов. В образце с *V. longum* B379 M активная кислотность достигает значения 5,4 за 7 часов. В контроле рН снижается до такого же значения только через 24 часа.

Таким образом, внесение стартовых культур в мясной фарш позволяет ускорить процесс осадки варено-копченых колбас до 6 часов.

В процессе осадки решающее значение имеет динамика изменения активной кислотности.

В изменении активной кислотности имеются две характерные особенности: во-первых, скорость снижения рН в период осадки; во-вторых, максимальная величина активной кислотности. Низкая активная кислотность указывает на торможение молочнокислого брожения, что благоприятствует развитию патогенной микрофлоры и ухудшает качество продукта. Резкое падение рН ниже 5,3 свидетельствует об излишне интенсивном молочнокислом процессе, что может привести к закисанию фарша. Поэтому для получения высококачественного продукта необходимо постепенное снижение активной кислотности в период осадки.

Имея низкую предельную кислотность, бифидобактерии выступают мощным регулятором активной кислотности фарша в период осадки без ухудшения его качества.

В процессе осадки изменяется титруемая кислотность среды. В серии опытов было изучено влияние заквасок на изменение титруемой кислотности (рис. 18). Из рисунка 18 видно, что при внесении заквасок общая кислотность повышается. Так, к 6

часам осадки титруемая кислотность в образце с комбинированной закваской составила 405-мг %, с *V. longum* В379 М – 395 мг%, тогда как в контроле – лишь 358 мг%.

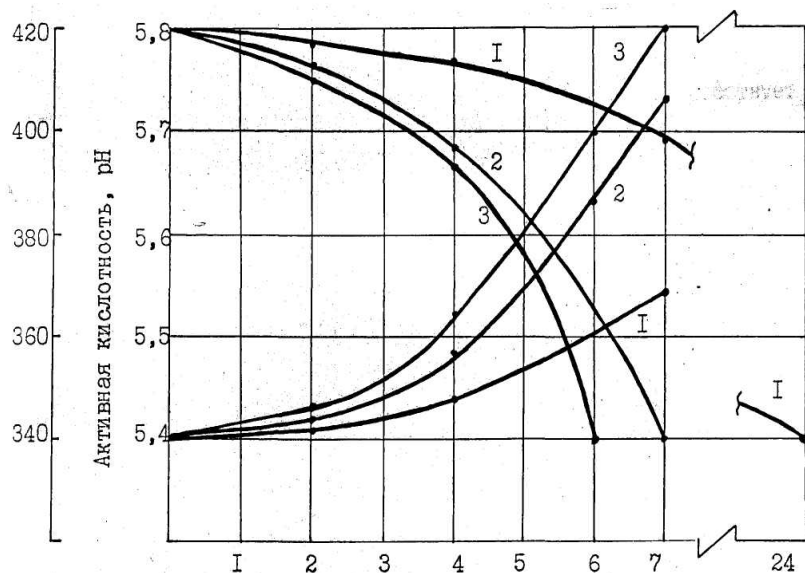


Рисунок 18 – Влияние стартовых культур на изменение кислотности мясного фарша в процессе осадки

I – контроль без закваски; 2 – с *V. longum* В379 М; 3 – с комбинированной закваской

Наряду с молочной кислотой микрофлора закваски способствует накоплению в мясном фарше различных соединений: летучих жирных кислот, свободных аминокислот, спиртов, которые оказывают влияние на титруемую кислотность среды, а также и на изменение активной кислотности.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что при использовании стартовых культур, включающих бифидобактерии, повышается титруемая кислотность, регулируется темп снижения активной кислотности, интенсифицируется процесс осадки.

2.6.4 Влияние стартовых культур на содержание молочной и летучих жирных кислот в фарше в период осадки

Одним из требований, предъявляемых к бактериальным культурам закваски при производстве колбас, является продуцирование ими веществ, придающих изделиям характерные приятные органолептические свойства.

Накопление в среде и продукте органических нелетучих кислот, в частности молочной, летучих жирных кислот, аминокислот, связывают с образованием специфического аромата и вкуса колбас.

В этой связи изучено изменение количества молочной кислоты в фарше в процессе осадки. Данные представлены на рисунке 19.

Из рисунка видно, что процесс накопления молочной кислоты интенсивнее протекает в опытных образцах. Так, через 6 часов осадки прирост молочной кислоты в образце с комбинированной закваской составил 132 %, с *V. longum* В379 М – 108,5 %, тогда как в контрольном – лишь 38 %. Причина этому, вероятно, – влияние микрофлоры закваски на интенсивность распада гликогена мяса с образованием молочной кислоты при сбраживании углеводов бактериями.

Гомоферментативные молочнокислые палочки *L. plantarum* почти количественно (90%) сбраживают углеводы в молочную кислоту. Основным продуктом метаболизма бифидобактерий при сбраживании углеводов также является молочная кислота.

Накопление молочной кислоты оказывает благоприятное влияние на консистенцию и связанность колбасного фарша. Это объясняется изменением поверхностного натяжения фарша в результате воздействия на растворимые белки мяса молочной кислоты.

В следующей серии опытов были изучены особенности динамики накопления общего количества летучих жирных кислот во время осадки. Результаты исследований представлены на рисунках 19, 20.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в период осадки во всех образцах наблюдается накопление ЛЖК. Однако

содержание их интенсивнее увеличивается в опытных образцах. Количественный прирост кислот за время осадки составил в образце с комбинированной закваской 36,31, с *V. longum* В379 М – 31,9%, в контроле – 10,9%.

Наибольший прирост ЛЖК в опытных образцах с заквасками происходит, вероятно, в результате влияния бактерий на активизацию биохимических и физико-химических процессов, связанных с дезаминированием аминокислот, окислением углеводов и карбонильных соединений. Кроме того, культуры, входящие в закваски, обладают способностью продуцировать летучие жирные кислоты.

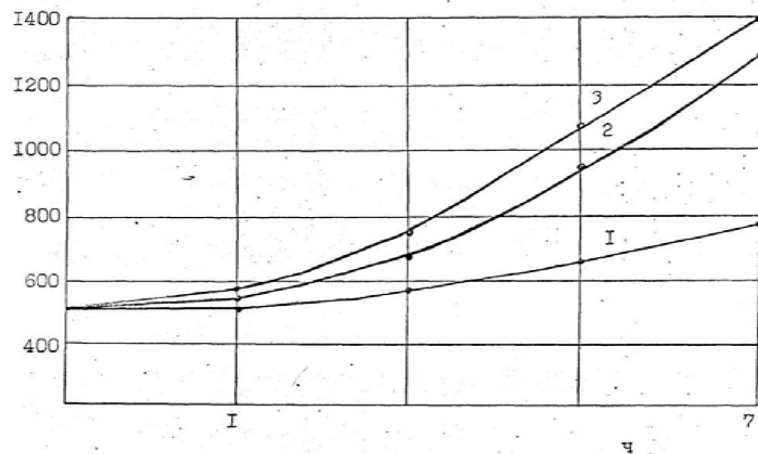


Рисунок 19 – Влияние стартовых культур на накопление молочной кислоты в фарше в период осадки
I – контроль без закваски; 2 – с *V. longum* В379 М; 3 – с комбинированной закваской

В дальнейших исследованиях были изучены качественный состав и количественное содержание ЛЖК методом газожидкостной хроматографии. Разделение кислот проводили в виде их метиловых эфиров. Идентифицировали кислоты по времени удерживания метиловых эфиров известных кислот.

Количественные данные по содержанию ЛЖК, разделенных на газожидкостном хроматографе, приведены в таблице 17.

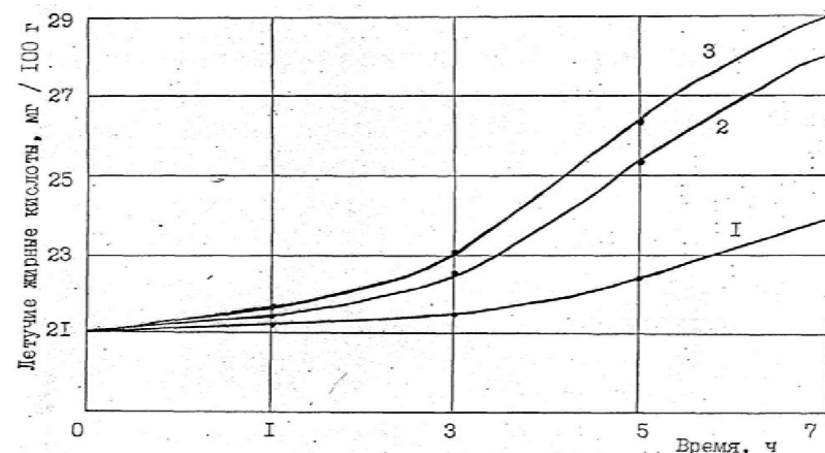


Рисунок 20 – Влияние стартовых культур на накопление летучих жирных кислот в мясном фарше в период осадки
I – контроль без закваски; 2 – с *V. longum* В379 М; 3 – с комбинированной закваской

Постоянное накопление отдельных компонентов ЛЖК отмечено на протяжении всей осадки во всех образцах. В опытных же образцах наблюдается ускоренный прирост кислот, который обусловлен продуцированием ЛЖК микрофлорой закваски.

Качественный состав ЛЖК одинаков для всех образцов, имеются только количественные различия. В процессе осадки происходит значительное накопление всех кислот, но наиболее интенсивно – уксусной и муравьиной. Доля уксусной кислоты в общем количестве кислот возрастает к 8 часам осадки в образцах с комбинированной закваской – до 32,58 %, с *V. longum* В379 М – 28,8 %, в контроле – до 14,45%, доля муравьиной кислоты – соответственно, до 13,9, 12,4, 9,1 %.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что внесение комбинированной закваски в качестве стартовых культур в мясной фарш способствует большему накоплению молочной и летучих жирных кислот.

Таблица 17 – Накопление летучих жирных кислот в фарше варено-копченых колбас в процессе осадки

Наименование летучих жирных кислот	Продолжительность осадки, ч								
	комбинированная закваска			V. longum В379 М			без закваски		
	2	4	6	2	4	6	2	4	6
Пентан	74,0	58,0	37,0	77,9	93,0	44,0	79,0	66,0	55,0
Метилловые эфиры									
Муравьиной кислоты	4,40	9,20	13,9	3,60	7,80	12,4	2,20	6,60	9,70
Уксусной кислоты	18,03	23,80	32,58	16,02	21,55	28,81	15,7	20,0	24,45
Пропионовой, изо-масляной кислот	2,82	5,30	6,02	2,60	4,43	5,16	2,45	4,32	4,73
Масляной кислоты	0,52	0,814	1,41	0,46	0,739	1,162	0,453	0,715	1,17
Изовалериановой кислоты	0,071	0,102	5,2	0,066	0,892	4,94	0,056	0,825	3,582
Валериановой кислоты	0,070	0,917	1,23	0,060	0,855	1,07	0,056	0,825	0,78
Неидентифицирован	0,015	0,027	0,04	0,015	0,021	0,048	0,013	0,017	0,018
Капроновой кислоты	0,074	0,84	2,62	0,075	0,713	2,41	0,072	0,698	1,17

2.6.5 Изменение содержания свободных аминокислот в фарше в процессе осадки

При производстве ферментированных колбас большое значение имеет протеолитическая активность используемых микроорганизмов. Протеолитическая активность определяется, во-первых, фильтрующимися протеазами клетки, во-вторых, внутриклеточными ферментами, освобождающимися при автолизе бактерий во время их культивирования. Фильтрующиеся протеазы участвуют в расщеплении белков мяса, при этом образующиеся азотистые соединения проникают через оболочку клетки и используются в процессах обмена. Протеолитические

системы внутриклеточных ферментов молочнокислых бактерий играют важную роль в протеолизе белков тканей.

В процессе метаболизма, а также при воздействии на белки тканей ферментов микроорганизмов образуются свободные аминокислоты. Последние играют роль веществ-предшественников, из которых образуются летучие соединения, участвующие в формировании вкуса и аромата готового продукта. В этой связи было изучено накопление свободных аминокислот в фарше в процессе осадки. Результаты исследований представлены в таблице 18.

Данные свидетельствуют, что в процессе осадки происходит увеличение содержания свободных аминокислот во всех образцах. Значительное же повышение наблюдается в опытных образцах. Так, в образце с комбинированной закваской увеличение общего содержания свободных аминокислот составило 29% от исходного содержания (после шприцевания), с V. longum В379 М – 23%, тогда как в контроле – лишь 11%. В количественном отношении преобладали такие аминокислоты, как лизин, гистидин, глютаминовая кислота, аланин.

Таблица 18 – Динамика изменения свободных аминокислот

Наименование аминокислоты	Содержание свободных аминокислот в колбасе, мг %					
	После шприцевания			После осадки		
	контр.	V. longum	комбин. заквас	контр.	V. longum	комбин. заквас
1	2	3	4	5	6	7
Лизин	18,713	11,524	12,012	8,933	15,892	17,595
Гистидин	12,142	12,246	12,768	12,890	12,315	13,628
Аргинин	следы	0,458	0,614	следы	0,694	0,761
Аспарагиновая кислота	1,001	1,001	1,024	1,932	1,000	1,106
Треонин	9,611	9,634	10,128	10,154	9,630	10,128
Серин	3,824	3,842	4,051	3,891	3,844	4,054
Глютаминовая	8,415	12,174	12,862	8,413	15,963	18,988
Пролин	2,417	2,923	3,240	2,825	3,258	3,246
Глицин	4,126	5,261	5,261	5,868	5,802	5,821
Аланин	11,915	12,109	12,204	11,905	13,231	13,357
Цистин	3,834	3,035	3,350	2,927	3,457	3,518
Валин	8,210	8,685	9,065	10,385	13,946	15,754
Метионин	1,926	2,836	2,836	3,224	5,765	6,893

продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7
Изолейцин	3,738	3,738	3,836	5,566	3,938	4,072
Лейцин	4,517	4,822	4,829	4,728	6,791	7,563
Тирозин	следы	0,206	0,217	следы	0,940	0,982
Фенилаланин	2,419	2,524	2,636	2,604	2,866	2,954
Сумма свободных аминокислот	85,808	97,018	101,101	95,247	119,332	130,42

Значительное увеличение содержания свободных аминокислот в фарше с заквасками, вероятно, является следствием гидролиза белков при воздействии на них ферментов бактерий, а также накопления свободных аминокислот в процессе жизнедеятельности микрофлоры закваски.

Известно, что при культивировании бифидобактерий в среде образуются такие свободные аминокислоты, как лизин, аргинин, глутаминовая кислота, валин, метионин, лейцин, тирозин. Развитие молочнокислых палочек *L. plantarum* также сопровождается накоплением большого количества свободных аминокислот.

Таким образом, использование стартовых культур способствует увеличению содержания свободных аминокислот в мясном фарше и тем самым улучшает вкус и аромат варено-копченых колбас.

2.6.6 Влияние стартовых культур на санитарно-гигиенические показатели фарша

Сырое мясо кроме полезных содержит различного вида технически вредные бактерии группы *E. coli*, *B. proteus*, *Salmonella*, *Cl. botulium* и др.

Данные литературного обзора свидетельствуют о важной роли микрофлоры закваски в регулировании размножения патогенных микроорганизмов в колбасных изделиях.

В фарше колбас развитие культур закваски и патогенных микроорганизмов происходит одновременно и при непосредственном контакте бактериальных клеток.

В связи с этим в дальнейших исследованиях изучено влия-

ние развития молочнокислых и бифидобактерий на рост бактерий группы кишечной палочки в процессе осадки. Полученные результаты представлены в таблице 19.

Из таблицы видно, что в опытных образцах на протяжении всего процесса осадки происходит интенсивное развитие как *L. plantarum*, так и *B. longum* В379 М. Рост полезной микрофлоры сопровождается гибелью бактерий группы кишечной палочки. Так, на конец осадки в образце с комбинированной закваской количество кишечной палочки составило 10^1 КОЕ, с *B. longum* В379 М – 10^2 КОЕ. В контроле же за счет имеющихся молочнокислых бактерий происходит лишь незначительное сокращение количества патогенных микроорганизмов.

Таблица 19 – Изменение количества кишечной палочки в фарше варено-копченых колбас в процессе осадки

Продолжительность осадки, ч	Содержание бактерий в фарше, КОЕ						
	контроль		<i>B. longum</i> В379 М		<i>B. longum</i> , <i>L. plantarum</i> 2:1		
	молочнокислые бактерии	кишечная палочка	бифидобактерии	кишечная палочка	молочнокислые бактерии	бифидобактерии	кишечная палочка
0	$3,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$	$4,9 \times 10^4$	$2,0 \times 10^5$
2	$3,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$	$3,7 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$	$2,5 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$	$4,6 \times 10^4$
4	$8,0 \times 10^3$	$8,6 \times 10^4$	$5,0 \times 10^7$	$7,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^7$	$3,2 \times 10^7$	$3,4 \times 10^3$
6	$1,0 \times 10^4$	$6,0 \times 10^4$	$9,0 \times 10^8$	$7,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^7$	$8,0 \times 10^8$	$1,0 \times 10^1$

Причиной антагонистического действия заквасок, вероятно, являются образование и накопление соединений, обладающих антибиотическим действием, изменение физико-химических условий фарша (рН, окислительно-восстановительный потенциал), а также конкуренция в отношении энергетического субстрата.

Таким образом, развитие микрофлоры закваски препятствует росту бактерий группы кишечной палочки на самых ранних стадиях производства варено-копченых колбас и повышает санитарно-гигиенические показатели готового продукта.

2.6.7 Влияние стартовых культур на дозу вносимого нитрита натрия

Среди канцерогенов, загрязняющих пищевые продукты, онкологическую опасность представляют N-нитрозосоединения, которые могут быть синтезированы в организме человека из нитрита. Поэтому снижение дозы нитрита, вносимого в колбасный фарш, является важной задачей, стоящей перед специалистами мясной промышленности.

При проведении органолептической оценки варенокопченых колбас, опытные образцы колбас на разрезе имели окраску ярче контрольных. В этой связи было изучено влияние стартовых культур на дозу вносимого нитрита. Розово-красная окраска колбас обусловлена присутствием нитрозопигментов.

Применение нитрита для производства колбасных изделий имеет ряд особенностей. Нитриты и азотистая кислота могут вести себя как окислители и как восстановители. Действуя как окислитель, азотистая кислота превращается в NO и N₂, как восстановитель – в NO и HNO. При избытке азотистой кислоты окись азота может быстро прореагировать с кислородом. В этом случае нитрозопигменты не образуются, что может быть причиной непрокрасивания мяса при избыточном содержании нитрита в системе (165).

Эффективность использования нитрита в образовании окраски можно получить на основании определения общего количества пигментов и содержания нитрозопигмента.

Данные, полученные при изучении влияния стартовых культур на накопление нитрозопигмента и остаточное содержание нитрита, представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Влияние стартовых культур на накопление нитрозопигментов и остаточное содержание нитрита

Образцы колбас	Количество добавляемого нитрита, мг %	Количество оставшегося нитрита, мг%	Количество нитрозопигмента, % к общему пигменту	Устойчивость окраски, %
1	2	3	4	5
Контроль без закваски	10,0	3,83	74,3	62,6

продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
Опытные образцы с комбинированной закваской	10,0	3,01	79,8	82,5
	5,0	1,52	76,7	79,0
	4,0	1,29	74,9	78,1
	2,5	0,85	48,6	57,3
Опытные образцы с <i>B. longum</i> B379	10,0 100	3,02	79,6	82,5
	5,0 50	1,54	76,4	78,9
	4,0 40	1,30	74,3	78,0
	2,5 25	0,88	48,6	57,3

Из таблицы видно, что наименьшее количество остаточного нитрита, при наличии устойчивой окраски, содержится в колбасе при внесении 40% от традиционно принятой дозы нитрита (т.е. 4 мг на 100). Доза 2,5 мг на 100 г недостаточна для получения стабильной окраски продукта, поскольку нитрозопигмента накапливается менее 50% от общего пигмента.

Известно, что восстановление нитрита и взаимодействие продуктов его восстановления с миоглобином зависят от активной кислотности среды, причем реакции протекают полнее и интенсивнее при более низкой величине pH. Оптимальное его значение для реакций образования окраски находится в области 5,0-6,0. Как показали проведенные исследования, внесение стартовых культур, включающих бифидобактерии, ускоряет снижение активной кислотности. Так, после 6 часов осадки pH фарша достигает 5,4. Из этого можно сделать вывод, что, изменяя активную кислотность фарша в кислую сторону, бифидобактерии способствуют восстановлению нитрита и образованию нитрозопигментов.

В то же время быстрота и интенсивность образования нитрозопигмента зависят от количества окиси азота, накапливающейся в мясе. Образование же окиси азота возможно лишь в восстановительных условиях.

Литературные данные свидетельствуют о высокой редуцирующей способности бифидобактерий.[58] Энзиматическая система их действует только при отрицательных потенциалах (-200, -400 Мв), поэтому при внесении бифидобактерии в мясной фарш окислительно-восстановительный потенциал резко снижается,

тем самым создаются восстановительные условия для образования окиси азота.

Интенсивность и характер окраски колбас определяются также наличием и количественным соотношением различных форм миоглобина. Значительное количество MetMb мешает образованию нитрозомиоглобина, поэтому восстановление MetMb в Mb имеет существенное значение. Восстановление MetMb происходит под действием восстановительных соединений, наиболее эффективными среди которых являются фосфатглицеринового альдегида и фруктозо-6-фосфат.

В результате проведенного литературного обзора (раздел 1.4) выявлено, что бифидобактерии сбраживают углеводы с образованием в качестве промежуточного продукта фруктозо-6-фосфат. Таким образом, промежуточные метаболиты бифидобактерии, вероятно, играют роль субстрата-донатора электронов в реакции восстановления MetMb в Mb.

Обобщая все вышеизложенное, можно сделать вывод, что применение бифидобактерий при производстве варено-копченых колбас обеспечивает эффективное использование нитрита в реакции образования нитрозопигмента, позволяет снизить количество вносимого нитрита до 40% от традиционно принятого, т.е. до 4 мг на 100 г фарша, и получить продукт со стабильной окраской.

2.7 Производственная апробация бактериальных заквасок при выработке варено-копченых колбас

В результате проведенных исследований установлено, что мясной фарш является благоприятной средой для развития микрофлоры комбинированной закваски. Определена оптимальная доза вносимой закваски (5%).

Установлено, что внесение заквасок, включающих бифидобактерии, оказывает существенное влияние на скорость и динамику изменения активной кислотности фарша в период осадки, на накопление летучих жирных кислот, свободных аминокислот.

Показано, что рост микрофлоры закваски в мясном фарше сопровождается гибелью микроорганизмов группы кишечной палочки.

Полученные в ходе экспериментов данные позволили провести апробацию заквасок в колбасном цехе Улан-Удэнского мясокомбината.

В комплекс показателей, определяющих качество мясopодуктов, входят органолептические характеристики. Результаты органолептической оценки в большинстве случаев бывают окончательными и решающими. Основным преимуществом этого способа оценки является возможность относительно быстрого и одновременного выявления таких свойств продукта, как цвет, вкус, запах, консистенция.

Наиболее удобная для органолептической оценки колбас – 5-балльная шкала. Очередность определения отдельных показателей качества по этой шкале отвечает естественной последовательности органолептического восприятия (табл. 21).

Таблица 21 - Органолептическая оценка варено-копченых колбас, выработанных со стартовыми культурами

Образец колбасы	Оценка по 5-балльной шкале					
	вид на разрезе	цвет	запах	вкус	консистенция	общая
Контроль (без закваски)	4,3	4,0	3,9	4,0	3,8	4,0
Опытный образец с <i>V. longum</i> В379 М	4,9	4,7	4,55	4,65	4,7	5,0
Опытный образец с комбинированной закваской	4,9	4,8	4,6	4,8	4,8	5,0

Из таблицы видно, что по органолептическим показателям образцы колбас, изготовленные со стартовыми культурами, оценены выше контрольного.

Поверхность всех исследуемых колбас сухая, чистая, равномерно прокопченная. Оболочка плотно прилегает к фаршу.

Показатели качества разрезанного продукта определяли сразу же после их нарезания. Вид на разрезе опытных образцов выгодно отличался от контрольного. Колбасы с заквасками имели плотную консистенцию, кусочки шпика равномерно распределены, края шпика не оплавлены, цвет красный, без серых пятен. Запах опытных образцов приятный, с ароматом пряностей,

без признаков затхлости, кисловатости. Вкус в меру соленый, с выраженным ароматом копчения, без постороннего привкуса.

При органолептической оценке колбас, выработанных без закваски, на разрезе наблюдалось образование маслянисто-прозрачной жидкости вокруг шпика. Дегустационной комиссией отмечен также незначительный привкус осаливания жира. Это послужило поводом для определения пероксидного числа – показателя, характеризующего степень окисленности жира.

При определении пероксидного числа установлено, что в образце колбас без закваски оно составило 0,035% йода, тогда как в опытных – 0,01% йода. Несмотря на то, что окисление жира в контрольном образце происходило в допустимых границах, все же имели место порок консистенции и незначительное отклонение вкуса.

Окисление жира в фарше зависит от наличия кислорода, воздуха, а также от окислительно-восстановительного потенциала среды. Обладая способностью связывать кислород воздуха и резко понижать окислительно-восстановительный потенциал, бифидобактерии, внесенные в состав закваски, вероятно, предохраняют липиды от окисления.

Известно, что с устойчивостью липидов мяса к окислению тесно связана окраска колбас. Являющаяся одной из важнейших характеристик качества, по которым потребитель в первую очередь получает представление о товарном виде продукта.

При оценке варено-копченых колбас дегустационной комиссией отмечено, что опытные образцы имели окраску ярче контрольных.

Таким образом, результаты полученные в ходе органолептической оценки колбас, свидетельствуют о том, что использование бактериальных заквасок, включающих бифидобактерии, улучшает консистенцию, вкус, запах, цвет варено-копченых колбас.

Полученные результаты экспериментальных исследований позволили провести опытно-промышленную проверку варено-копченых колбас, выработанных со стартовыми культурами и уменьшенной дозой вносимого нитрита.

В готовом продукте было изучено содержание свободных аминокислот и летучих жирных кислот (табл. 22).

Таблица 22 – Содержание аминокислот

Вид колбасы	Содержание вносимого нитрита, мг %	Летучие жирные кислоты, мг %	Сумма свободных аминокислот, мг %
Контроль без закваски	10	26,2	148,136+0,7
С комбинированной закваской	4	33,1	180,571+0,6
С В. longum В379 М	4	32,2	171,368+0,7

Из таблицы видно, что содержание летучих жирных кислот и свободных аминокислот в опытных образцах (с 4 мг% нитрита) выше, чем в контроле (с 10 мг% нитрита). Так, количество ЛЖК в колбасе с комбинированной закваской на 26 %, а с В. longum В379 М на 23 % больше, чем в контрольном образце.

При проведении органолептической оценки установлено, что опытные образцы колбас с 4 мг% нитрита по исследуемым показателям не уступают образцам с закваской и 10 мг % нитрита и имеют большие преимущества перед контролем (табл. 23).

Дегустационной комиссией отмечено, что колбасы, изготовленные со стартовыми культурами и уменьшенной дозой нитрита, имеют хороший внешний вид, красивый рисунок на разрезе, плотную консистенцию, приятный вкус и аромат.

Таблица 23 – Органолептические показатели варено-копченых колбас в зависимости от дозы вносимого нитрита

Образцы колбас	Содержание нитрита, мг %	Оценка по пятибалльной системе				
		цвет	аромат	вкус	консистенция	общая оценка
Контроль без закваски	10,0	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0
С комбинированной закваской	10,0	4,8	4,6	4,8	4,8	5,0
С комбинированной закваской	4,0	4,8	4,6	4,8	4,8	5,0
С В. longum В379 М	10,0	4,7	4,6	4,7	4,7	5,0
С В. longum В379 М	4,0	4,7	4,6	4,7	4,7	5,0

Таким образом, применение бактериальных заквасок, включающих бифидобактерии, позволило сократить дозу вносимого нитрита до 4 г на 100 кг фарша, при этом получить готовый продукт с высокими органолептическими показателями.

2.8 Технология производства варено-копченых колбас с использованием стартовых культур

Проведенные исследования позволили разработать технологию производства варено-копченых колбас с использованием стартовых культур.

Технологический процесс производства варено-копченых колбас осуществляется по схеме, представленной на рисунке 21.

При составлении фарша в куттер загружают сырье в следующем порядке: говядину, нежирную свинину, соль, пряности, раствор нитрита натрия (в количестве 4 г на 100 кг фарша), свинину жирную. В последнюю очередь добавляют жидкую бактериальную закваску в количестве 5 %. Общая продолжительность куттерования – 2-5 мин. Окончание процесса куттерования определяют по рисунку. Кусочки жирной свинины, размером не более 4 мм, должны быть равномерно распределены в фарше.

Наполнение оболочки фаршем производится гидравлическим шприцем при давлении 1,0-1,3 мПа. Оболочку наполняют фаршем плотно, не допуская пустот. Батоны перевязывают шпагатом и штрикуют.

После шприцевания колбасные батоны направляют на осадку, которая осуществляется на рамах при температуре $(22 \pm 2)^\circ\text{C}$, влажности (90-95)%. Продолжительность осадки – 6 часов. Затем колбасные батоны подвергают термической обработке: варке, копчению.

Для достижения в продукте остаточной влаги (43-38)% проводят сушку при температуре 12°C и влажности $(76 \pm 2)\%$ в течение (24-36) часов.

Готовую колбасу проверяют по органолептическим показателям, а затем предъявляют ОПВК для оценки.

Бактериальный анализ варено-копченых колбас производят периодически (не реже одного раза в месяц).

Варено-копченые колбасы хранят не более 1 месяца при температуре от 0 до 4°C , а при температуре от -1 до -9°C – не

более 4 месяцев.

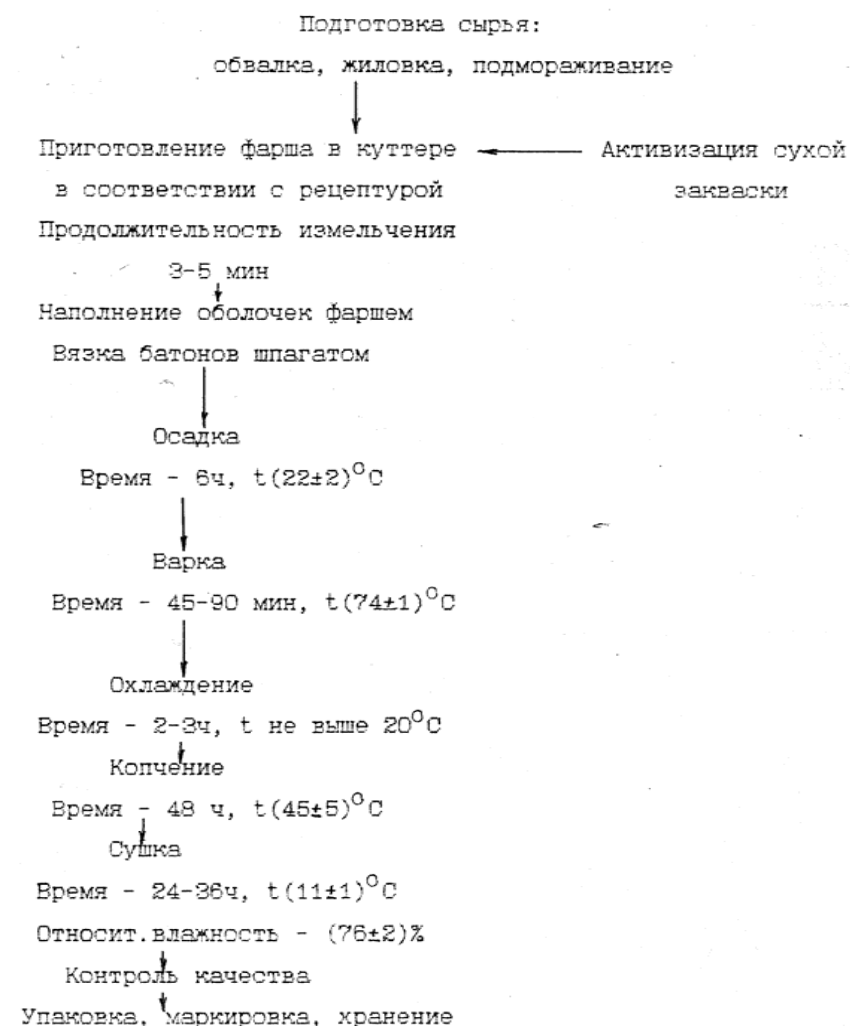


Рисунок 21 – Технологическая схема производства варено-копченых колбас с использованием стартовых культур

Готовый продукт должен соответствовать требованиям, представленным в таблице 24.

Таблица 24 – Характеристика готового продукта

Наименование показателя	Характеристика
1	2
Внешний вид	Батоны с чистой сухой поверхностью, без пятен, слипов
Консистенция	Плотная
Вид на разрезе	Фарш равномерно перемешан, цвет фарша темно-красный с вкраплениями жирной свинины
Запах и вкус	Приятные, свойственные данному виду продукта, с выраженным ароматом пряностей, копчения, без посторонних привкуса и запаха. Вкус в меру соленый
Массовая доля влаги, % не более	38-43
Массовая доля поваренной соли, % не более	5
Массовая доля остаточного нитрита натрия, % не более	0,003
Наличие бактерий группы кишечной палочки в 1 г продукта	Не допускается
Наличие сальмонелл в 25 г продукта	Не допускается
Наличие сульфитредуцирующих клостридий в 0,01 г продукта	Не допускается

Особенностью данной технологии производства варено-копченых колбас является использование бактериальных заквасок, включающих бифидобактерий, что позволяет снизить дозу вносимого нитрита до 40% от традиционно принятой, интенсифицировать процесс осадки и получить готовый продукт с высокими органолептическими показателями.

Разработана нормативная документация на производство варено-копченой колбасы с использованием закваски (колбаса варено-копченая «Новинка» ТУ 10 Бурятия 04.11.31.95).

Глава 3 ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В МЯСНОМ ФАРШЕ

3.1 Подбор условий культивирования пропионовокислых бактерий в мясном фарше

Жизнедеятельность и активность микроорганизмов непрерывно связана с условиями окружающей среды. Влияние внешних факторов на развитие микроорганизмов зависит от их биологических особенностей и от особенностей воздействующего фактора, который может иметь как благоприятное, так и губительное действие.

Мясо и мясопродукты являются прекрасной питательной средой для развития микроорганизмов. Однако компоненты, добавляемые или образующиеся в процессе производства ряда мясопродуктов, такие как нитрит натрия, поваренная соль и другие могут подавлять жизнедеятельность микроорганизмов (102).

При подборе полезных штаммов микроорганизмов для использования в колбасном производстве одним из критериев является устойчивость к соли, нитриту. В этой связи было изучено отношение пропионовокислых бактерий к различным концентрациям поваренной соли и нитриту натрия. Результаты исследований приведены в таблицах 25, 26.

Таблица 25 – Устойчивость пропионовокислых бактерий к различным концентрациям поваренной соли

Концентрация соли, %	Концентрат трехштаммовой культуры пропионовокислых бактерий
	Количество жизнеспособных клеток КОЕ в 1 г
2	$2 \cdot 10^{11}$
3	$5 \cdot 10^{11}$
4	$8 \cdot 10^9$
5	$1 \cdot 10^8$

Из данных таблицы видно, что пропионовокислые бактерии активно развиваются при высоких концентрациях соли. Следует отметить, что при введении технологической дозы поваренной соли 2,5% количество жизнеспособных клеток составляет 10^{11} КОЕ в 1 г продукта.

Роль нитрита в производстве мясopодуkтов не ограничивается способностью образовывать нитрозопигменты. Кроме того, он участвует в процессах вкусоароматообразования, оказывает антиокислительное действие на липиды, обладает выраженным ингибирующим эффектом на рост нежелательной микрофлоры и образование ими токсинов (25, 26, 56).

Применяемые дозы нитрита позволяют успешно подавлять развитие энтеробактерий в мясных продуктах. В связи с этим было исследовано влияние различных доз нитрита натрия на выход биомассы пропионовокислых бактерий.

Результаты экспериментальных исследований, представленные в таблице 26, свидетельствуют о том, что с уменьшением дозы нитрита от 7,5 до 2 мг на 100 г значения оптической плотности уменьшаются. Доза нитрита в 10 мг 100 г несколько тормозит интенсивность нарастания биомассы пропионовокислых бактерий, что подтверждается снижением оптической плотности. Количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий имеет обратно пропорциональную зависимость от количества дозы вносимого нитрита.

Таблица 26 – Устойчивость пропионовокислых бактерий к нитриту натрия

Наименование образца	Количество нитрита натрия, мг на 100 г	Оптическая плотность, Д	Количество клеток пропионовокислых бактерий
Контроль	без нитрита натрия	1,72±0,065	$3 \cdot 10^{11}$
Образец 1	10	1,62±0,032	$7 \cdot 10^{10}$
Образец 2	7,5	1,86±0,048	$15 \cdot 10^{10}$
Образец 3	5	1,77±0,024	$35 \cdot 10^{10}$
Образец 4	4	1,77±0,036	$6 \cdot 10^{11}$
Образец 5	3	1,63±0,076	$8 \cdot 10^{11}$
Образец 6	2	1,22±0,06	$9 \cdot 10^{11}$

Анализ полученных данных показал, что с увеличением

количества нитрита натрия несколько снижается активность наращивания биомассы. Суммируя все вышеизложенное, можно сделать вывод, что используемый концентрат пропионовокислых бактерий обладает высокой устойчивостью к технологическим дозам поваренной соли и нитрита натрия.

3.2 Выбор и обоснование дозы концентрата пропионовокислых бактерий для внесения в мясной фарш

На первом этапе исследований была подобрана оптимальная доза концентрата пропионовокислых бактерий, вводимого в мясной фарш при посоле. Для этого в опытные образцы вносили различные дозы бактериального концентрата трехштаммовой культуры. Об активности вносимых микроорганизмов судили по изменению активной кислотности и содержанию жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий. Результаты исследований представлены на рисунках 22, 23.

Данные изменения активной кислотности в мясном фарше при посоле, представленные на рисунке 22, показали, что во всех образцах происходит снижение рН, но в образцах с добавлением 3 ед. активности концентрата пропионовокислых бактерий снижение величины рН происходит интенсивнее и достигает значения 5,5 через 8 часов, а при введении 2 ед. активности оптимум рН достигается через 10 часов, тогда как в контрольном образце – через 24 часа.

Исходя из вышеизложенного при внесении 2-3 ед. через 8-10 часов рН сдвигается до значения 5,5, равных изоэлектрической точке. Таким образом оптимальной дозой является 2-3 ед. активности на 100 кг сыря.

Следует отметить, что значение активной кислотности 5,5 является оптимальным для производства варено-копченых колбас, так как при данном значении обеспечивается минимальная влагосвязывающая способность мясного фарше.

Снижение рН в образце с использованием концентрата трехштаммовой культуры пропионовокислых бактерий по сравнению с одноштаммовой происходит менее интенсивно, что связано с низкой кислотообразующей способностью пропионовокислых бактерий, входящих в состав трехкомпонентной культуры, и является важным свойством при использовании в мясной



Рисунок 22 – Динамика изменения активной кислотности в мясном фарше при добавлении различных доз концентрата пропионовокислых бактерий

промышленности. Следует отметить, что при оптимальном значении 5,5 активная кислотность стабилизируется, и это связано со сбраживанием пропионовокислыми бактериями лактата, образующегося в результате распада гликогена с образованием молочной кислоты.

Следует отметить, что пропионовокислые бактерии путем изменения соотношения продуктов метаболизма могут регулировать и стабилизировать рН, поддерживая на определенном уровне, что важно при производстве варено-копченых колбас.

В дальнейших исследованиях проводили количественный учет пропионовокислых бактерий при традиционной температуре посола. Результаты исследований представлены на рисунке 23.

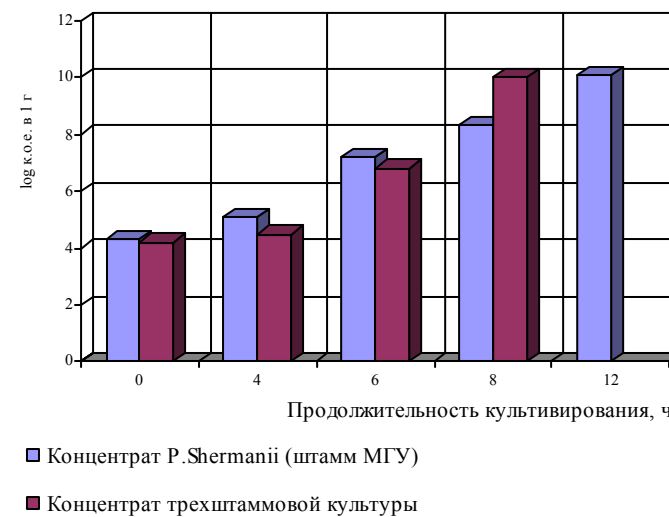


Рисунок 23 – Содержание клеток пропионовокислых бактерий при культивировании в мясном фарше

Выявлено, что бактерии хорошо развиваются в мясной среде. Так, количество жизнеспособных клеток *P. Shermanii* штамм МГУ через 12 часов культивирования составило $1 \cdot 10^{10}$ КОЕ/г, а концентрата пропионовокислых бактерий через 8 часов - $1 \cdot 10^{10}$ КОЕ/г. Это свидетельствует о более высокой биохимической активности концентрата трехштаммовой культуры пропионовокислых бактерий.

Таким образом, пропионовокислые бактерии хорошо развиваются в мясном фарше при посоле и обладают высокой биохимической активностью.

3.3 Биохимические изменения в мясном фарше при посоле с использованием пропионовокислых бактерий

3.3.1 Изучение протеолитической активности катепсинов

О развитии процессов ускоренного созревания свидетельствует изменение протеолитической активности катепсинов. Динамика протеолитической активности катепсинов мышечной

ткани представлена на рисунке 24. К 8 часам посола наблюдается заметное увеличение активности катепсинов в опытных образцах, однако в образцах с добавлением концентрата пропионовокислых бактерий активность выше, чем в образцах с добавлением концентрата однокомпонентной культуры. Более высокая активность протеиназ в опытных образцах по сравнению с контрольным связана с воздействием протеолитических и липолитических ферментов пропионовокислых бактерий, которые приводят к разрушению лизосом, в результате чего высвобождаются катепсины.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что пропионовокислые бактерии, сбраживая лактаты, снижают рН в слабокислую сторону, что способствует распаду лизосом и высвобождению катепсинов. В результате чего наблюдается интенсивное нарастание свободной протеолитической активности в опытных образцах по сравнению с контролем. Необходимо подчеркнуть, что высвобождение катепсинов и проявление их активности зависят от гликолитических превращений, связанных с накоплением электролитов.

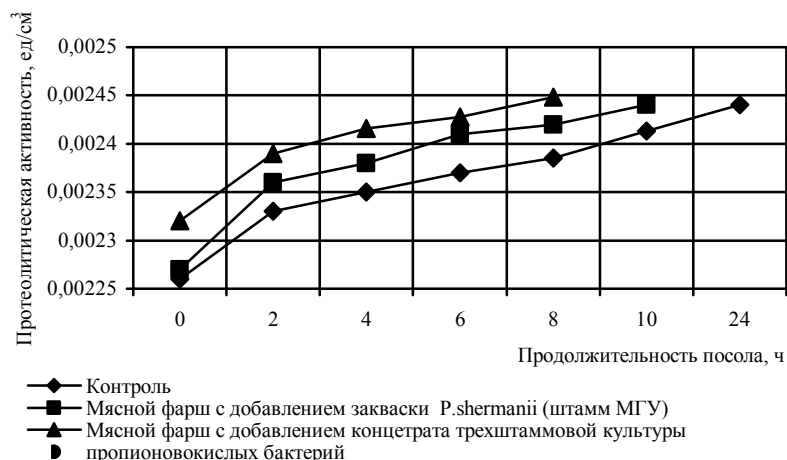


Рисунок 24 – Изменение протеолитической активности катепсинов

3.3.2 Влияние пропионовокислых бактерий на гидролитические изменения мышечных белков

Протеолитическая активность является одним из важнейших свойств пропионовокислых бактерий, характеризующих их способность расщеплять белки мяса с образованием более простых азотистых соединений. Однако информация, касающаяся системы протеолитических ферментов у пропионовокислых бактерий и влияние различных факторов на их активность, крайне малочисленна, поэтому дальнейшие исследования были посвящены изучению влияния условий биотехнологической обработки на протеолитическую активность пропионовокислых бактерий. Полученные результаты, представленные на рисунке 25, показывают, что в опытных образцах наблюдается более быстрое накопление аминного азота по сравнению с контрольным образцом. Следует отметить, что через 8 часов посола при внесении концентрата трехштаммовой культуры содержание аминного азота составляет 0,21 мг на 100 г, тогда как при внесении концентрата пропионовокислых бактерий (штамм МГУ) такого же значения достигает через 10 часов, а в контрольном образце через 24 часа.

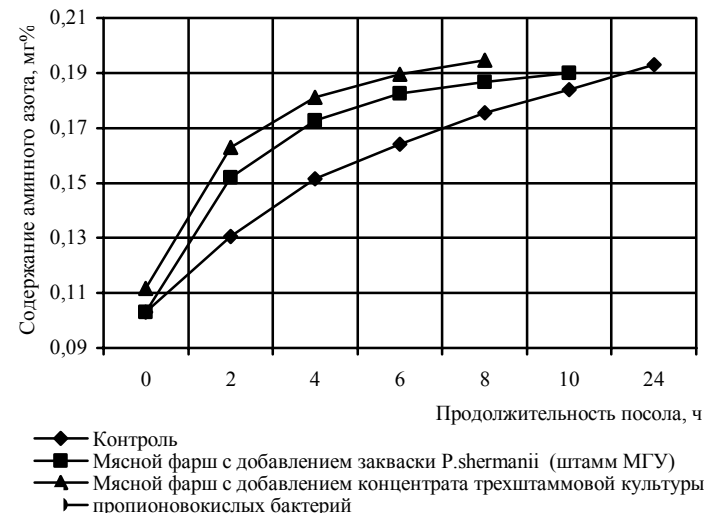


Рисунок 25 – Динамика накопления аминного азота в процессе посола

Таким образом, изучив и сопоставив комплекс биохимических свойств концентратов *P. shermanii* (штамм МГУ) и трехштаммовой культуры, можно сделать вывод о том, что предпочтительнее использовать концентрат трехкомпонентной культуры пропионовокислых бактерий, так как при его использовании процесс протеолиза протекает интенсивнее.

Учитывая более высокую биохимическую активность концентрата трехштаммовой культуры пропионовокислых бактерий, было рекомендовано его использовать при проведении дальнейших исследований.

3.3.3 Технологические свойства мясного фарша с пропионовокислыми бактериями

Далее в ходе экспериментальных исследований изучались функционально-технологические свойства мясного фарша с использованием концентрата пропионовокислых бактерий в процессе посола.

Изменение водоудерживающей способности мясного фарша (ВУС) является важным показателем в формировании структуры колбасного фарша.

Из экспериментальных исследований, представленных на рисунке 26, видно, что интенсивное снижение ВУС наблюдается в опытном образце с использованием пропионовокислых бактерий. Данный эффект обусловлен быстрым гликолизом и накоплением кислых продуктов метаболизма бактерий, которые снижают величину pH, приближая ее к изоэлектрической точке белковых веществ, что естественно, приводит к структурным изменениям белков (коагуляции и уплотнению).

Помимо этого, происходит уменьшение числа гидрофильных центров в результате образования актомиозинового комплекса. Все это приводит к снижению ВУС в течение 8 часов, тогда как в контрольном образце значения ВУС снижаются медленнее, так как изоэлектрическая точка белковых веществ достигается только к 24 часам.

Известно, что существует взаимосвязь между показателями ВУС, изменением структуры белков мышечных волокон и потерями массы при тепловой обработке.

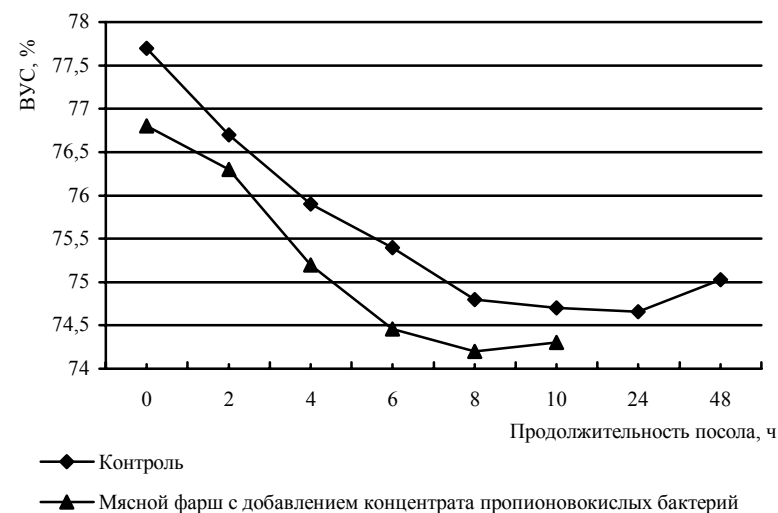


Рисунок 26 – Изменение водоудерживающей способности

Динамика потерь массы при тепловой обработке представлена на рисунке 27. Во всех образцах наименьшие потери наблюдаются в нулевой точке. Минимальное значение потерь массы связано с тем, что на поверхности белковых молекул находится большое количество гидрофильных центров, способных удерживать влагу.

В дальнейшем во всех образцах происходит увеличение потерь массы. В образце с использованием концентрата пропионовокислых бактерий (КПБ) потери достигают к 8 часам значений аналогичных контрольному к 24 часам выдержки в посоле. Снижение потерь массы при тепловой обработке связано с воздействием протеолитических ферментов на мышечную ткань, как собственных, так и микроорганизмов. Более высокие значения потерь массы в опытном образце с использованием концентрата пропионовокислых бактерий обусловлены сдвигом pH в область кислых значений, что влияет на снижение количества гидрофильных центров на поверхности белковых молекул.

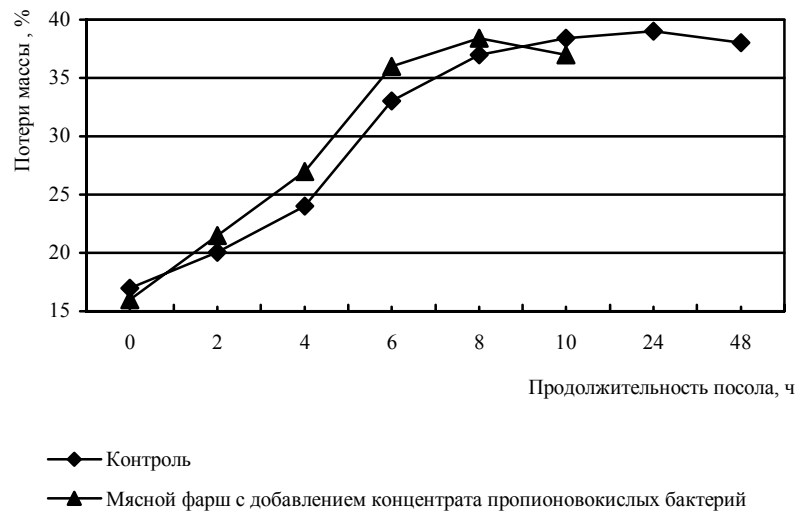


Рисунок 27 – Изменение потерь массы при термической обработке

Воздействие протеолитических ферментов микроорганизмов, собственных ферментов мяса, ионов хлорида натрия приводит к диссоциации и расслаблению актомиозинового комплекса, вследствие чего увеличивается число гидрофильных центров, следовательно, увеличивается ВУС, что приводит, в конечном итоге, к уменьшению потерь массы при термической обработке.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что внесение концентрата трехштаммовой культуры пропионовокислых бактерий ускоряет биохимические процессы при посоле мясного шрота и тем самым обеспечивает необходимые функционально-технологические свойства.

3.3.4 Особенности цветообразования мясного фарша

В последние годы в отечественной и зарубежной литературе широко дискутируется проблема применения нитритов и нитратов при производстве колбасных изделий и копченостей. Проблема является достаточно сложной, так как, с одной стороны, эти соединения оказывают положительное влияние на наиболее важные свойства мясopодуков: цвет, вкус и аромат,

стойкость при хранении, с другой – нитраты и нитриты могут быть предшественниками образования сильных канцерогенов (25).

Среди канцерогенов, загрязняющих пищевые продукты, онкологическую опасность представляют N-нитрозосоединения, которые могут быть синтезированы в организме человека из нитрита. Поэтому снижение дозы нитрита, вносимого в колбасный фарш, является важной задачей, стоящей перед специалистами мясной промышленности.

Эффективность использования нитрита в образовании окраски можно получить на основании определения общего количества пигментов и устойчивости окраски.

Известно, что пропионовокислые бактерии содержат конститутивную нитратредуктазу и восстанавливают нитраты и нитриты как конечные акцепторы при утилизации лактата. В связи с этим изучали влияние КПБ на образование нитрозопигментов (табл. 27). Анализ данных таблицы 27 показывает, что внесение пропионовокислых бактерий повышает образование нитрозопигментов и благоприятно влияет на устойчивость окраски. Так, например, при снижении нитрита на 30 % в опытном образце количество нитрозопигментов было на 5% выше, чем в контрольном.

Таким образом, слабокислая среда и восстановительные условия, создаваемые при развитии пропионовокислых бактерий, способствуют образованию нитрозомиоглобина и улучшают цветовую характеристику продукта при более низких дозах нитрита. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что применение концентрата пропионовокислых бактерий при нитритном посоле ускоряет процесс цветообразования и стабилизирует окраску продукта.

Литературные данные свидетельствуют о способности пропионовокислых бактерий образовывать тетрапиррольные пигменты. Железосодержащие комплексы протопорфирина IX и сирогидрохлорина составляют простетическую группу гемопротеинов, включающих гемоглобин, миоглобин, леггемоглобин, которая способствует образованию большего количества нитрозосоединений, обеспечивающих стабильную окраску готового изделия.

Таблица 27 – Содержание нитрозопигментов и устойчивость окраски

Образцы колбас	Количество добавляемого нитрита, мг в 100 г фарша	Количество нитрозопигмента, % к общему пигменту	Устойчивость окраски, %
1	2	3	4
Контроль (без бактерий)	10	73,46	68,38
Образец 1	10	86,28	83,13
Образец 2	9	85,35	81,13
Образец 3	8	80,0	78,125
Образец 4	7	78,2	73,77
Образец 5	6	72,46	63,0
Образец 6	5	54,54	52,77

Таким образом, введение концентрата пропионовокислых бактерий положительно влияет на формирование цветовых характеристик готового продукта и позволяет снизить дозу вносимого нитрита натрия на 30 % от общепринятой нормы (7 г на 100 кг сырья).

3.3.5 Влияние пропионовокислых бактерий на степень просаливания мясного фарша

Посол регулирует микробиологические и физико-химические процессы в мясном фарше и влияет на качество готового продукта.

Установлено, что процесс просаливания мясного фарша с использованием концентрата пропионовокислых бактерий проходит быстрее, что обуславливается, вероятно, разрыхлением структуры и биохимическими превращениями, вызываемыми протеиназами внесенных микроорганизмов (рис. 28).

Как видно из данных, представленных на рисунке 28, при использовании концентрата пропионовокислых бактерий ускоряются диффузионно-осмотические процессы и перемещение ионов поваренной соли в глубь мясного фарша.



Рисунок 28 – Динамика проникновения поваренной соли в мясном фарше

3.4 Влияние пропионовокислых бактерий на процесс осадки варено-копченых колбас

Следующим этапом экспериментальных исследований явилось изучение влияния концентрата пропионовокислых бактерий на процесс осадки варено-копченых колбас.

Процесс осадки колбасных батончиков – важнейший процесс при производстве варено-копченых колбас, сущность которого заключается в выдержке нашпицованного в оболочку колбасного фарша в подвешенном состоянии при температуре (2-8) °С и относительной влажности воздуха (80-85) % с целью:

- а восстановления связей между составными частями эмульсий, нарушенных в момент шприцевания и завершение вторичного структурообразования;
- развитие реакций, связанных со стабилизацией окраски, которые продолжают при последующих термических обработках;
- развитие ферментативных процессов, формирующих консистенцию, вкус и аромат готового продукта;
- подсушивание оболочки, что благоприятно сказывается

на качестве обжарки колбас (42).

3.4.1 Накопление летучих жирных кислот и аминного азота

Накопление в среде и продукте органических кислот, в частности летучих жирных кислот и аминокислот, связывают с образованием специфического аромата и вкуса колбасы. В этой связи изучено изменение количества летучих жирных кислот и накопление аминного азота в процессе осадки варено-копченых колбас.

Результаты исследований, представленные на рисунках 29, 30, показывают, что в период осадки колбасного фарша в опытных образцах наблюдается интенсивное накопление ЛЖК и аминного азота. Так, через 10 часов содержание ЛЖК и аминного азота составляет 6,7 и 0,35 мг/100 г соответственно, а в контрольном такие значения были достигнуты к 24 часам осадки.

Данные динамики накопления аминного азота и летучих жирных кислот свидетельствуют об ускорении созревания фарша в опытных образцах с использованием концентрата пропионовокислых бактерий по сравнению с контролем. Сопоставление интенсивности накопления аминного азота и летучих жирных кислот дает основание утверждать, что основная роль в накоплении последних принадлежит протеолитическим ферментам пропионовокислых бактерий. Как известно, усиление протеолитической активности протеиназ зависит от кислотности среды, которая находится в пределах 5,4 - 5,6. Как уже было выявлено ранее, рН среды в опытных образцах с внесением концентрата пропионовокислых бактерий достигает оптимальных значений к 8 часам посола.

Пропионовокислые бактерии обладают низкой кислотообразующей способностью и выступают мощным регулятором рН фарша в период осадки без ухудшения его качества. Достигнув оптимальных значений рН, в процессе посола пропионовокислые бактерии удерживают его на уровне изоэлектрической точки белков, что способствует уменьшению гидратационной способности, а также высвобождению и активации кислых гидролаз.

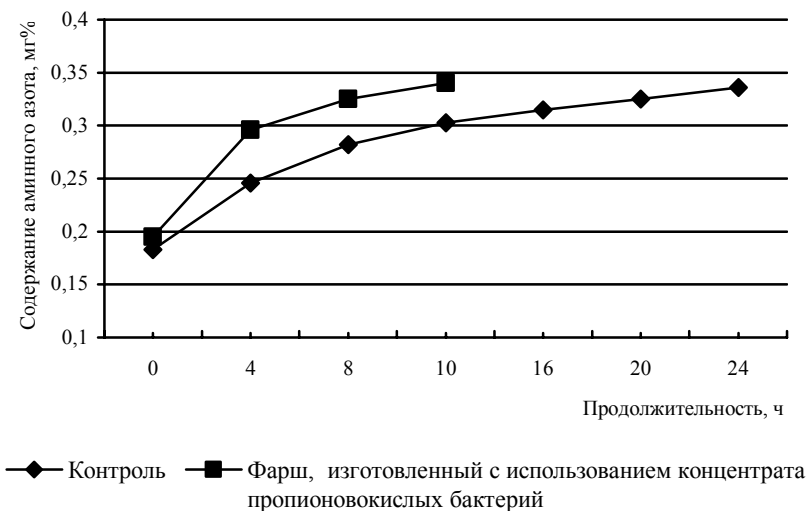


Рисунок 29 – Динамика накопления аминного азота в колбасном фарше в период осадки

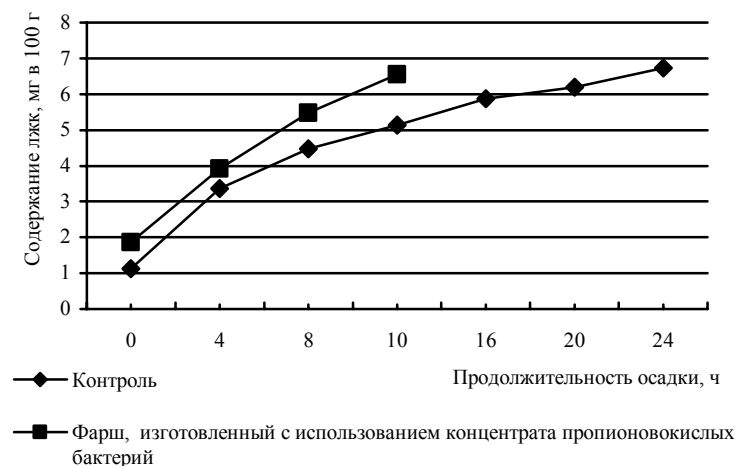


Рисунок 30 – Динамика накопления летучих жирных кислот в колбасном фарше в период осадки

По мере разрушения органелл и выхода ферментов активность их проявляется в достаточной степени для созревания фарша в процессе осадки.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что пропионовокислые бактерии будут положительно влиять на органолептические свойства продукта. В процессе жизнедеятельности они осуществляют накопление ароматических веществ, которые участвуют в формировании вкуса и запаха готового продукта.

3.4.2 Изменение структурно-механических свойств колбасного фарша

Консистенцию фарша и готовых изделий лучше всего характеризует величина предельного напряжения сдвига. Предельное напряжение наиболее чувствительно к изменению технологических и механических факторов. Этот показатель используется для технологической оценки фарша в процессе его изготовления (116).

Данные, представленные на рисунке 31, свидетельствуют, что уплотнение фарша в опытном образце с добавлением концентрата пропионовокислых бактерий происходит быстрее по сравнению с контролем. Через 10 часов осадки предельное напряжение сдвига в опытном образце достигает 650 Па*с, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к фаршам при производстве варено-копченых колбас. А в контрольном образце процесс структурообразования завершается к 24 часам. Вероятно, это связано с тем, что в результате жизнедеятельности пропионовокислых бактерий накапливаются продукты небелковой природы – экзополисахариды и полифосфаты, которые оказывают непосредственное влияние на структурообразование фарша в процессе осадки.

Известно, что пропионовокислые бактерии в значительных количествах синтезируют полифосфаты, которые, по нашему мнению, восполняют органические фосфорные соединения, экстрагируемые из мяса солью. Биосинтез полифосфатов пропионовокислыми бактериями обуславливает увеличение набухания, адгезии мяса и последующего влагоудержания при варке. А экзополисахариды пропионовокислых бактерий повышают вяз-

кость фарша.

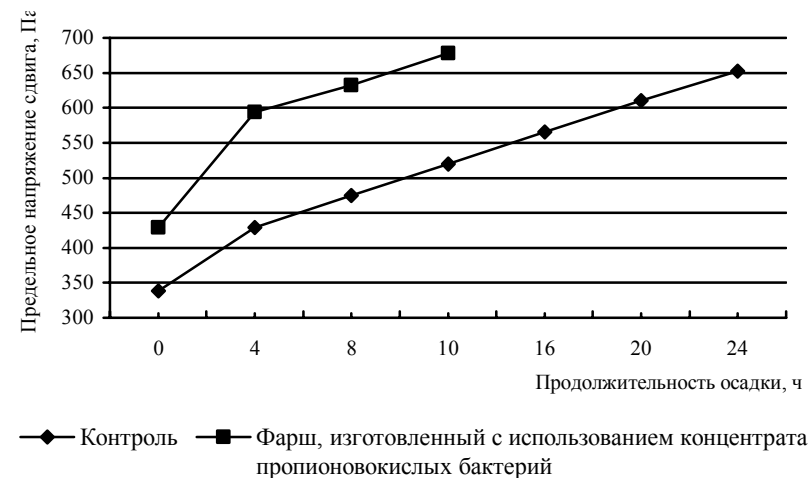


Рисунок 31 – Изменение предельного напряжения сдвига колбасного фарша в период осадки

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что использование концентрата пропионовокислых бактерий способствует формированию плотного пространственного каркаса и получению монолитной структуры фарша.

3.5 Разработка технологии варено-копченых колбас с использованием пропионовокислых бактерий

3.5.1 Технология производства варено-копченых колбас

По результатам экспериментальных исследований предлагается технология производства варено-копченых колбас с использованием замороженного концентрата пропионовокислых бактерий (рис. 32).

Технологический процесс должен осуществляться в соответствии с технологической инструкцией с соблюдением ветеринарно-санитарных требований уоя животных, санитарных правил для предприятий мясной промышленности.

Подготовка сырья. Для производства варено-копченой

колбасы рекомендуется использовать говядину и свинину, которые рекомендуется охладить в течение 48 часов при температуре (2-4)°С.

При использовании замороженного мяса на костях его предварительно размораживают в соответствии с технологической инструкцией, утвержденной в установленном порядке.

На обвалку направляют охлажденное сырье с температурой в толще мышц (2±2) или размороженное – с температурой не ниже 1°С.

В процессе жиловки говядину, свинину нарезают на куски массой до 1 кг, шпик свиной боковой и грудинку – на полосы размером примерно (15х30) см.

Перед измельчением жирное сырье (свинину жирную, грудинку, шпик) необходимо охладить до температуры (2±2)°С или подморозить до температуры (-2±1)°С.

Подготовка пряностей. Перец черный, мускатный орех, кардамон измельчают на различных конструкциях и просеивают через сита (размер отверстий до 0,8 мм) с целью исключения попадания в фарш крупных частиц пряностей.

Подготовка оболочек. Ее проводят в соответствии с «Инструкцией по подготовке оболочек для колбасного производства», утвержденной в установленном порядке. Импортные искусственные оболочки подготавливают в строгом соответствии с рекомендациями, изложенными в сертификатах.

Подготовка замороженного концентрата пропионовых кислотных бактерий. Подготовку проводят в соответствии с ТУ 9229-007-02069473-2005.

Посол сырья. Жилованные говядину, свинину измельчают на волчке с диаметром отверстий (2-3) мм, добавляя на каждые 100 кг сырья 2 кг соли, а также замороженный концентрат пропионовых кислотных бактерий в количестве 3 дозы на 100 кг сырья с содержанием жизнеспособных клеток 10^{11} КОЕ в 1 см^3 , предварительно разбавленный водой в соотношении 1:10.

Посоленное сырье выдерживают в различных емкостях при температуре (4±1)°С течение 8 час.

Приготовление фарша. Свинину, шпик или грудинку из-

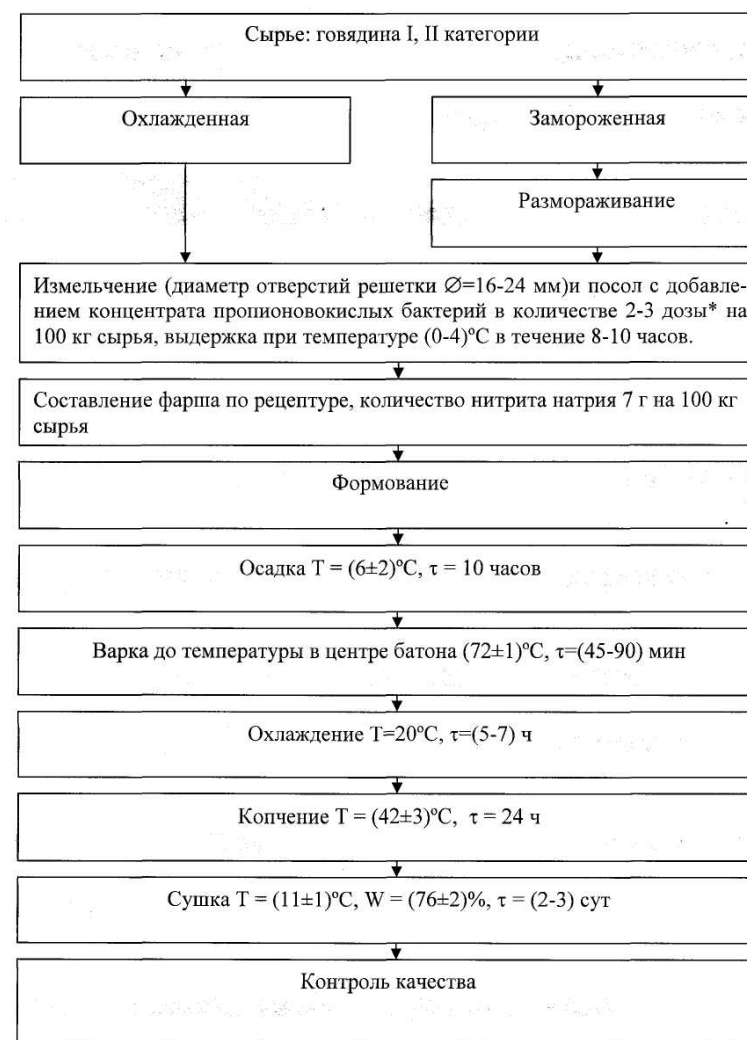


Рисунок 32 – Схема производства варено-копченой колбасы с добавлением концентрата пропионовых кислотных бактерий

* 1 доза соответствует 1 см^3 замороженного концентрата пропионовых кислотных бактерий с содержанием жизнеспособных клеток 10^{10} КОЕ в 1 см^3

мельчают на волчке или куттере, шпигорезке на кусочки не более 4 мм.

Измельченную говядину перемешивают в мешалке в течение (3-5) мин с добавлением пряностей, нитрита натрия в количестве 7 г на 100 кг основного сырья. Затем добавляют жирную свинину, шпик, грудинку и все перемешивают в течение 3 мин. При использовании несоленого шпика или грудинки одновременно добавляют соль из расчета 2% к массе несоленого сырья.

Перемешивание проводят до получения однородного фарша и равномерного распределения в нем кусочков шпика, жирной свинины, грудинки. Общая продолжительность перемешивания составляет (8-10) мин.

Допускается приготовление фарша на куттере в течение (1-2) мин, производится перемешивание говядины с нитритом натрия, пряностями, солью (в количестве 2 % на несоленое сырье). Затем вводится свинина жирная (шпик, грудинка) в замороженном состоянии от -2 до -5 °С и куттеруется до придания фаршу заданных параметров.

Наполнение оболочек фаршем. Наполнение оболочек проводят гидравлическими шприцами. Оболочки следует наполнять плотно, особо уплотняя фарш при завязывании свободного конца оболочки. Батоны перевязывают шпагатом и наносят товарные отметки.

Осадка. Перевязанные батоны навешивают на палки и рамы, подвергают осадке в течение 10 часов при температуре (6±2) °С. Батоны не должны соприкасаться друг с другом.

Варка. Варят батоны в варочных камерах при температуре (74±1)°С в течение (45-90) мин.

Охлаждение. Охлаждают колбасу при температуре не выше 20 °С в течение (5-7) часов.

Копчение. Колбасу коптят дымом, получаемым при сжигании древесных опилок, при температуре (42±3)°С в течение 24 часов.

Сушка. Колбасу сушат при температуре (11±1)°С в течение (2-3) суток и относительной влажности воздуха (76±2)% в сушильных камерах до приобретения плотной кон-

систенции и стандартной массовой доли влаги.

Контроль качества. Готовый продукт после проведения всех технологических операций отправляется на контроль качества.

3.5.2 Промышленная апробация технологии варено-копченых колбас

В колбасном цехе ОАО «Бурятмясопром» выработана партия варено-копченой колбасы с использованием концентрата пропионовокислых бактерий.

При изготовлении опытной варено-копченой колбасы использовалась охлажденная говядина жилованная высшего сорта ГОСТ 779. Пропионовокислые бактерии вносили на стадии посола в количестве 3 ед. активности на 100 кг основного сырья (ТУ 9229-007-02069473-2005. Закваска пропионовокислых бактерий «Пропионикс», концентрированная жидкая, прямого внесения), продолжительность посола составила 8 часов при температуре +4°С. Затем производили составление фарша согласно рецептуре ТУ варено-копченой колбасы в/с «Байкальская»; формование колбасных батонов. Длительность осадки – 8 часов при температуре +5 °С, термическая обработка проводилась в соответствии с технологической инструкцией по производству варено-копченых колбас.

Выработка опытной партии показала возможность использования в качестве стартовой культуры концентрата пропионовокислых бактерий, при этом длительность производственного процесса сокращается в 3 раза.

По внешнему виду батоны изготовленных колбас соответствуют требованиям стандарта: без бульонно-жировых отеков, с чистой сухой поверхностью, без пятен, слипов, повреждения оболочки, наплывов фарша, вкус и запах приятные, свойственные данному виду продукта, цвет фарша темно-красный, консистенция плотная, монолитная.

По физико-химическим и микробиологическим показателям изготовленные колбасы соответствовали требованиям нормативной документации для варено-копченых колбас.

Было установлено, что опытные образцы варено-копченых колбас с использованием концентрата пропионовокислых бакте-

рий, выработанных по сокращенной технологии, по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствуют требованиям стандарта.

3.6 Качественные характеристики варено-копченых колбас с пропионовокислыми бактериями

Завершающим этапом экспериментальных исследований явилось изучение качественных характеристик готового продукта. Результаты исследований представлены в таблицах 28, 29, 30, 31, 32.

Таблица 28 – Органолептическая оценка качества варено-копченых колбас

Наименование образца	Внешний вид	Вид и цвет на разрезе	Запах	Вкус	Консистенция	Сочность	Общая балловая оценка
Контроль	7,1±0,3	6,7±0,2	6,8±0,3	6,4±0,2	6,4±0,3	6,1±0,3	6,6±0,3
Колбаса с добавлением пропионовокислых бактерий	7,5±0,3	7,4±0,3	7,0±0,4	7,4±0,2	7,0±0,4	6,6±0,3	7,2±0,3

Из данных таблицы 28 видно, что высокие оценки получили образцы колбас с добавлением концентрата пропионовокислых бактерий по сравнению с контролем. Дегустационной комиссией отмечено, что колбасы, изготовленные с использованием концентрата пропионовокислых бактерий, отличаются более плотной консистенцией, ярко выраженным специфическим вкусом и ароматом.

Данные органолептической оценки согласуются с данными анализа цветовых характеристик колбас и структурно-механических показателей. Данные анализа цветовых характеристик и структурно-механических показателей отражены в таблицах 29, 30.

По полученным результатам видно, что по значениям индексов яркости и насыщенности опытные образцы превосходят контрольные, уровень светлости в образцах с использованием концентрата пропионовокислых бактерий ниже, а значения ин-

дексов розовости выше, чем в контроле.

Проведенный дифференцированный анализ показал, что введение концентрата пропионовокислых бактерий в рецептуру варено-копченых колбас дает возможность снизить индекс светлости и увеличить розовую часть спектра, что формирует более высокие уровни насыщенности и яркости цвета готовых изделий.

Таблица 29 – Анализ цветовых характеристик варено-копченых колбас

Наименование образца	Индексы цвета			
	светлость (L)	насыщенность (S)	розовость (a)	яркость (Y)
Контроль	57,23	11,16	41,05	0,125
Колбаса, изготовленная с использованием пропионовокислых бактерий	57,23	11,95	57,52	0,145

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что введение концентрата пропионовокислых бактерий положительно влияет на формирование комплекса необходимых цветовых характеристик готового продукта, а также интенсифицирует процессы распада нитрита натрия и образование нитрозопигментов, повышая их стабильность.

В таблице 30 отражены сведения о структурно-механических характеристиках варено-копченых колбас. Полученные данные свидетельствуют о более мягкой консистенции образцов с внесением концентрата пропионовокислых бактерий. Данные микроструктурного анализа подтверждают, что процесс ферментации мышечной ткани, а следовательно, и формирование структуры продукта протекают более интенсивно в колбасах с использованием концентрата пропионовокислых бактерий.

При микроструктурном исследовании образца варено-копченой колбасы (рис. 33) (К-контроль), выработанной по традиционной технологии, установлено, что масса образца сформирована из крупных фрагментов мышечной, жировой и соединительной ткани (0,7-1,4) мкм. Между крупноизмельченными структурными элементами фарша распределяется мелкозернис-

Таблица 30 – Структурно-механические характеристики варено-копченых колбас

Наименование показателя	Наименование образца	
	Контроль	Колбаса с добавлением пропионовокислых бактерий
Напряжение среза, кПа	67,414±5,393	59,494±2,462
Работа резания, кДж*м ⁻²	0,525±0,0367	0,482±0,028

тая белковая масса, образовавшаяся в результате механического воздействия на мышечную ткань в процессе измельчения посоленного мясного сырья. В мелкозернистой белковой массе выявляются частицы специй, жировые капли размером (12-100) мкм, равномерно распределенные по массе образца. Поверхностный коагуляционный слой плотно прилегает к оболочке. Мышечные волокна в пучках, сохранивших свою целостность, плотно прилегают друг к другу, набухшие, границы между ними различимы с трудом. Поперечная исчерченность широкая, сохранена в отдельных волокнах, в основной же массе мышечных волокон структура гомогенна, отмечаются дезинтеграция, нарушение упорядоченного расположения миофибрилл по отношению друг к другу. Ядра волокон гомогенны. Деструктивные изменения выявляются в виде отдельных микротрещин. В мелкозернистой белковой массе, под сарколеммой и между волокнами обнаруживаются диффузно расположенные микроорганизмы, развившиеся в процессе посола.

На поперечных срезах мышечные волокна округлой или со скругленными краями, плотно прилегают друг к другу. Изменений в структуре жировой ткани не выявлено. Компонировка структурных элементов фарша плотная, вакуоли и микрокапилляры округлой формы, местами не имеющие четких границ, слившиеся, размером (60-300) мкм.

При микроструктурном исследовании образцов варено-копченой колбасы с использованием концентрата пропионовокислых бактерий, представленном на рисунке 34, установлено, что по степени измельчения масса фарша аналогична контрольному.

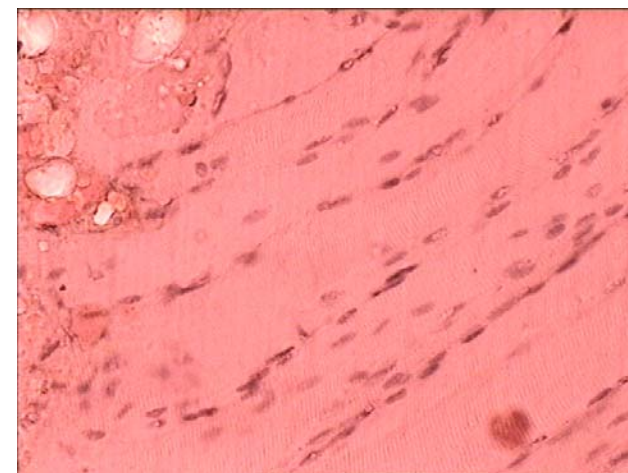


Рисунок 33 – Микроструктура контрольного образца варено-копченой колбасы

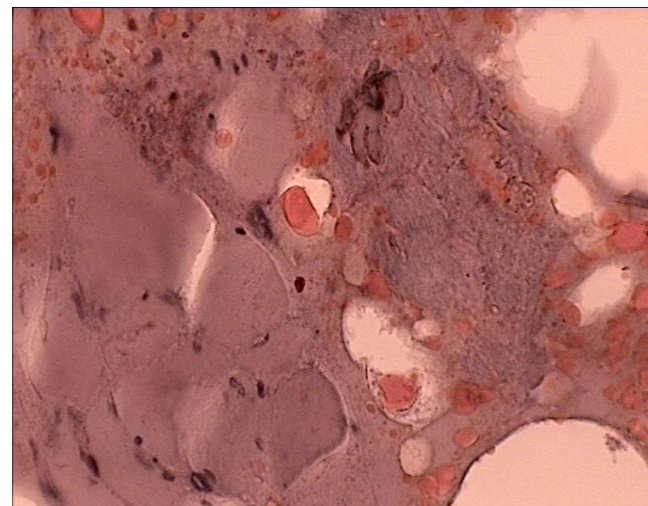


Рисунок 34 – Микроструктура варено-копченых колбас, выработанных с использованием концентрата пропионовокислых бактерий

В неразрушенных пучках мышечной ткани волокна характеризуются прямолинейной формой, плотно прилегают друг к другу, границы между ними отчетливо выражены. Поперечная исчерченность выявляется в разной степени: в отдельных волокнах мелкая, в основной массе волокон ослаблена. Деструктивные изменения носят множественный характер, степень деструкции волокон выше по сравнению с контрольными образцами. Ядра волокон гомогенны или тeneвидны. Микрофлора обнаруживается в мелкозернистой белковой массе в виде мелких микроколоний размером (0,2-0,3) мкм, а между волокнами, под сарколеммой, в участках деструкции волокон и соединительнотканых прослойках – преимущественно диффузно. Компоновка структурных элементов фарша плотная, вакуоли с четко очерченными границами, местами слившиеся друг с другом, размером 70-300 мкм. По степени компактности фарша опытные образцы приближаются к контрольному или даже превосходят его.

Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что направленное использование бактериальных препаратов позволяет ускорить деструктивные изменения основных структурных элементов фарша, а следовательно, и его вторичное структурообразование. Колбасы, выработанные с использованием концентрата пропионовокислых бактерий отличаются большей степенью набухания и деструкции мышечных волокон. Деструктивные изменения охватывают значительную часть волокон и выявляются в виде множественных распадов миофибриллярной субстанции до мелкозернистой белковой массы.

Интенсивное образование мелкозернистой белковой массы способствует формированию компактной монолитной массы фарша, после термической обработки формирующей плотный пространственный каркас. Увеличение компактности фарша по отношению к колбасам, выработанным по традиционной технологии, выражается в снижении его порозности, уменьшении размеров и количества вакуолей.

Исследования физико-химических характеристик, представленные в таблице 31, свидетельствуют о снижении доли остаточного нитрита в образцах с добавлением концентрата пропионовокислых бактерий.

Вероятно, это связано с действием пропионовокислых бак-

терий, которые в результате своей жизнедеятельности не только способствуют образованию окиси азота, но и образуют тетрапиррольные соединения, дальнейшая модификация которых приводит к образованию гемов и других пигментов. Железосодержащие комплексы протопорфирина-4 и сирогидрохлорина составляют простетическую группу гемопротеинов, включающих гемоглобин и миоглобин.

Таблица 31 – Физико-химические показатели варено-копченых колбас

Наименование показателя	Массовая доля поваренной соли, %	Массовая доля влаги, %	Массовая доля нитрита натрия, %	Содержание витамина В ₁₂ , мкг в 100 г
Контроль	3,47±0,04	46,7±0,05	0,0023±0,0001	1,5±0,05
Колбаса с добавлением концентрата пропионовокислых бактерий	3,46±0,05	45,02±0,03	0,0008±0,0001	2,1±0,05

Повышенное содержание витамина В₁₂ в колбасах, изготовленных с использованием концентрата пропионовокислых бактерий, объясняется способностью пропионовокислых бактерий синтезировать в значительных количествах данный витамин.

Таблица 32 – Микробиологическая характеристика варено-копченых колбас

Наименование продукции	Результаты исследования				
	КМАФАнМ, КОЕ	БГКП	сульфитредуцирующие клостридии	Streptococcus. aureus	в том числе сальмонеллы
Контроль	8*10 ²	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Колбаса с использованием концентрата пропионовокислых бактерий	3*10 ²	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Данные микробиологического исследования, приведенные

в таблице 32, показывают что, колбасы, выработанные с использованием концентрата пропионовокислых бактерий, соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

3.7 Антимутагенные свойства пропионовокислых бактерий при культивировании в мясной системе

Технология производства варено-копченых колбас предусматривает копчение как способ консервирования, а также придания продукту своеобразного вкуса и аромата. В результате копчения компоненты коптильных газов проникают через колбасную оболочку и, постепенно диффундируя во время копчения, вступают во взаимодействие с составными частями продукта (89).

Известно, что бактерии, эволюционно наиболее древние существа, постоянно подвергаются мутагенным и инактивирующим факторам среды. Это обстоятельство предполагает, что бактерии должны обладать надежными средствами защиты для сохранения стабильности своего генома. Кроме системы репарации ДНК, они могли выработать защиту путем синтеза веществ с протекторными, реактивирующими и антимутагенными свойствами. Антимутагены регулируют скорость спонтанных мутаций, стабилизирующих мутационный процесс (30).

Изучение антимутагенеза важно, прежде всего, в отношении бактерий, используемых при изготовлении пищи, кормов, кормовых добавок и пробиотиков. К их числу принадлежат и пропионовокислые бактерии. В связи с этим исследована антимутагенная активность пропионовокислых бактерий при культивировании в мясном фарше и готовом продукте. Результаты исследований отражены в таблице 33.

Таблица 33 – Анализ антимутагенных свойств мясного сырья

Наименование образца	Среднее число ревертантов на чашку	Ингибирование, %
Мясной фарш	970	34,48
Колбаса варено-копченая	680	26,85

В результате исследований установлено, что пропионово-

кислые бактерии, культивированные в мясном фарше, обладают антимутагенным действием в отношении мутагенеза, индуцируемого азидом натрия. Это связано с тем, что пропионовокислые бактерии синтезируют значительные количества антиоксидательных ферментов: супероксиддисмутазы, пероксидазы и каталазы. Присутствие этих ферментов позволяет клетке удалять супероксидные и пероксидные радикалы, образованные в окислительных реакциях.

Таким образом, установлено, что при культивировании в мясном фарше пропионовокислые бактерии способны синтезировать соединения, обладающие защитой от внешних и эндогенных мутагенов, что делает их привлекательными для производства мясопродуктов.

3.8 Аминокислотный состав варено-копченых колбас

Белки мяса как продукты питания характеризуются высокой способностью компенсировать непрерывную потерю белка организмом в результате постоянного распада тканевых белков в процессе обмена, а также при образовании различных секретов пищеварительного тракта и в других случаях выделения белков. Животные белки усваиваются человеком полнее, чем растительные. Следовательно, животные пищевые белки обладают более высокой биологической ценностью, поскольку содержат оптимальные количества незаменимых аминокислот и других азотсодержащих компонентов, поддерживающих азотистый баланс человека.

Одними из компонентов при формировании вкуса и аромата являются аминокислоты и амиды. Эти вещества образуются и накапливаются в результате распада белков, а также пептидов, относящихся к экстрактивным веществам мышечной ткани. Скорость накопления потенциальных предшественников вкуса и аромата, букет которых формируется в процессе кулинарной обработки, сопряжена со скоростью деградации высокомолекулярных веществ мышечной ткани, особенно белков. Это связано с глубиной протеолиза (102, 140).

Заметно отличаются по содержанию некоторых аминокислот опытные образцы использованием концентрата пропионовокислых бактерий. В таких образцах относительно больше незаменимых аминокислот по сравнению с контрольными. Суммарное уве-

личение незаменимых аминокислот составило 18,88%. Результаты расчета аминокислотного сора незаменимых аминокислот представлены в таблице 34.

Накопление относительно значительного количества свободных аминокислот в опытных образцах с добавлением концентрата пропионовокислых бактерий по сравнению с контрольными образцами свидетельствует о проявлении наряду с эндопептидазами достаточной активности различных экзопептидаз, атакующих концевые пептидные связи, а также трипептидаз и дипептидаз. Преимущественное накопление глицина, глютаминовой кислоты, валина, фенилаланина, тирозина, лейцина, изолейцина отражает специфическое совместное воздействие на белки и пептиды тканевых эндопептидаз и экзопептидаз, а также биосинтез белков пропионовокислыми бактериями. Известно, что биосинтез белков пропионовокислыми бактериями сопровождается образованием пула из 15 аминокислот (цистина, гистидина, аргинина, аспартама, глютаминовой кислоты, глицина, серина, треонина, β -аланина, тирозина, валина, метионина, пролина, фенилаланина, лейцина).

Таблица 34 – Содержание незаменимых аминокислот и значений химического сора варено-копченых колбас

Наименование аминокислоты	Содержание а/к-ты в стандартном белке, г в г белка	Контроль		Опыт	
		сод-ние а/к-ты, г в 1 г белка	химический скор	сод-ние а/к-ты, г в 1 г белка	химический скор
1	2	3	4	5	6
Изолейцин	4,0	6,28	157,00	8,79	219,75
Лейцин	7,0	11,83	169,00	16,80	240,00
Лизин	5,5	11,23	204,18	13,93	253,27
Мет + Цис	3,5	3,89	111,14	4,56	130,28
Фен + Тир	6,0	12,67	211,16	13,78	229,66
Треонин	4,0	12,13	303,25	8,87	110,87
Триптофан	1,0	2,58	258,00	2,79	279,00
Валин	5,0	7,33	146,6	11,25	225,00
Итого		67,94		80,77	

Накопление β -аланина является также следствием фермента-

тивного гидролиза специфических дипептидов.

Наряду с накоплением многие аминокислоты подвергаются различным превращениям. Такие аминокислоты, как гистидин, тирозин, глютаминовая кислота, триптофан, заметно декарбоксилируют, в результате чего накапливаются в больших количествах пептиды, относящиеся к экстрактивным веществам мышечной ткани (карнозин, таурин). Помимо декарбоксилирования и участия в процессах переаминирования, значительная часть глютаминовой кислоты расходуется в реакциях биохимического связывания амиака и образования ее амида – глютамина.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что пропионовокислые бактерии, развиваясь в мясном фарше, приводят к значительному увеличению незаменимых аминокислот.

Глава 4 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНОГО ФАРША С ПРОПИОНОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ

4.1 Биохимическая активность *Propionibacterium shermanii* в мясном сырье

Данные литературного обзора свидетельствуют, что пропионовокислые бактерии продуцируют летучие ароматические соединения, синтезируют значительные количества полифосфатов, обладают антимуtagenной и антибиотической активностью. Всё это указывает на то, что применение пропионовокислых бактерий при производстве вареных колбас перспективно.

При производстве вареных колбас большое значение имеет величина рН, обеспечивающая набухание и последующее удержание влаги соленым мясом при варке. В связи с этим нами был выбран штамм *Propionibacterium shermanii* КМ-186, обладающий слабой кислотообразующей способностью.

На первом этапе исследований изучали влияние пропионовокислых бактерий на биохимические процессы, протекающие в мясном фарше при посоле. Для этого в опытные образцы вносили различные дозы бактериального концентрата пропионовокислых бактерий (КПБ). О биохимической активности пропионово-

кислых бактерий судили по изменению активной кислотности и содержанию жизнеспособных клеток. Результаты исследований представлены на рисунках 35, 36.

Данные рисунка 35 показывают, что с внесением бактериального концентрата в опытных образцах отмечается сдвиг рН в нейтральную сторону, тогда как в контрольном образце наблюдается снижение рН. Так, например, в образце с 2 ед. активности к 12 часам посола рН имеет значение 5,89, тогда как контрольный образец после 24 часов составляет 5,7 ед. Это, вероятно, связано с утилизацией лактатов пропионовокислыми бактериями, которые обеспечивают высокую скорость роста пропионовокислых бактерий и стабилизируют рН на более высоком уровне.

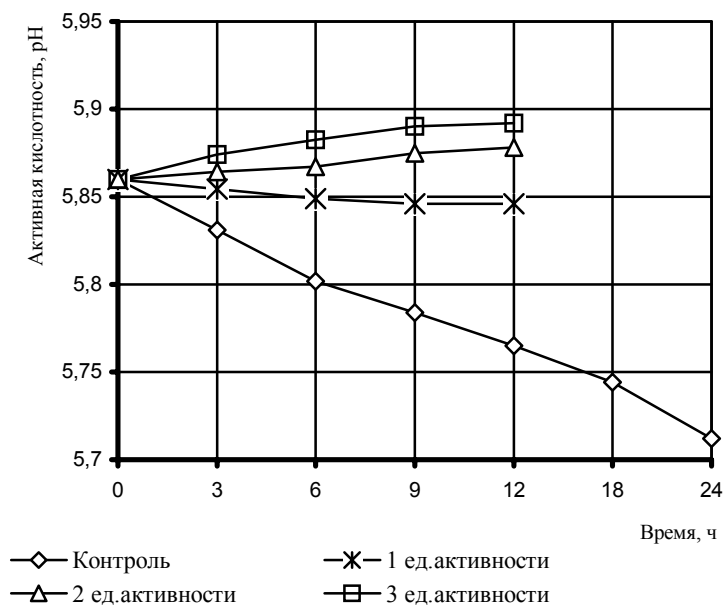


Рисунок 35 – Влияние *Propionibacterium shermanii* KM-186 на изменение активной кислотности мясного шрота в процессе посола

Количественный учет показал, что с увеличением дозы концентрата ускоряется рост пропионовокислых бактерий. Так, например, при дозе концентрата 2 единицы активности продол-

жительность ферментации составляет 12 часов, при этом количество клеток достигает 10^{10} в см^3 , однако образец с 3 единицами активности достигает этого значения уже после 9 часов культивирования (рис. 36).

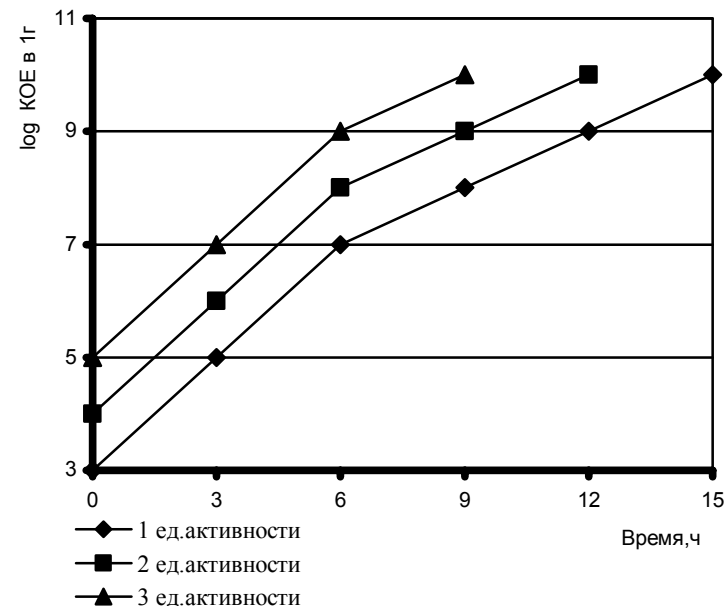


Рисунок 36 – Количественный учет пропионовокислых бактерий при посоле мясного сыра

Продолжительность посола, применяемого при выработке вареных колбас, определяется необходимостью придания фаршу нужных технологических и структурно-механических свойств, большое значение при этом имеет влагосвязывающая способность фарша (ВСС), влияющая как на выход, так и на качество (сочность, консистенцию, вкус) готовых изделий.

В связи с этим в следующей серии опытов было изучено влияние пропионовокислых бактерий на влагосвязывающую способность (ВСС) мясного фарша. Полученные результаты отражены на рисунке 37.

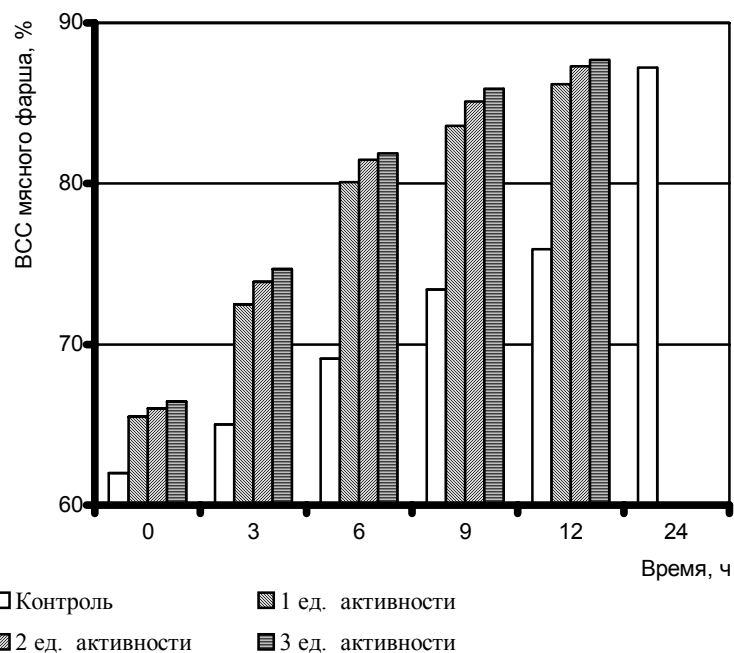


Рисунок 37 – Влияние дозы *Propionibacterium shermanii* KM-186 на ВСС мясного фарша

Исследования показали, что значение ВСС при посоле мясного сырья во всех образцах увеличивается, но следует отметить, что образцы с пропионовокислыми бактериями имеют показатели ВСС выше, чем контрольный. Кроме этого, образцы с 2 и 3 ед. активности достигают значения соответственно 87,3 и 87,7% уже после 12 часов посола, тогда как контроль достигает значения 87,2% только к 24 часам.

Известно, что пропионовокислое брожение отличается от других типов брожения большим выходом АТФ. Высокий синтез АТФ при ферментации способствует выделению миозина из структуры ткани, что существенно увеличивает набухание мяса. Кроме этого, пропионовокислые бактерии в значительных количествах синтезируют полифосфаты (раздел 1.5 литератур-

ного обзора), которые могут восполнять органические фосфорные соединения, экстрагируемые из мяса соевым раствором. Биосинтез полифосфатов пропионовокислыми бактериями обуславливает увеличение набухания, адгезии мяса и последующего влагоудержания при варке.

При определении ВСС необходимо отметить также один из главных структурно-механических показателей, характеризующий качество фарша – пластичность. От пластичности фарша зависит нежность и, в какой-то степени, сочность готовых колбасных изделий.

Из литературных источников известно, что для эффективного повышения нежности мяса используют энзиматические препараты протеолитического действия, полученные из бактерий и плесеней. Поэтому исследовали влияние концентрата пропионовокислых бактерий на этот показатель. Полученные данные представлены на рисунке 38.

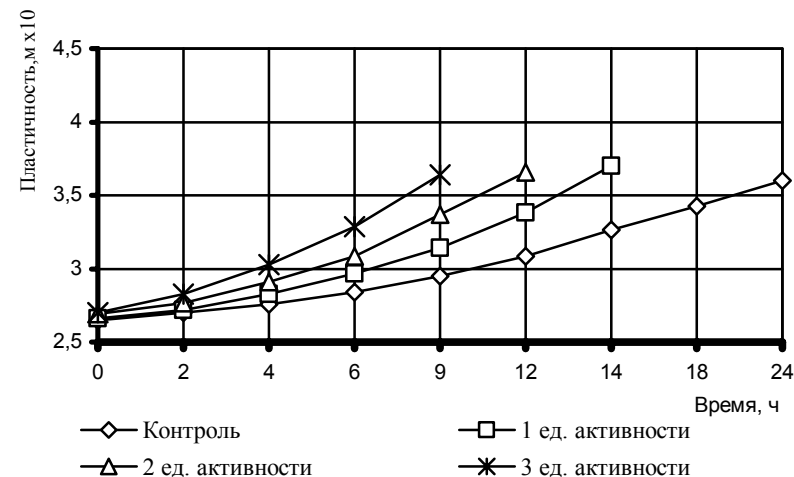


Рисунок 38 – Изменение пластичности мясного фарша

Как видно из рисунка, протеолитические ферменты пропионовокислых бактерий воздействуют на мышечные волокна и компоненты соединительной ткани, в результате происходит деструкция белков мяса и повышается пластичность фарша. Так, в опытных образцах с концентрацией пропионовокислых бакте-

рий 2 и 3 ед. активности последняя увеличивается по сравнению с контролем на 33,4 и 38,6% соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование концентрата пропионовокислых бактерий позволяет обеспечить необходимые физико-химические и структурно-механические характеристики фарша, а также приводит к увеличению однородности и нежности фарша.

4.2 Влияние кедрового шрота на активность пропионовокислых бактерий в мясном фарше

Из литературного обзора известно, что кедровый шрот содержит в своем составе большой процент белковых веществ, пищевых волокон и обладает пребиотическими свойствами относительно бифидобактерий.

Учитывая это, на следующем этапе исследований было изучено влияние различных доз кедрового шрота на рост пропионовокислых бактерий при посоле мясного сырья. Для этого в опытные образцы мясного фарша добавляли концентрат пропионовокислых бактерий (2 ед. активности) и разное количество кедрового шрота – 3, 5, 7, 10 % от массы основного сырья взамен свинины полужирной жилованной.

Кедровый шрот предварительно увлажняли теплой водой и вносили пропионовокислые бактерии, затем полученную массу смешивали с мясным фаршем и проводили посол при температуре (2-4)°С в течение 12 часов. В процессе посола определяли количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий (рис. 39).

Из данных рисунка видно, что кедровый шрот стимулирует рост пропионовокислых бактерий. Установлено, что в конце ферментации при внесении различных доз кедрового шрота количество жизнеспособных клеток составляет 10^{11} КОЕ в 1 см³ и отличается только титром.

Учитывая тот факт, что кедровый шрот обладает специфическим сладковатым вкусом, оптимальную дозу выбирали с учетом органолептической оценки. Для этого после посола вырабатывались вареные колбасы с разным содержанием кедрового шрота, которые оценивались органолептически. Результаты оценки представлены в таблице 35.

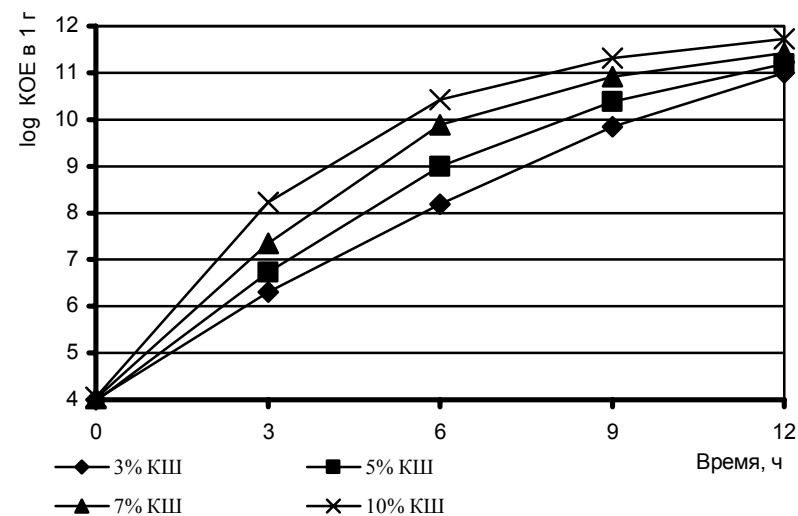


Рисунок 39 – Влияние дозы кедрового шрота на активность пропионовокислых бактерий при посоле мясного сырья

Дегустация показала, что наилучшими органолептическими свойствами обладала колбаса с содержанием кедрового шрота 5%. Готовый продукт отличался нежной, сочной консистенцией, а также приятным привкусом кедрового ореха. Кроме этого, было отмечено, что с добавлением кедрового шрота отмечается создание упругой и нежной структуры готовых колбасных изделий.

Дальнейшее увеличение дозы кедрового шрота до 10% придает колбасным изделиям сладковатый вкус, обусловленный содержанием высокомолекулярных углеводов.

Таблица 35 – Органолептическая оценка вареной колбасы

Показатель	Контроль	3% КШ	5% КШ	7% КШ	10% КШ
Внешний вид	Батоны с чистой сухой поверхностью, без повреждения оболочки, наплывов фарша, слипов, бульонных и жировых отеков				
Вид на разрезе	Фарш однородный и содержит кусочки жира розового или светло-розового цвета				

продолжение таблицы 35

Консистенция	Однородная	Однородная, нежная, сочная	Однородная, нежная, сочная, упругая		
			Приятный вкус, выраженный аромат, незначительный привкус кедрового ореха	Приятный вкус, выраженный аромат, привкус кедрового ореха	Приятный запах, сладковатый вкус
Вкус и запах	Приятный вкус и запах	Приятный вкус, выраженный аромат, незначительный привкус кедрового ореха	Приятный вкус, выраженный аромат, привкус кедрового ореха	Приятный запах, сладковатый вкус	
Цвет	Розовый				
Баллы	7,9	8,3	8,7	8,5	8,0

Проведенные исследования позволили выбрать оптимальную дозу кедрового шрота в количестве 5%.

4.2.1. Влияние кедрового шрота на функционально-технологические свойства мясного фарша

Как было отмечено ранее, кедровый шрот содержит в своем составе большое количество высокомолекулярных олигосахаридов (крахмал, клетчатка, пентозаны, декстрины) и пищевых волокон. Поэтому в дальнейших исследованиях было изучено влияние кедрового шрота на влагосвязывающую способность (ВСС) фарша при посоле (рис.40).

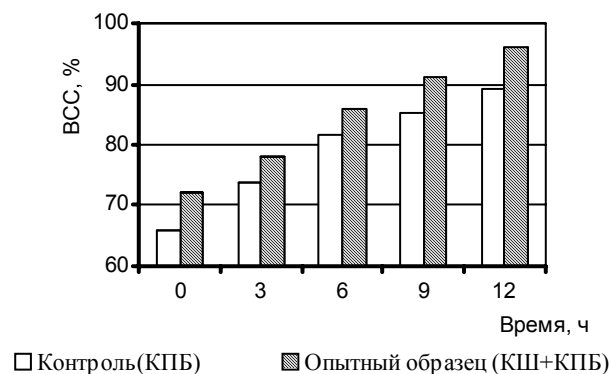


Рисунок 40 – Изменение ВСС мясного сырья при посоле

Данные исследований показывают, что большой процент высокомолекулярных олигосахаридов и пищевых волокон, обладающих высокой степенью влагосвязывания и набухания, в составе кедрового шрота повышает влагосвязывающую способность фарша. Так, к 9 часам посола значение ВСС в опытном образце практически соответствует значению контрольного образца после 12 часов.

Кроме этого, введение кедрового шрота позволяет значительно увеличить пластичность фарша в опытном образце. Так, в контроле пластичность составила 4,15 см², а в опыте – 5,7 см².

Основным условием технологии производства вареных колбас высокого качества является связанное состояние влаги и жира в течение всего технологического процесса. Поэтому качество и выход вареных колбас определяются оптимальным развитием процессов влаго- и жиросвязывания при приготовлении фарша и его устойчивостью при термической обработке.

Известно, что влагосвязывающая способность является одним из наиболее важных показателей сырого фарша. Однако в результате происходящих в процессе термической обработки денатурационных изменений белков часть белков и жира, связанные в сыром фарше, отделяются в виде потерь массы или бульонных и жировых отеков.

В составе фарша остаются удержанные влага и жир, количество которых характеризуется соответственно вододерживающей (ВУС) и жиродерживающей (ЖУС) способностями фарша.

ВУС фарша – это разность между содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки.

ЖУС фарша определяется как разность между содержанием жира в фарше и количеством жира, отделившегося в процессе термической обработки.

Для производства вареных колбас особенно важно, чтобы показатели ВУС и ЖУС были как можно выше, так как они обеспечивают сочную консистенцию готовых вареных колбас.

На рисунке 41 представлены данные исследования функциональных свойств фарша при его термической обработке.

Из данных рисунка видно, что ВУС в опытном образце на 14,5% выше по сравнению с контролем, а жиросодержащая способность (ЖУС) – соответственно на 10,4%.

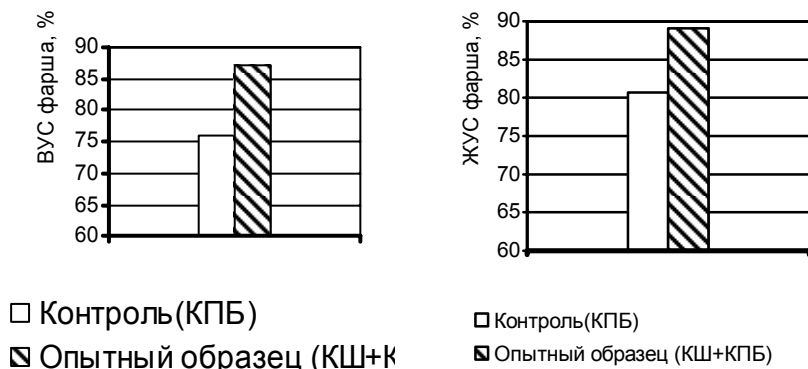


Рисунок 41 – Функционально-технологические свойства мясного шрота

Для получения ёвареных колбас, имеющих высокий выход готовой продукции, большое значение имеют гидрофильные характеристики фарша. Одним из таких показателей являются потери при тепловой обработке (рис. 42).

Из рисунка видно, что в опытном образце отмечено снижение потерь при варке, которое составляет 21,84 % по сравнению с контрольным. Это свидетельствует о том, что белки кедрового шрота способствуют удержанию и связыванию свободной влаги в образцах, что приводит к значительному повышению выхода готовой продукции и снижению себестоимости.

Таким образом, использование кедрового шрота обеспечивает необходимые функционально-технологические и гидрофильные характеристики мясного фарша для производства качественных вареных колбас с высоким выходом готовой продукции.



Рисунок 42 – Влияние кедрового шрота на гидрофильные свойства мясного фарша

4.3 Влияния рафтилина на физико-химические и структурно-механические показатели мясного фарша

Из литературных источников известно, что рафтилин – это инулинсодержащая добавка, полученный из корня цикория. Он представляет из себя порошок белого цвета, не имеющий вкуса и запаха, в котором содержится большой процент белковых веществ и пищевых волокон, относящихся к добавкам функционального назначения. Рафтилин рекомендуется для полной или частичной замены жира при производстве колбасных изделий.

В связи с этим на следующем этапе исследований было изучено влияние рафтилина на физико-химические и структурно-механические показатели мясного фарша. В наших исследованиях 30 и 50% свиного шпика заменяли на рафтилин.

Порошок рафтилина предварительно растворяли в горячей воде, хорошо размешивали и вносили в виде эмульсии, охлажденной до температуры (2-4) °С, в фарш при его составлении. При этом использовалось мясное сырье после биотехнологической обработки пропионовокислыми бактериями. Полученные результаты представлены в таблице 36.

Таблица 36 – Структурно-механические и физико-химические показатели фарша

Образец	pH	ВСС, % к общей влаге	Пластичность, м ² ×10 ⁻⁴	ВУС, %	ЖУС, %
Контроль (КПБ)	5,88±0,02	87,9±1,23	4,18±0,17	84,14±0,52	87,56±0,31
30%P+КПБ	5,89±0,01	90,0±1,09	5,47±0,32	89,29±0,75	91,53±0,22
50%P+КПБ	5,88±0,01	93,2±1,15	6,01±0,29	90,16±0,49	92,11±0,43

Анализируя данные таблицы 36, можно сделать вывод, что использование рафтилина в рецептуре вареных колбас приводит к повышению доли прочносвязанной влаги в опытных образцах колбас, а также то, что с увеличением количества вносимого рафтилина происходит соответствующее улучшение функционально-технологических характеристик фарша.

Так, влагосвязывающая способность в опытных образцах повысилась по сравнению с контрольным. Показатели ВУС и ЖУС в опытных образцах также имеют тенденцию к увеличению в соответствии с повышением дозы рафтилина. Это, вероятно, связано с наличием в составе рафтилина белковых веществ и пищевых волокон, которые обладают способностью связывать свободную влагу и удерживать ее в мясном фарше.

Пластичность в образце с 30% рафтилина увеличилась на 30,1%, а в образце с 50% – на 43,8% по сравнению с контролем. Следует отметить, что рафтин практически не оказывает влияния на значение pH.

Анализ данных, представленных в таблице, свидетельствует, что введение рафтилина улучшает функционально-технологические свойства фарша.

4.4 Особенности технологии производства вареных колбас с использованием пропионовокислых бактерий и добавок растительного происхождения

Полученные результаты экспериментальных исследований позволили усовершенствовать технологии производства вареных колбас.

Технологический процесс производства вареных колбас осуществляли по схемам, представленным на рисунках 43, 44.

Новая технологическая операция при производстве вареной колбасы «Функциональная» – является введение концентрата пропионовокислых бактерий КМ-186 – 2 ед. активности при посоле мясного сырья.

Особенностью технологии производства вареной колбасы «Таежная» является применение концентрата *Propionibacterium shermanii* КМ-186 в количестве 2 ед. активности и 5% кедрового шрота взамен свинины полужирной жилованной, при посоле мясного сырья.

Производство колбасы «Оригинальная» отличается добавлением пропионовокислых бактерий при посоле и рафтилина – при составлении фарша. Для всех технологий характерно внесение уменьшенной дозы вносимого нитрита натрия и сокращение процесса посола.

Для выработки вареных колбас в качестве основного сырья используют: говядину замороженную 1 и 2 сортов, свинину полужирную жилованную и шпик свиной.

Обваленное мясо жилюют. В этом процессе мясо нарезают на куски массой до 1 кг. Мясо в кусках или в измельченном виде засаливают и добавляют раствор нитрита натрия (также его можно добавить при составлении фарша) в количестве 3,5 г на 100 кг сырья. Затем вносят концентрат пропионовокислых бактерий в количестве 2 ед. активности на 100 кг при посоле, который предварительно разводят в небольшом количестве воды для равномерного распределения.

Для производства вареной колбасы «Таежная» добавляют кедровый шрот в количестве 5% от общей массы взамен свинины полужирной жилованной также при посоле мясного сырья, но сначала его увлажняют теплой водой до 40 %. Затем фарш направляют на посол при температуре (0-4)⁰ С в течение 12 часов – для колбасы «Функциональная» и «Оригинальная» и 9 часов – для «Таежной».

Сырье, пряности, воду (лёд) и другие материалы взвешивают в соответствии с рецептурой с учетом добавленных при посоле соли или рассола и готовят фарш на куттере, куттеремешалке, мешалке - измельчителе или других машинах периодического действия. Следует отметить, что при производстве колбасы «Таежная» воды добавляют на 10-12 % больше, чем при

производстве колбас «Функциональная» и «Оригинальная» (рис. 43, 44).

Вначале загружают нежирное мясное сырьё, измельченное на волчке с диаметром отверстий решетки 2-6 мм: говядину 1 и 2 сортов, нежирную свинину, а также добавляют часть холодной воды (льда), фосфаты, белковый стабилизатор и т.д.; в последнюю очередь – свиной шпик. При производстве колбасы «Оригинальная» характерно уменьшение вносимого шпика до 50 % и добавление рафтилина в количестве 5% от основного сырья. Рафтилин разводят горячей водой, охлаждают и вносят при составлении фарша.

Наполнение колбасных кишечных и искусственных оболочек фаршем производят на пневматических, гидравлических или механических вакуумных шприцах (остаточное давление $0,8 \cdot 10^4$ Па). Давление нагнетания должно обеспечивать плотную набивку фарша.

При вязке фарш отжимают внутрь батона и прочно завязывают конец оболочки, делая петлю для навешивания на палку. Вязку батонов производят шпагатом. Из батонов в натуральной оболочке удаляют воздух, попавший с фаршем, прокалывая ее. Если на искусственных оболочках есть печатные обозначения, то вязку батонов допускается проводить без поперечных перевязок (товарных отметок) или делать посередине батона от одной до трех перевязок в зависимости от его диаметра. При наличии специального оборудования и маркированной оболочки концы батонов могут закрепляться металлическими скрепками с наложением или без наложения петли.

Батоны обжаривают при $(90-100)^\circ\text{C}$ в течение (60-140) мин в зависимости от конструкции камеры и диаметра оболочки. Обжарку проводят до подсушивания оболочки, покраснения поверхности батонов и до достижения температуры в центре батона $(40-50)^\circ\text{C}$.

Обжаренные батоны варят паром в пароварочных камерах или в воде при температуре $(75-85)^\circ\text{C}$ до достижения температуры в центре батона 70°C .

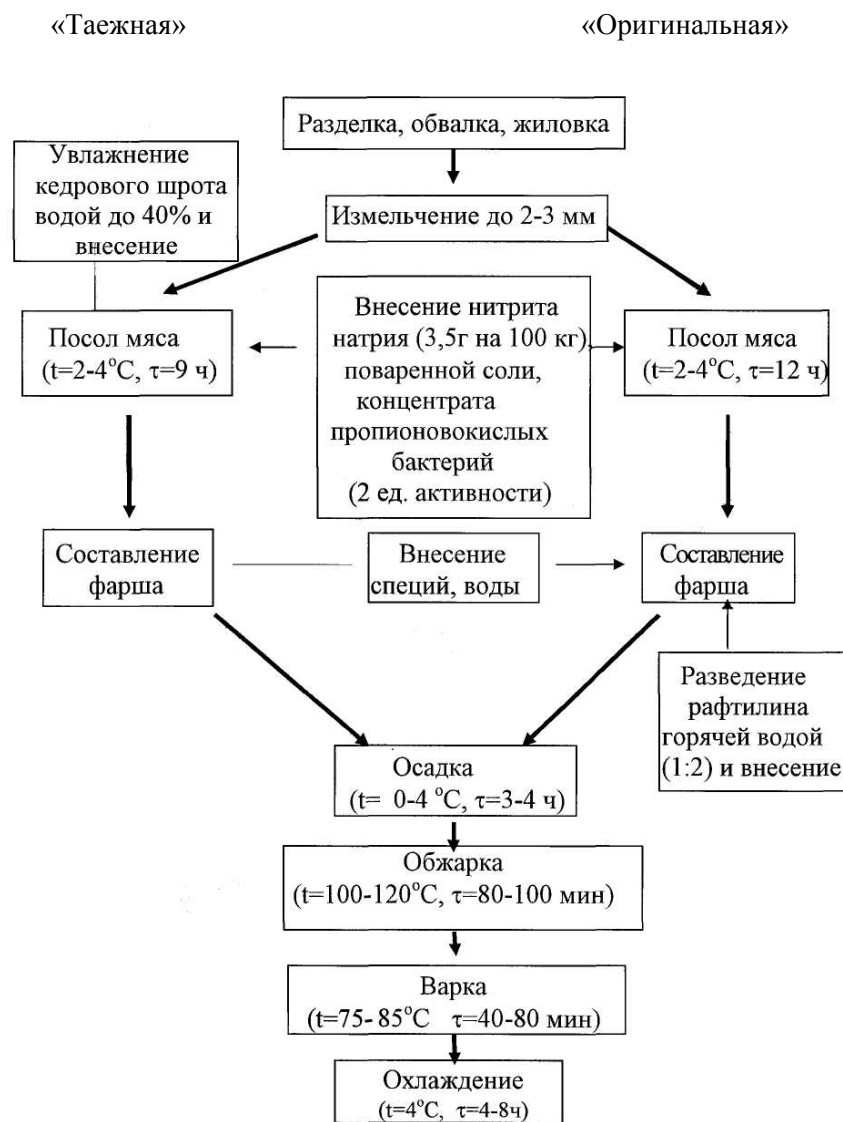


Рисунок 43 – Усовершенствованная технологическая схема производства вареных колбас 2 сорта

«Функциональная»

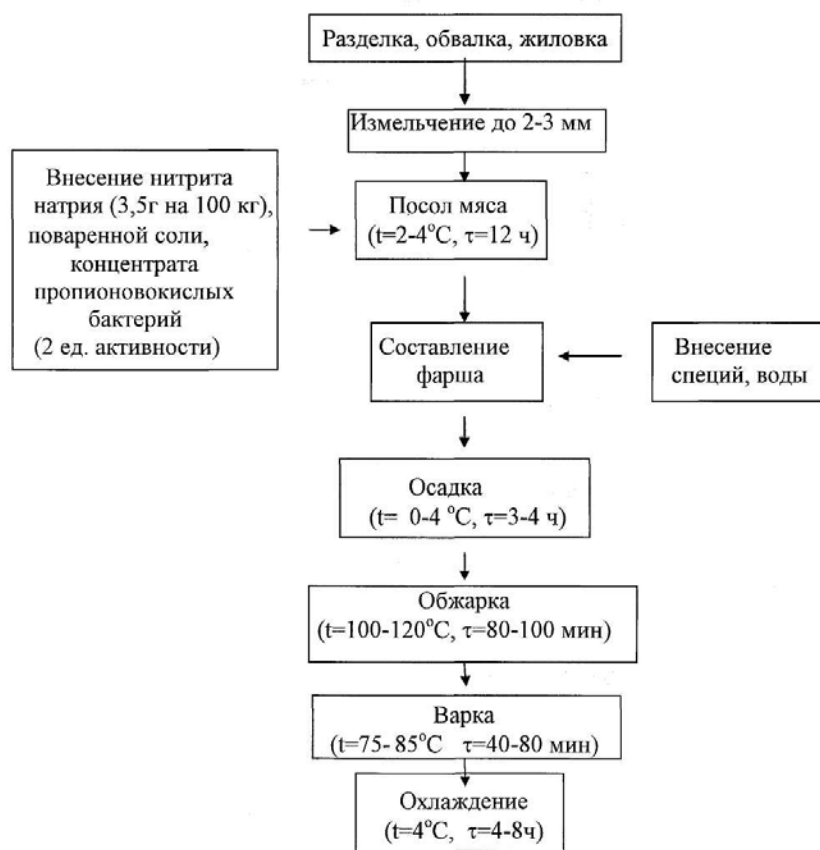


Рисунок 44 – Усовершенствованная технологическая схема производства

После варки в стационарных или комбинированных камерах, либо термоагрегатах колбасы охлаждают под душем холодной водой в течении 10 мин, а затем в камерах при температуре не выше 8⁰С и относительной влажности воздуха 95% или в туннелях интенсивного охлаждения при температуре (5-7)⁰С до достижения температуры в центре батона не выше 15⁰С.

Готовые колбасные изделия проверяют по органолептическим и физико-химическим показателям. Батоны с загрязненной и поврежденной поверхностью отбраковываются.

Вареные колбасы «Функциональная», «Таежная» и «Оригинальная» должны соответствовать качественным характеристикам, представленным в таблице 37.

Как видно из таблицы, новые виды вареных колбас отличаются высокими органолептическими и физико-химическими показателями и соответствуют требованиям ГОСТа.

Таблица 37 – Качественные характеристики вареных колбас 2 сорта

Показатели	Наименование колбасы		
	«Функциональная»	«Оригинальная»	«Таежная»
	2	3	4
Внешний вид	Батоны с чистой сухой поверхностью, без повреждения оболочки, бульонных и жировых отеков		
Консистенция	Сочная, нежная, в меру упругая		Сочная, нежная, упругая
Вид фарша на разрезе	Розовый, равномерно перемешан, содержит кусочки шпика или жира белого цвета или с розоватым оттенком		
Запах и вкус	Ярко выраженный, приятный специфический вкус, без посторонних привкусов		Приятный гармоничный, специфический вкус, с ярко выраженным ароматом и привкусом кедрового ореха
Цвет	Красно-розовый		
Массовая доля влаги, %	66,5±0,3	66,8±0,2	69,1±0,2
Массовая доля поваренной соли, %	2,1±0,04	2,3±0,04	2,0±0,03
Массовая доля нитрита натрия, мг %	0,001±0,0002	0,001±0,0003	0,001±0,0001
Массовая доля жира, %	13,2±0,06	9,6±0,05	12,2±0,02
Массовая доля белка, %	12,3±0,01	16,6±0,03	15,3±0,03
Наличие БГКП в 1 г продукта	Не допускается		
Наличие сальмонелл в 25 г продукта	Не допускается		

продолжение таблицы 37

1	2	3	4
Наличие сульфитредуцирующих клостридий в 0,01 г продукта	Не допускается		
Остаточная активность кислой фосфатазы, %	Не более 0,006		

Рецептура колбас представлена в таблице 38.

Таблица 38 – Рецепт в вареных колбас

Ингредиенты на 100 кг сырья	Наименование колбасы		
	«Функциональная»	«Оригинальная»	«Таежная»
Говядина	70		
Свинина	20		15
Шпик	10	5	10
Кедровый шрот	-		5
Рафтилин	-	5	-
Концентрат пропионовокислых бактерий	2 ед. активности		
Соль	2,5		
Нитрит натрия	0,0035		
Сахар	0,1		
Перец черный	0,13		
Кориандр	0,07		
Чеснок	0,12		
Вода	50		

Таким образом, использование пропионовокислых бактерий и добавок растительного происхождения при производстве вареных колбас позволяет заметно улучшить потребительские свойства колбасных изделий.

4.5 Опытнo-промышленная апробация усовершенствованных технологий

Опытнo-промышленную выработку вареных колбас «Функциональная», «Таежная» и «Оригинальная» проводили в колбасном цехе ООО «Важенка» с целью проверки экспериментальных данных, полученных в лабораторных условиях.

Готовые колбасные изделия подвергались дегустационной

оценке (табл. 40).

Комиссией было отмечено, что выработанные образцы новых видов вареных колбас обладали высокими органолептическими показателями. Они отличались сочностью, нежной и упругой консистенцией, а также благодаря использованию концентрата пропионовокислых бактерий имели выраженный гармоничный аромат и однородную, гомогенную структуру фарша. Кроме этого, образцам вареной колбасы «Таежная» был свойственен характерный приятный привкус кедрового ореха.

Таблица 39 – Органолептические показатели вареных колбас

Показатель	Наименование колбас		
	«Функциональная»	«Таежная»	«Оригинальная»
Внешний вид	Батоны с чистой сухой поверхностью, без повреждения оболочки, наплывов фарша, слипов, бульонных и жировых отеков		
Вид на разрезе	Фарш равномерно перемешан, содержит кусочки шпика или жира белого цвета или с розоватым оттенком		
Консистенция	Однородная, нежная упругая	Однородная, нежная, сочная, упругая	
Вкус и запах	Приятный вкус, выраженный аромат	Гармоничный вкус, приятный привкус кедрового ореха, выраженный аромат	Приятный вкус и выраженный аромат
Цвет	Розовый		
Баллы	8,1	8,3	8,1

Таким образом, опытнo-промышленная проверка доказала возможность внедрения усовершенствованных технологий в производство.

4.5.1 Сенсорная оценка новых видов вареных колбас

Успех пищевого продукта на рынке всегда зависел от реакции потребителей на этот продукт. Однако исследования в области определения этой реакции начались сравнительно недавно. В современных экономических условиях потребители сталкиваются с огромным разнообразием товаров, поэтому зада-

ча любого производителя – привлечь внимание к своей продукции, а искушенного потребителя привлечь очень непросто.

Существует теория, что люди часто сами не знают чего хотят, и на их выбор можно воздействовать при помощи различных рекламных средств. Для того чтобы выяснить пожелания потребителей и разработать новые виды продуктов, ориентированные на определенный круг потребителей, проводят специальные сенсорные исследования, основанные на оценке впечатления потребителя от сенсорных характеристик предлагаемого продукта.

Существуют два основных подхода потребительской сенсорной оценки – оценка предпочтения и оценка приемлемости. Тот, кто предпочитает определенный продукт, не всегда является его покупателем. Методы оценки этих понятий значительно различаются, хотя некоторые подходы могут использоваться для обоих типов. Существует разница между потребительской сенсорной оценкой и маркетинговыми исследованиями, в которых оценивается конкретная торговая марка и, соответственно, эффективность рекламной кампании.

Исследования предпочтения проводятся путем выбора членами потребительской панели наиболее предпочитаемого образца. Возможно проведение как парного сравнительного теста, так и ранжирование предпочтений для нескольких образцов.

При исследовании приемлемости потребители оценивают свое впечатление при помощи шкалы желательности. Исследование приемлемости может проводиться на единичном образце и не требует сравнение с другим продуктом. Решение потребителя зависит только от сенсорных характеристик образца и формируемого на их основе впечатления от продукта. Замечено, что неблагоприятное впечатление воспринимается людьми гораздо сильнее, чем приятное.

Работы, относящиеся к исследованию потребительской приемлемости, должны учитывать ряд условий. Точность оценки вкусовых характеристик играет здесь второстепенную роль, так как сложно основываться на туманных и обычно неточных определениях, даваемых средним необученным сенсорной оценке потребителем. Поэтому от обычного потребителя не требуется, чтобы он точно формулировал описание вкусовых характе-

ристик оцениваемого продукта.

Органолептические показатели относятся к неизмеримым, значения которых нельзя выразить в физических размерных шкалах. Характеристику вкуса, запаха, консистенции и других органолептических признаков приводят в качественных описаниях, поэтому в методологии сенсорного анализа наиболее важными являются описательные методы.

К описательным методам относят профильный анализ и балловую систему оценки.

Сенсорная оценка представляет большую ценность для разработчиков продукта, поскольку позволяет определить соответствие продукта намеченной цели. Однако высокий уровень приемлемости продукта не гарантирует успеха на рынке. Вероятность покупки продукта зависит от множества факторов, таких как питательная ценность, концепция продукта, цена, позиционирование, реклама, упаковка и многое другое. Но благоприятное впечатление потребителя от продукта на основании его сенсорных характеристик – ключ к успеху на любом рынке.

Профильный метод основан на том, что отдельные импульсы вкуса, запаха, консистенции, объединяясь, дают качественно новый импульс общей вкусовой характеристики продукта. Выделение наиболее характерных для продукта элементов вкуса и запаха позволяет установить профиль «вкусоности» продукта.

Результаты органолептической оценки вареных колбас профильным методом представлены на рисунках 45- 47.

Результаты профильной оценки вареных колбас показывают, что опытные образцы с пропионовокислыми бактериями, рафтилином и кедровым шротом имеют высокие баллы по всем показателям по сравнению с контрольным образцом. Они обладают нежной консистенцией, повышенной сочностью и хорошим внешним видом. Образцы колбасы «Функциональная» с пропионовокислыми бактериями характеризовались выраженным специфическим ароматом и упругой, однородной консистенцией. Вкусовые качества колбас с рафтилином отличались от контроля более сочной, упругой консистенцией и выраженным вкусом, а образцы «Таежной» колбасы с добавлением кедрового шрота имели приятный специфический привкус кедрового ореха и также сочностью.

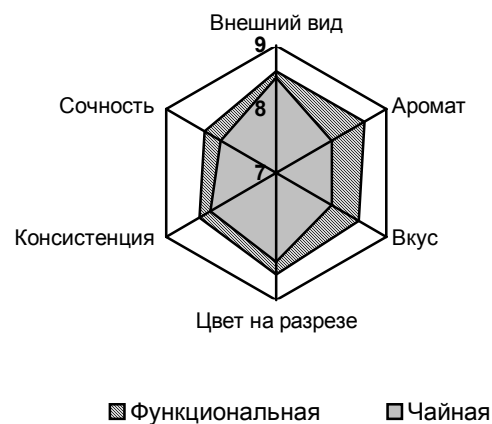


Рисунок 45 – Профильный анализ колбасы «Функциональная»

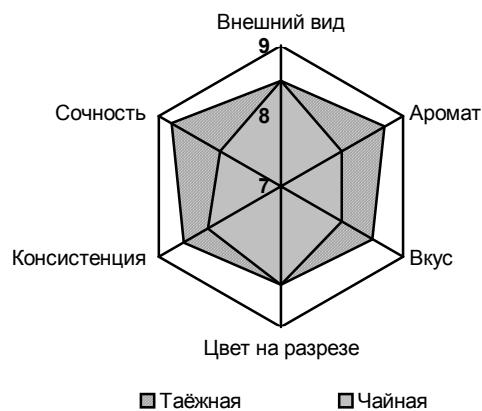


Рисунок 46 – Профильный анализ колбасы «Таёжная»

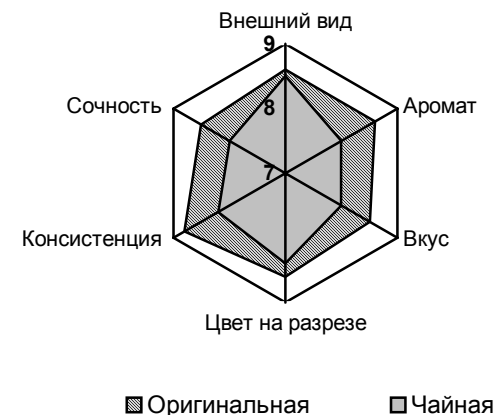


Рисунок 47 – Профильный анализ колбасы «Оригинальная»

Способность пропионовокислых бактерий восстанавливать нитриты и нитраты обуславливает более интенсивную окраску опытных образцов вареных колбас, в отличие от колбасы «Чайная», цвет на разрезе которой был менее ярким и насыщенным.

Современный уровень исследования качества продовольственных товаров немислим без дегустационного анализа, проводимого с использованием балловых шкал.

Балльная система оценки позволяет дать результатам органолептического исследования количественное выражение. Каждому определяемому признаку в зависимости от его весомости в оценке продукта присуждают количество условных единиц баллов. В соответствии с требованиями стандартов качество некоторых продуктов определяют обязательно с включением балльной оценки по органолептическим показателям.

Наиболее ответственный момент – выбор шкалы. С учетом изложенных принципов рекомендована шкала с симметричными интервалами, на которой большее значение соответствует хорошему качеству, а меньшее – плохому. Шкала балльной оценки пищевых продуктов колеблется от 5 до 100 баллов. В России

наиболее распространены 5-, 10-, 30- и 100-балльные системы.

При разработке балловых шкал градацию шкалы определяют в зависимости от поставленной задачи, качества экспертов, необходимой точности результатов и возможности словесного описания характеристики качественных уровней. В настоящее время современным требованиям органолептической оценки мясных продуктов наиболее полно отвечают 9-балльные шкалы с использованием коэффициентов весомости для отдельных показателей качества. Поэтому для оценки органолептических свойств колбасных изделий рекомендуется использовать 9-балловую шкалу, в которой каждому баллу соответствует определенная категория качества. Эта шкала представлена в таблице 40.

Таблица 40 – Оценка органолептических показателей мясных продуктов по 9-балльной шкале

1	2	3
Внешний вид	Очень красивый	9
	Красивый	8
	Хороший	7
	Недостаточно хороший	6
	Средний (удовлетворительный)	5
	Немного нежелательный (приемлемый)	4
	Нежелательный (приемлемый)	3
	Плохой (неприемлемый)	2
	Очень плохой (совершенно неприемлемый)	1
Вид на разрезе	Очень красивый	9
	Красивый	8
	Хороший	7
	Недостаточно хороший	6
	Средний (удовлетворительный)	5
	Немного непривлекательный (приемлемый)	4
	Непривлекательный (приемлемый)	3
	Плохой (неприемлемый)	2
	Очень плохой (совершенно неприемлемый)	1
Цвет	Очень красивый	9
	Красивый	8
	Хороший	7
	Недостаточно хороший	6
	Средний (удовлетворительный)	5

продолжение таблицы 40

1	2	3
	Неравномерный, слегка обесцвеченный (приемлемый)	4
	Немного обесцвеченный	3
	Плохой (неприемлемый)	2
	Очень плохой (совершенно неприемлемый)	1
Запах и аромат	Очень приятный	9
	Приятный и сильный	8
	Приятный, но недостаточно сильный	7
	Недостаточно ароматный	6
	Средний (удовлетворительный)	5
	Не выраженный (приемлемый)	4
	Немного неприятный (приемлемый)	3
	Неприятный (неприемлемый)	2
	Очень плохой (совершенно неприемлемый)	1
	Очень нежная	9
Консистенция	Нежная	8
	Достаточно нежная	7
	Недостаточно нежная	6
	Средняя (удовлетворительная)	5
	Немного жестковатая, рыхловатая (приемлемая)	4
	Жестковатая, рыхловатая (приемлемая)	3
	Жесткая, рыхлая (неприемлемая)	2
	Очень жесткая, рыхлая (совершенно неприемлемая)	1
	Сочность	Очень сочная
Сочная		8
Достаточно сочная		7
Недостаточно сочная		6
Средняя (удовлетворительная)		5
Немного суховатая, влажная (приемлемая)		4
Суховатая, влажная (приемлемая)		3
Сухая (неприемлемая)		2
Очень сухая (совершенно неприемлемая)		1

В процессе проведения органолептического анализа новых видов вареных колбас участвовало 5 экспертов. Их оценки были занесены в дегустационные листы.

Результаты обработки дегустационных листов и общая оценка качества вареных колбас отражены в таблице 41.

Таблица 41 – Общая оценка качества вареных колбас

Наименование	Показатель	Показатель весомости
1	2	3
«Функциональная»	Внешний вид	$\frac{9+9+8+9+8}{5} = 8,4$
	Вид на разрезе	$\frac{9+9+8+9+8}{5} = 8,2$
	Цвет	$\frac{9+9+8+9+8}{5} = 8,6$
	Запах и аромат	$\frac{8+9+9+8+9}{5} = 8,6$
	Вкус	$\frac{8+9+9+8+8}{5} = 8,6$
	Консистенция	$\frac{8+9+8+8+8}{5} = 8,2$
	Сочность	$\frac{8+9+8+8+8}{5} = 8,0$
	Общая оценка	$\frac{8,4+8,2+8,6+8,6+8,6+8,2+8,0}{7} = 8,37$
	«Оригинальная»	Внешний вид
Вид на разрезе		$\frac{9+9+7+9+7}{5} = 8,2$
Цвет		$\frac{9+9+8+9+8}{5} = 8,6$
Запах и аромат		$\frac{8+8+9+8+8}{5} = 8,2$
Вкус		$\frac{8+9+8+8+8}{5} = 8,2$
Консистенция		$\frac{9+9+9+9+8}{5} = 8,8$
Сочность		$\frac{8+9+8+8+9}{5} = 8,4$
Общая оценка		$\frac{8,4+8,2+8,6+8,2+8,2+8,8+8,4}{7} = 8,41$
«Таежная»	Внешний вид	$\frac{9+9+9+9+7}{5} = 8,6$

продолжение таблицы 41

1	2	3
	Вид на разрезе	$\frac{8+9+8+9+8}{5} = 8,4$
	Цвет	$\frac{8+9+8+8+7}{5} = 8,0$
	Запах и аромат	$\frac{8+9+9+8+8}{5} = 8,4$
	Вкус	$\frac{9+9+9+9+9}{5} = 9,0$
	Консистенция	$\frac{9+9+8+9+9}{5} = 8,8$
	Сочность	$\frac{7+8+9+9+8}{5} = 8,2$
	Общая оценка	$\frac{8,6+8,0+8,4+9,0+8,4+8,8+8,2}{7} = 8,77$

Изучив данные, представленные в таблице, можно сделать вывод, что использование концентрата пропионовокислых бактерий и растительных добавок позволяет заметно повысить потребительские свойства вареных колбас. Нужно отметить, что использование пропионовокислых бактерий при производстве колбасных изделий придает готовым колбасам выраженный приятный аромат.

Вареная колбаса с добавлением пропионовокислых бактерий и кедрового шрота отличается высокими баллами вкуса и консистенции. Однако внешний вид и консистенция колбасы «Оригинальная» имеют баллы выше.

Глава 5 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований служили штамм молочнокислых палочек *L. plantarum* 8П-А3, полученный из Института медико-биологических проблем Минздрава РФ, сухие препараты бифидобактерий из лаборатории лиофильной сушки, замороженный концентрат трехштаммовой культуры пропионовокислых бактерий, состоящий из *Propionibacterium fruedenreichii* subsp *fruedenreichii*, *Propionibacterium fruedenreichii* subsp *shermanii*, *Propionibacterium fruedenreichii* subsp *globosum* с содержанием $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ в 1 см³

и активизированная культура *Propionibacterium shermanii* штамм МГУ, замороженный бакконцентрат пропионовокислых бактерий *Propionibacterium shermanii* КМ -186, представленные научно-производственной лабораторией кафедры «Технология молочных продуктов. Товароведение и экспертиза товаров», а также исследовали ферментный препарат β -галангизидазы, выделенной из дрожжей *Kluuyvezomyces fragilis*.

В качестве сырья использовали говядину по ГОСТ 779, свинину по ГОСТ 7724, модельные образцы фарша из говядины и свинины, кедровый шрот – белково-углеродный остаток, и рафтилин, полученный из корня цикория. В качестве контрольного образца готового продукта использовалась колбаса варено-копченая «Улан-Удэнская» согласно ТУ Бурятия 04.11.8 – 93, «Сервелат» по ГОСТ 16290-86, колбаса вареная «Чайная» по ГОСТ 23670-2004.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях кафедр «Технология молочных продуктов. Товароведение и экспертиза товаров», «Технология мясных и консервированных продуктов», «Метрология, стандартизация и сертификация» и в Проблемной лаборатории Восточно-Сибирского государственного технологического университета. Отдельные исследования проводились на кафедре гистологии и Проблемной лаборатории Московского государственного университета прикладной биотехнологии, научно-исследовательской лаборатории Сибирского института физиологии и биохимии растений; промышленные апробации на ОАО «Бурятмясопром», в колбасном цехе ООО «Важенка» г. Улан-Удэ.

Основные физико-химические и микробиологические показатели сырья модельных образцов фарша, готовой продукции определяли стандартными и общепринятыми в исследовательской практике методами.

5.1 Биохимические методы

О развитии биохимических процессов мышечной ткани можно судить по изменению протеолитической активности катепсинов. Для определения активности протеиназ использовали метод Ансона в модификации Е. Каверзневой, суть которого заключается в каталитических свойствах степени расщепления стандартных белков с образованием низкомолекулярных продуктов, в частности по накоплению

тирозина. За единицу протеолитической активности (ПА) принято количество фермента, которое за 1 мин при 30 °С катализирует переход в неосаждаемое трихлоруксусной кислотой (ТХУ) состояние такого количества субстрата, которое содержит 1 мкмоль тирозина (1,181 мг).

Протеолитическая активность экстракта катепсинов выражали числом протеолитических единиц в 1 см³ ферментного раствора (ед/см³).

Протеолитическая активность пропионовокислых бактерий – одна из важных свойств, характеризующая их способность расщеплять белки мяса с образованием более простых азотистых соединений, например аминного азота. Содержание аминного азота определяли методом формального титрования. В основе метода лежит способность аминокислот реагировать с нейтральным раствором формальдегида с образованием метиленаминокислот с последующим их титрованием щелочью.

Одна из характерных показателей технологических свойств мяса является его влагосвязывающая способность и пластичность, которые определяли методом прессования по Грау-Хамму. Водоудерживающую способность по методу, разработанному Р. М. Салаватулиной и др. Данный метод позволяет снизить погрешность за счет неоднородности химического состава и лабильности свойств сырья. Он отличается простотой и высокой воспроизводимостью результатов.

Процесс коагуляции белков ведет к уплотнению их структуры, уменьшению водоудерживающей способности и сопровождается выделением мясного сока, а следовательно, уменьшением нежности и сочности продукта. Дополнительным показателем технологических свойств мясного фарша может служить такой показатель, как потери массы при тепловой обработке. Метод основан на изменении массы образца до и после тепловой обработки, который определяется весовым методом.

Сведения о состоянии гемовых пигментов при производстве колбасных изделий получили на основании определения общего количества пигментов и содержания нитрозомиоглобина. Метод определения общего количества пигментов основан на экстрагировании пигментов мясopодуlктов водным раствором ацетона и последующим измерением оптической плотности экстракта. Содержание нит-

розопигментов определяли по разнице относительно общего количества пигментов.

Другим наиболее часто дополняющим методом определения цветообразования в мясопродуктах является устойчивость окраски. Использованный метод основан на определении оптической плотности экстрактов нитрозопигментов до и после экспозиции продукта на свету.

Для более полной картины цветообразования колбасных изделий определяли цветовые характеристики готового продукта спектрофотометрическим методом на приборе «Пульсар».

К одному из информативных и доступных показателей формирования вкуса и аромата мясных продуктов относится массовая доля летучих жирных кислот, которую определяли путем отгонки острым паром из подкисленной водной вытяжки с последующим титрованием дистиллята щелочью. Аналогичным способом определяли содержание аминного азота.

Для определения витамина В₁₂ использовали спектрофотометрический метод. Метод определения кобаламинов заключается в отделении и промывке клеток пропионовокислых бактерий, переводе кобаламинов в водный раствор путем гидролиза, в воздействии светом на полученный гидролизат для перевода кобаламинов в оксикобаламин и определении оптической плотности при длине волны 530 нм. Оптическая плотность раствора пропорциональна содержанию кобаламина.

Аминокислотный состав белков и содержание свободных аминокислот в готовом продукте определяли методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе ААА-339.

5.2 Микробиологические методы

При подборе полезных штаммов микроорганизмов в качестве стартовых культур одним из критериев ценности является их устойчивость к поваренной соли, фенолу, желчи и нитриту натрия.

Для определения устойчивости к поваренной соли бифидобактерий и молочнокислых палочек *L. plantarum* исследуемую культуру засеивали в количестве 1 петли на 8-10 мл гидролизованного молока с различным содержанием соли. Посевы выдер-

живали в термостате при 37 °С при исследовании бифидобактерии и при 30 °С – молочнокислых палочек *L. plantarum* в течение 48 часов. Рост или отсутствие роста культуры отмечают визуально по наличию или отсутствию мутности.

Определение устойчивости к фенолу. К 10 мл обезжиренного молока добавляют 0,5 мл 8%-ного стерильного водного раствора фенола. Пробирки с молоком и фенолом тщательно встряхивали, засеивали исследуемой культурой и помещали в термостат, где выдерживали при оптимальной температуре.

Образование сгустка в молоке через 24 часа указывает на высокую устойчивость штамма к фенолу. Штаммы, свертывающие молоко менее чем за 48 часов, являются устойчивыми к фенолу.

Определение устойчивости к желчи. В гидролизованное молоко, содержащее желчь, засеивали исследуемую культуру (1 петля на 8-10 мл среды). Посевы выдерживали при 30 °С при исследовании *L. plantarum*, при 37°С – *B. longum* В379 М в течение 48 часов. Рост или отсутствие роста культуры отмечали визуально (после встряхивания пробирки) по наличию или отсутствию мутности (37).

Количество клеток бифидобактерий в закваске определяли методом предельных разведений в полужидкой среде Влауроок, модифицированной Г.И. Гончаровой (24) с выдержкой посевов в течение (24-48) часов при температуре 37 °С с последующим микроскопированием препаратов, окрашенных по Граму согласно ГОСТ 9225-84.

Количество клеток бифидобактерий в комбинированной закваске устанавливали в среде Вкауроок с неомицином. Приготовление печеночной среды с неомицином: к 20 мл среды добавляли 0,2 мл рабочего раствора неомицина. Для получения рабочего раствора неомицина содержимое одного флакона (500 ОООед) растворяли в 50 мл стерильной дистиллированной воды, затем к 10 мл полученного раствора добавляли 90 мл, регенерировали в кипящей водяной бане в течение 30 мин. Готовили ряд последовательных разведений исследуемой закваски на стерильном физиологическом растворе, начиная с 1-го до 10-го разведения. Из приготовленных 6, 7, 8, 9, 10 разведений делали посе- вы по 1 мл на полужидкую печеночную среду без неомицина

(контроль) и с неомицином (опыт). Посевы культивировали при температуре 37°C в течение (48-72) часов, затем подсчитывали число колоний бифидобактерий в контроле и в опыте, определяя коэффициент угнетения.

Количественный учет *L. plantarum* проводили на среде Бактофок. Для приготовления среды к 1 дм³ стерильной дистиллированной воды добавляли 8,6 г «Бактофок-МК» или 17,7 г «Бактофок-ПП», 10 г лактозы, 5 г хлорида натрия, 0,75 г агар-агара. После тщательного растворения разливали в пробирки по 9 мл и автоклавировали при 0,5 атм в течение 30 мин, затем охлаждали до 30 °С и использовали для посевов.

Определение антибиотической активности молочнокислых бактерий и бифидобактерий проводили методом серийных разведений в гидролизованном молоке (14).

В стерильное обезжиренное молоко вносили 1% исследуемой культуры молочнокислых бактерий и выдерживали в течение 18 часов при температуре, оптимальной для каждой из исследованных групп микроорганизмов. Полученный сгусток фильтровали через бумажный, а затем через мембранный фильтры. Стерильно разливали по 1 мл стерильного гидролизованного молока, разбавленного в соотношении 1:3 стерильной водой (рН 6,0). В первую пробирку с гидролизованным молоком вносили 1 мл фильтрата молочнокислых бактерий – разведение 1:2, а затем готовили серию последовательных разведений – 1:4, 1:8, 1:16 и т.д. Одновременно готовили бактериальную взвесь 24-часовой тест-культуры по стандарту мутности. Во все пробирки с разведениями фильтрата вносили по 1 петле взвеси тест-культуры. В качестве контроля брали 1 мл гидролизованного молока с 1 петлей тест-культуры. Пробирки термостатировали 18 часов при температуре 37°C. Интенсивность роста микроорганизмов устанавливали визуально или делали посевы из пробирок на дифференциально-диагностические среды, предназначенные для культивирования тест-культур кишечной палочки. После инкубации посевов производили учет результатов, учитывая подавление роста тест-культуры под влиянием исследуемых бактерий. В качестве тест-культуры использовали *E. coli* I 53.

Контаминацию сухой закваски посторонними бактериями определяли по стандартной методике. Для определения отбира-

ли по 4 образца – при величине серий до 3000 флаконов. Содержимое флакона с сухим препаратом разводили, добавляя 5 см³ 0,9%-ного раствора хлорида натрия пипеткой 7-2-5 по ГОСТ 20294-74.

Из флаконов разведенный препарат пипетками Пастера в количестве (0,5-1,0) см³ засеивали на скошенные МПА, питательный агар с глюкозой и жидкую среду Сабуро в пробирках. Посевы на МПА и питательном агаре с глюкозой выдерживали при температуре (37±1)°С, а на среде Сабуро – при (22+2)°С. После инкубации посевов в течение восьми суток на питательных средах не должно быть роста микрофлоры.

Морфологию бактерий изучали путем приготовления препаратов, окрашенных метиленовым синим и по Граму с последующим микроскопированием в иммерсионной системе.

Количественный учет клеток пропионовоокислых бактерий проводили методом предельных разведений на среде ГМС или ГМК по ТУ 10-02-02-789-192-95.

Для определения устойчивости пропионовоокислых бактерий к поваренной соли исследуемую культуру засеивали в количестве 1 петли на 100 г мясного фарша с различным содержанием поваренной соли (2, 3, 4, 5) %. Посевы выдерживали в холодильнике при температуре (4±1)°С в течение 24 часов. Затем проводили количественный учет пропионовоокислых бактерий.

Для выявления устойчивости бактерий к нитриту натрия в жидкий концентрат пропионовоокислых бактерий вносили различные концентрации нитрита натрия (2, 3, 4, 5, 7,5, 10) мг на 100 мл. Концентрат выдерживали в холодильнике при температуре (4±1)°С в течение 24 часов. Затем определяли оптическую плотность бактериальных концентратов на фотоколориметре при длине волны 550 нм и также проводили количественный учет пропионовоокислых бактерий.

Антимутагенную активность пропионовоокислых бактерий определяли по тесту Эймса. В качестве индикатора мутагенности использовали тест – штамм *Salmonella tiphimurium* TA 100. Штамм несет мутацию ауксотрофности по гистидину и ревертирует к прототрофности под действием мутагенов, вызывающих мутации типа замены пар оснований. Принцип метода со-

стоит в том, что под действием мутагена на селективной среде вырастают ревертанты по гистидину, по числу которых определяют мутагенный эффект. Соответственно антимутагены снижают число индуцированных ревертантов.

Микробиологические показатели в готовом продукте определяли в соответствии с медико-биологическими требованиями Госсанэпиднадзора РФ стандартными методами.

5.3 Реологические методы

Образование структуры колбасного фарша при осадке достаточно точно характеризует величина предельного напряжения сдвига, которая широко используется для его технологической оценки. Предельное напряжение сдвига определяли при помощи конического пластомера КП-3 и значение рассчитывали по формуле Ребиндера.

О консистенции готового продукта судили по напряжению среза и работе резания как о наиболее полных и объективных показателях, получаемых инструментальным методом. Напряжение среза и работу резания измеряли на приборе «Инстрон» с измерительной ячейкой «Kramer Shear Press».

Для микроструктурного анализа готовых колбасных изделий образцы колбас фиксировали в водном растворе нейтрального 15%-ного формалина в течение 48 часов. После фиксации образцы промывали в проточной воде, срезы толщиной 20 мкм изготавливали на замороженном микротоме – криостат МК-25. Для дифференциации структурных элементов колбас полученные срезы окрашивали Суданом-III с последующей окраской гематоксилин-эозином. Срезы заключали в глицин-желатину. Полученные препараты изучали с помощью светового микроскопа ИЕНОВАЛ (Германия) при увеличении в 260-400 раз с последующим выходом на фотообъектив и изготовлением фотоснимков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем исследовании показана значимость использования комбинированной закваски молочнокислых бактерий *L. plantarum* и бифидобактерий, концентрата пропионовокислых бактерий на стадии посола и осадки производства вареных и варено-копченых колбас в формировании качественных характеристик готовых изделий. Полученные результаты позволяют наметить конкретные пути расширения использования этих культур для производства мясопродуктов.

1. В результате проведенных исследований разработана комбинированная закваска для колбасного производства, включающая бифидобактерии *B. longum* В379 М и молочнокислые бактерии *L. plantarum* 8П-А3.

Разработан эффективный способ активизации молочнокислых бактерий *L. plantarum* 8П-А3 в молоке, исключающий использование дорогостоящих ростовых факторов.

Выбрано оптимальное соотношение культур в комбинированной закваске. Установлено, что закваска, включающая *B. longum* В379 М и *L. plantarum* в соотношении 2:1, характеризуется высоким содержанием жизнеспособных клеток, устойчивостью к соли, желчи и фенолу. Использование бифидобактерий в составе комбинированной закваски повышает антибиотическую активность и способствует накоплению молочной и летучих жирных кислот.

2. Установлено, что мясной фарш является благоприятной средой для развития бифидобактерий. Количество жизнеспособных клеток через 6 часов колбас составило 10^8 КОЕ в 1 см^3 .

3. Выбраны и обоснованы технологические режимы производства сухой комбинированной закваски, состоящей из *B. longum* В379 М и *L. plantarum* в соотношении 2:1.

4. Разработана рациональная схема активизации сухой закваски в молоке и способ внесения ее в мясной фарш, позволяющий целенаправленно регулировать активную кислотность фарша в период осадки без ухудшения его качества.

5. Отмечено, что применение стартовых культур, включающих бифидобактерий, при производстве варено-копченых колбас ускоряет протекание биохимических процессов, интен-

сифицирует процесс осадки, повышает содержание молочной и летучих жирных кислот, свободных аминокислот и тем самым улучшает вкус и аромат колбас.

6. Показано, что рост микрофлоры закваски в мясном фарше препятствует развитию бактерий группы кишечной палочки на самых ранних стадиях производства варено-копченых колбас и повышает санитарно-гигиенические показатели готового продукта.

7. Установлено, что бифидобактерии предохраняют липиды мяса от окисления, улучшают консистенцию, вкус варено-копченных колбас.

8. Применение бифидобактерий при производстве варено-копченных колбас обеспечивает эффективное использование нитрита в реакции денитрификации, позволяет снизить количество вносимого нитрита до 40% от традиционно принятого и получить продукт со стабильной окраской.

9. Доказана высокая биохимическая активность пропионовокислых бактерий в мясной среде, что оказывает существенное влияние на ускорение процесса созревания фарша при посоле и формирование функционально-технологических свойств колбас при осадке.

10. Установлено, что пропионовокислые бактерии обладают высокой протеолитической активностью и ускоряют биохимические превращения белков мяса при посоле.

11. На основании проведенных экспериментальных исследований выбраны оптимальные технологические параметры посола и осадки при производстве варено-копченных колбас. Установлено, что использование концентрата пропионовокислых бактерий сокращает продолжительность производственного цикла в 3 раза.

12. Выявлено, что применение пропионовокислых бактерий при нитритном посоле создает благоприятные условия для развития процессов цветообразования и стабилизации окраски продукта, что позволяет уменьшить дозу вносимого нитрита натрия на 30 % от общепринятой нормы.

13. Отмечено, что в результате жизнедеятельности пропионовокислых бактерий в процессе осадки наблюдается интенсивное накопление летучих жирных кислот и аминного азота, что

способствует формированию специфического вкуса и аромата готового продукта.

14. Установлена антимутагенная активность пропионовокислых бактерий в отношении мутагенеза, индуцируемого азидом натрия в мясной среде.

15. Выявлено положительное влияние предлагаемого биотехнологического метода обработки сырья на органолептические, физико-химические, структурно-механические, микробиологические характеристики и биологическую ценность готового продукта.

16. Установлено, что внесение добавок из нетрадиционного растительного сырья, обладающих пребиотическими свойствами, при посоле стимулирует рост пропионовокислых бактерий и повышает функционально-технологические свойства мясного фарша.

17. Разработана технология и нормативная документация производства варено-копченной колбасы с использованием комбинированной закваски молочнокислых бактерий *L. plantarum* и бифидобактерий, а также концентрата пропионовокислых бактерий.

18. Усовершенствована технология производства вареных колбас из низкосортного сырья с использованием концентрата пропионовокислых бактерий и добавок растительного происхождения, разработан проект нормативной документации.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. 16П1194П. Рогов И.А., Нефедова Н.В., Алексахина В.А. и др. Способ получения мясного продукта. Патент 2084184. Россия, МКИ А23L1/31, А23В4/023; Московская государственная академия прикладной биотехнологии. - № 95108084/13; Заяв. 18.05.95. Оpubл. 20.07.97. Бюл. № 20.

2. А.С. 1113077 СССР, МКИ А23 С 9/12. Способ производства кисломолочного продукта / И.С. Хамагаева, О.Н. Кокорина, С.С. Науметова, В.И. Шаробайко (СССР). - № 3356771/28-13; Заяв. 17.11.81; Оpubл. 15.09.84, Бюл. № 34. - 2 с.: ил.

3. А.С. 1296091 СССР, МКИ А23С 9/12. Способ производства кисломолочных продуктов для детского питания /И.С. Хамагаева, Г.А. Булгатова, Н.Н. Федорова, К.С. Ладодо, С.М. Барашнева, Л.П. Семенова, В.Ф. Товаров (СССР). - № 3908106/28-13; Заяв. 11.06.85; не публикуется.

4. Авторские заявки № 4109403/28-13; № 4109407/28-13 СССР. Способ производства закваски для производства кисломолочных продуктов/ И.С. Хамагаева, Г.А. Булгатова, Л.П. Семенова, К.С. Ладодо, Р.И. Гончарова, А.М. Лянная. - Заяв. 05.06.86; пол. реш. от 30.06.87. с грифом «П».

5. Азаров А.В., Чумак И.Г. Использование инулинсодержащего сырья в колбасном производстве // Мясная индустрия. 2002. №5. С.32.

6. Алексахина В.А. Новые виды мясных полуфабрикатов, колбасных изделий и готовых блюд в некоторых зарубежных странах. М.: ЦНИИТЭИ Мясомолпром, 1980, 28 с.

7. Алексеева М.А., Климовский И.И., Анищенко И.П. Видовой состав пропионовокислых бактерий в «Советском» сыре // Молочная промышленность. 1973. №12. С.12-13.

8. Анваров М.А., Бобренева И.В. Пути интенсификации процесса посола при изготовлении комбинированных продуктов питания (Медико-биологические аспекты, технология, аппаратное оформление, оптимизация): Тез. докл. III Всесоюзн. Науч.-техн. конф. М., 1988. С.388

9. Анисимова И.Г., Белоусов А.А., Солодовникова Г.И., Лисицына Н.М., Терешина О.В., Кузнецова Т.Г. Разработка технологии производства варено-копченых колбас с применением

бакпрепаратов. Качество сырья, основы производства мяса и мясопродуктов // Всесоюзн. науч.-исследоват. и конструкторско-аналитический ин-т мясной промышленности. М.: 1991. С. 69-80.

10. Анисимова И.Г., Солодовникова Г.И. и др. Ферментативные колбасы с использованием бакпрепаратов. // Тез. докл. 4 ВНТК Раздел 3А. Кемерово, 1991. С. 34-37.

11. Анисимова И.Г., Терешина О.В., Солодовникова Г.И., Лагода И.В. Использование методов биотехнологии при производстве сырокопченых полусухих колбас // М.: АгроНИИТЭИ, 1989. 104 с.

12. Антиоксидантное действие растительных порошков на колбасные изделия / Азин Д.Л. и др. // Сб. мат. международной науч.-практ. конф. Челябинск. 2003. С.113.

13. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.

14. Банникова Л.А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 255 с.

15. Бекер М.Е., Дамберг Б.Э., Рапопорт А.И. Анабиоз микроорганизмов. Рига: Зинатне, 1981. 253 с.

16. Биологическая ценность новых продуктов детского питания / С.М.Кунижев, Н.Н.Надайвозов, И.П.Чепурной и др. // Молочная и мясная промышленность, 1990. - № 2. С.22-24.

17. Биргер М.О. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования. М.: Медицина, 1982. 456 с.

18. Блохина И.Н. Дисбактериозы. Л.: Медицина, 1979. С 254.

19. Блохина И.Н., Соколова К.Я. Биологические препараты для профилактики и лечения заболеваний, вызванных условно-патогенными микроорганизмами // Сб. науч. тр. / Моск. НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Габричевского. М., 1986. С.53-58.

20. Болдова Т. А. Разработка технологии варено-копченой колбасы с использованием молочнокислых микроорганизмов: Автореф. дис... канд. техн. наук: специальность 05. 18. 04. М., 1999.

21. Большаков А.С. Совершенствование технологии соленых мясосюродуков // Мясная промышленность: Экспресс-информ./ ЦНИИТЭИММП. 1981. №7. С. 11-13.

22. Большаков А.С., Ужахова М.К. Новый способ производства соленой говядины // Мясная индустрия СССР. 1984. №7. СС 16-18.

23. Большаков А.С., Эстебесов М.А. Влияние способа посола на качественные показатели солено-вареной баранины. – М.: ЦНИИТЭИММП. – Экспресс-информ. Вып. 10. – С. 23-26.

24. Боресков В.Г., Кудряшов Н. Л. Антиокислительные свойства коптильного ароматизатора «Жидкий дым плюс» // Мясная индустрия. 1999, №8. С.43-44.

25. Влияние нитритов на качество мясных продуктов / Лясковская Ю.Н., Горбатов В.М., Солнцева Г.Л., Хламова Р.И. М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1984. 30 с. (Сер. «Мясная промышленность». Обзорная информация ЦНИИТЭИмясо-молпром.)

26. Влияние нитритов на некоторые свойства мясных продуктов и значение отдельных факторов в их остаточном содержании / Джорджевич., Радович.Н., Джунг И., Михайлович В. // Мат. междунар. симпозиума «Нитриты и качество мясных продуктов». Варна, 1981. С.54.

27. Воздействие ферментативных гидролизатов на накопление биомассы бифидобактерий / Эрвольдер Т.М., Гудков А.В., Семенова Л.П., Гончарова Г.И. //Молоч. пром-сть. 1880, М 12. С.15-17.

28. Воробьева Л.И. Пропионовокислые бактерии. М.: Изд-во МГУ, 1995. 288 с.

29. Воробьева Л.И. Техническая микробиология. - М.: Изд-во МГУ, 1995. 256 с.

30. Воробьева Л.И., Абилев С. К. Антимутагенные свойства бактерий // Прикладная биохимия и микробиология. Т.38, 2002. №2 С.115-127.

31. Герасимов А. В., Долматов, Оследкин Ю. С., Кочетков В. В. Ароматобразующие вещества культуры плесневого гриба *Penicillium roqueforti* при росте на молочном сгусте // Прикладная биохимия и микробиология. Т. 37, 2001. №5 С.621-627.

32. Герасимова Л.Н., Лагода И.В. Новый бакпрепарат для варено-копченых колбас // Молочная и мясная пром. 1991. №1

С.48.

33. Гончарова Г.И. Изучение бифидобактерии, разработка препарата «Сухой бифидумбактерин» и его эффективность при кишечных заболеваниях детей первого года жизни: Автореф. дис.... канд. биол. наук. М., 1970. 16 с.

34. Гончарова Г.И. К методике культивирования *B.bifidum* // Лабораторное дело. 1968. № 2. С.100-104.

35. Гончарова Г.И., Лянная А.М. Культуральная, морфологическая и биохимическая характеристика *B.bifidum* // Кишечные и воздушнокапельные инфекции: Сб. науч. тр./ Моск. науч. - исслед. ин-т эпидемиологии и микробиологии. М., 1969. Т. 13. С. 415-426.

36. Готтлшалк К. Метаболизм бактерий / Пер. с англ. Под ред. Е.Н. Кондратбеевой. М.: Мир, 1982. 309 с.

37. Грау Р. Мясо и мясосюродуки. М.: Пищевая промышленность. 1964. С. 52, 126.

38. Действие микробных мясных эндогенных ферментов в процессе липолиза в сухих ферментированных колбасах./Hiegto. Eva, D. la Hoz. Lorenza, Ordonez Juan.// J/ Agr and Food chem. 1997. 45, № 8. С. 2989-2995.

39. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Пищевые волокна - новый раздел химии и технологии пищи // Вопросы питания. 1998. № 3. С.36-38.

40. Думин М. В., Потапов К. В., Ярмонов А. Н. Стартовые культуры для мясных деликатесов. // Мясная индустрия. 2002. № 5. С.23-24.

41. Ерьсько Т.А., Тимощук Г.А., Конович И.Г., Шапошникова Т.М., Городиская В.Д., Франко Е.В., Черняева В.Б. Состав для инъектирования мяса при посоле. Заяв. 22.07.80.

42. Жаринов А.И. Основы современных технологий переработки мяса. М.: 1994. С. 53-58.

43. Журавская Н.К. Биотехнологические аспекты производства высококачественных быстрозамороженных мясных продуктов // Мясная индустрия. 1983. № 1. С.36-37.

44. Журавская Н.К., Алехина Л.Т., Отряшенкова Л.М. Исследование и контроль качества мяса и мясосюродуков. М., 1985. 296 с.

45. Журавская Н.К., Фофанова Т.С., Михайлова М.М. Ис-

следование перспектив применения бактерий стартовых культур при производстве охлажденных рубленых полуфабрикатов. / Тез. докл. IV Всесоюзн. науч.-техн. конф.

46. Заиграева Л.И. Конструирование стартовых культур для колбасного производства. Дис.... канд. техн. наук: 05.18.04. Улан-Удэ, 1996.

47. Заиграева Л.И., Парпаев Э.Д., Никифорова Л.Л., Островская Н.В. Изучение возможности использования пропионовокислых бактерий при посоле мясного сырья. Межрегиональный постояннодействующий научно-технический семинар «Экологическая безопасность России». Мат-лы семинара. Пенза, 27-28 апр. 2000 г. Пенза: Изд-во Приволжского дома знаний. 2000. С.106-107.

48. Заиграева Л.И., Хамагаева И.С. Влияние стартовых культур на дозу вносимого нитрита // «Прогресс. Экологическая безопасность. Технология. Хранение и комплексная переработка сельскохозяйственной продукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности». Углич, 1-4 окт., 1996 г. Тез. докл. С.41.

49. Заиграева Л.И., Хамагаева И.С., Дугаров Ц.Б. Технология производства варено-копченой колбасы с использованием стартовых культур: Сб. науч. тр. Сер. Технология и биотехнология пищевых и кормовых продуктов. Улан-Удэ, Изд-во ВСГТУ, 1996. Вып. 3. С. 40-44.

50. Заиграева Л.И., Хамагаева И.С., Никифорова Л.Л., Островская Н.В. Улучшение качества мясного сырья при посоле // Мясная промышленность. Экспресс-информ / ЦНИИТЭИ мясомолпром. 2001. С.45.

51. Заяс Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 480 с.

52. Изменение липидных фракций в составе сухих ферментированных колбас при добавлении заквасочных культур и/или липазы *Aspergillus / Zalacain I., Zapelena M. J., De Pena M. P., Astiasaran I., Bello J// J. Food Sci.* 1997, 62. № 5. Сс.1076-1079.

53. Изучение возможности коррекции иммунной системы с помощью пищевых продуктов / Шарманов Г.Ш., Вигдеревич Д.И., Айдорханов Б.Б. и др. // Вопр. питания. 1986. № 4. С.39-41.

54. Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А., Шубина О.Г. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2004. № 1. С. 14.

55. Использование биотехнологии при производстве вареных продуктов из свинины // Бушкова Л.А., Верстова Т.В., Еремина Г.К., Новикова Т.В. Качество сырья мясной промышленности, методы оценки и пути рационального и эффективного его использования. Секция №1. Качественные характеристики сельскохозяйственного сырья и технология его производства: Тез докл. Всесоюзной науч.-техн. конф. М.: 1990. С.45.

56. Использование нитрита при производстве мясных продуктов. ЦНИИТЭИмясомолпром. Обзорная информация. 1978 г. С.62.

57. Исследование влияния белковых добавок на процесс сквашивания коровьего молока бифидобактериями / Ракунова Л.П., Забодалова Л.А., Ступакова Л.Ф., Евстигнеева Т.Н. // Тез. Всесоюз. науч.-практич. конф. «Разработка комбинированных продуктов питания». Кемерово, 1991. С.91.

58. Климовский И.И. Биохимические и микробиологические основы производства сыра. М: Пищ. пром-сть, 1966. 375 с.

59. Корнелаева Р.П., Степаненко П.П. Влияние заквасочных культур *Lactobacillus sake* и *Staphylococcus carnosus*, входящих в состав стартовой культуры «Биостарт», на процесс созревания сырокопченой колбасы «Экстра».

60. Королева Н.С. Азотное и витаминное питание молочнокислых бактерий. Повышение биохимической активности молочнокислых бактерий. Тр. ВНИМИ. М., 1988. Вып. 26. С.97-117.

61. Королева Н.С. Техническая микробиология цельномолочных продуктов. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 272 с.

62. Коршунов В.М., Пинегин Б.В., Володин Н.Н., Иванова Н.П., Гладько И.А. Новые подходы к бактериотерапии дисбактериозов кишечника // Сб. науч. тр./ Моск. НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского. М., 1986. С.138-144.

63. Косой В.Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. 272 с.

64. Костенко Ю.Г., Солодовникова Г.И., Кузнецова Г.А.

Способ производства сырокопченых колбас. Пат. 2095990. Россия, МКИ⁶ 95104767/13: Оpubл. 20.11.97. Бюл. № 32.

65. Костенко Ю.Г., Солодовникова Г.И., Кузнецова Г.А., Спицына Д.Н. Штамм молочнокислых бактерий *L. casei* 5/1-8, используемый при производстве мясопродуктов. ВНИИМП №95112591/13 Заяв. 14.07.1995. Оpubл. 20.07.97. Бюл. № 20.

66. Кочеткова А.А. Функциональные продукты в концепции здорового питания, 1999. №3. С. 4-5.

67. Кочеткова А.А., Колеснов А.Ю., Тужилкин В.И., Нестерова И.Н. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты. Пищевая промышленность, 1999. № 4. С. 7-10.

68. Красильников П.К. Кедр сибирский как жиромасличное растение // Тр. БИН АН СССР. 1981.

69. Красникова Л.В. Метаболизм молочнокислых бактерий. М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1980. 40 с.

70. Красникова Л.В., Салахова И.В. Шаробайко В.И., Эльвольдер Т.М. Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности // Молоч. пром-сть. 1992. С.32.

71. Крылова В.В., Дорофеева О.Н. Влияние молочнокислых бактерий на изменение ФТС белкового обогатителя. Мат-лы. 35-й отчет. науч. конф. ВГТА за 1996 г., Воронеж. С.41.

72. Крылова В.В., Михайлова М.М. и др. Производство полусухих сырокопченых колбас с применением бактериальных препаратов // Обзорная информация. Мясная пром-сть. М.: ЦНИИТЭИ, 1980. – С.99.

73. Крылова Н.Н., Луконина И.Н. К вопросу образования нитрозопигментов в процессе изготовления вареных колбасных изделий // XXI Европейский конгресс работников мясной промышленности. 970. С. 41-42.

74. Кудряшов Л.С. Применение сухого яичного белка в колбасном производстве // Мясная индустрия. 2004. № 6. С.29-31.

75. Кузьмичева М.Б. Современное состояние рынка колбас // Мясная индустрия. 2004. № 2. С. 10-13.

76. Куприянов В.А., Кудряшов Л.С., Семенова А.А. Колбасные изделия геродиетического питания с применением лактулозы // Мат-лы IV Международной НТК «Пища. Экология.

Человек». М., 2001.

77. Кухаркова Л.Л. и др. Исследования, связанные с применением баккультур при производстве сырокопченых колбас. IX Европейский конгресс работников НИИ мясной промышленности. М., 1963. С. 72-73.

78. Кучерас Р.В., Гебгардт А.Г. Влияние аминокислот на кобамидсинтетическую активность *Propionibacterium shermanii* // Прикл. биохим. микробиол. 1972. Т. 8. № 3. С.341-345.

79. Кьосев Д.Д. Выделение полезных штаммов бактерий и их использование для улучшения технологии и качества вяленых колбас типа «Луканки». Автореф. дис.... канд. техн. наук. М., 1971. 25 с.

80. Ласкина Л.А. Ферментированная сырокопченая колбаса. М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1983. 29 с.

81. Летучие N-нитрозамины в колбасных изделиях. / Л.Ф. Кармышева, Г.Ф. Жукова, Г.А. Сафронова, СИ. Сомина, А.Н. Петракова, Л. А. Соловьева. М.: Медицина, 1985. 80 с. (Вопросы питания / М-во здравоохранения СССР, Всесоюз. науч. об-во гигиенистов).

82. Лисицын А.Б., Кудряшов Л.С., Алексахина В. А. Перспективные технологии производства новых видов ферментированных колбас // Мясная индустрия. 2003. №11. С.24-27.

83. Лисицын А.Б., Кудряшов Л.С., Шаболдина О.В. Посолочные смеси «Нисо» российского производства. // Мясная индустрия. 2000. № 6. С. 27-28.

84. Лори Р.А. Наука о мясе. / Пер. с англ. М.: Пищ. пром-сть, 1973. 198 с.

85. Лянная А.М., Интизаров М.М., Донских Е.Е. Биологические и экологические особенности бифидобактерий // Сб. науч. тр. Моск. НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского. М., 1986. С. 32-38.

86. Мадагаев Ф.А., Баженова Б.А., Федорова Т.Ц. Электростимуляция улучшает структуру фарша. // Мясная индустрия. 2000 № 6. С. 24-30.

87. Марушкина В.И. Влияние посолочных ингредиентов на развитие денитрифицирующих микроорганизмов при посоле окороков. // Тр. ВНИИМП. М., 1973. Вып. 27. М.133.

88. Мейнел Дж., Мейнел Э. Экспериментальная микро-

биология. М.: Агропромиздат, 1967. С.112.

89. Месхи А.И. Биохимия мяса, мясопродуктов и птицепродуктов. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. 280 с.

90. Микельсаар М.Э., Гюри М.Э., Ленцнар А.А. Удельный вес бифидобактерии в содержимом и стенке кишечника // Сб. науч. тр. Моск. НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского. М., 1986. С. 25-28.

91. Минаев М. Ю., Костенко Ю. Г., Солодовникова Г. И., Самойленко В. А., Сафроненко Л. В., Марченко Н. М., Куделич А. В. Использование денитрифицирующих методов при производстве сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов // Мясная индустрия. 2004. № 9. С.33-35.

92. Моисеева Е.Л. Микробиология мясных, молочных продуктов при холодильном хранении. М.: Агропромиздат, 1998. С. 564.

93. Моисеенко А.Г. Пантотеновая кислота в питании человека и ее значение в стимулировании бифидофлоры кишечника // Вопр. питания. 1982. № 1. С. 9-17.

94. Молочные продукты для детского питания / Шалыгина А.М., Крусь Г.Н., Каткова Н.Н. и др. М.: АгроНИИТЭИММП, 1993. 36 с. (Молоч. пром-сть. Обзорная информация/ М-во мясной и молочной пром-сти РФ, ЦНИИТЭИММ).

95. Мухов Н.Е. Использование растительного сырья при производстве колбасных изделий // Все о мясе. 2004. № 3. С. 16-19.

96. Нефедова Н.В., Артамонова М.П., Помиков А.Н. Изучение функциональных свойств колбас со стартовыми культурами // Мясная индустрия. 2003. № 11. С.48-49.

97. Нефедова Н.В., Серегин И. Г. Биологические методы снижения бактериальной контаминации фарша для колбасных изделий // Мясная индустрия. 2003. № 10. С. 48-51.

98. Николаев Н.С., Рыжов С.А., Горбунов М.С. Прогрессивный метод интенсификации посола мяса // Мясная индустрия. 2001 - № 3. С.36-37.

99. Новиков Д., Гладушняк А. Влияние упругих колебаний на скорость диффузионных процессов при мокром посоле мяса // Мясная индустрия СССР. 1975. № 6. С.33-35.

100. Новый бактериальный препарат – основа интенсифи-

кации технологий мясных продуктов и улучшение их качества / Кузнецова Г. А., Костенко Ю. Г., Самойленко А. В. // 2-я Всерос. науч.-техн. конф. «Прогресс. Экологическая безопасность, технология хранения и комплексной переработки сельсклхозяйственной продукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности». Углич, 1-4 окт., 1996 г.: Тез. докл. 4:1. С.337.

101. Павловский П.Е., Пальмин В.В. Биохимия мяса. - М.: Пищ. пром-сть, 1975. 343 с.

102. Павловский П.Е., Пальмин В.В. Биохимия мяса. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 343 с.

103. Палагута Л.Б. и др. Организация выработки новых высокорентабельных видов мясных и молочных продуктов на основе полного использования сырьевых ресурсов на предприятиях Киргизии. Фрунзе: Пищ. пром-сть. 1983. 212 с.

104. Панина В.А. Разработка технологии нового вида сырокопченых колбас с использованием продуцентов вкусоароматических компонентов: Автореф. дисс.... канд. техн. наук. М., 1996. 25 с.

105. Патент № 2336886. Франция.

106. Патент № 5642250. Япония.

107. Перфильев Г.Д. Влияние антибактериальных свойств молочнокислых бактерий на качество молочных продуктов. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1985. С.83.

108. Петрова Е.Г. Современное состояние рынка колбас // Новости торговли 2004. № 2. С. 35-37.

109. Печникова А.Н. Пищевые добавки ТАРИ для производства мясных изделий // Мясная индустрия. 1997. № 3. С. 7-8.

110. Позняковский В.М., Чеботарев Л.Н., Егорченкова Л.А. Биотехнология в колбасном производстве: Обзор информации. М.: АгроНИИТЭИ мясо-молочная пром-сть, 1988. 32 с.

111. Полифункциональные растительные добавки для мясопродуктов специального назначения. Титов Е.И., Митасева Л.Ф., Маслюк С.А. / 5-й Междунар. симпозиум «Экология человека: пищевые технологии и продукты на пороге XXI века»: Тез. докл. Пятигорск, 1997. С. 243-244.

112. Потапова К. В. Новые виды стартовых культур. // Мясная индустрия. 2003. № 4. С.21-22.

113. Потапова К.В., Левина Н.Н., Страхова Г.Г. Пробиотические культуры для сырокопченых колбас // Мясная индустрия. 2003. № 5. С.30-31.

114. Прокопенко В.И. Качественные показатели вареных колбас с БАД-ми из топинамбура // Пищевая технология. 2004. № 1. С. 21-23.

115. Прянишников В.В., Микляшевский П., Любченко В.И. Функциональные добавки фирмы «Могунция» в современном производстве мясопродуктов: Тез. докл. РАСХН ВНИИМП «Продукты XXI века». Технология. Качество. Безопасность. Москва. 16-18 дек. 1998. М., 1998.

116. Розанцев Э.Г. и др. Современные аспекты формирования цвета мясопродуктов. - М.: ЦНЖГЭИмясо-молпром, 1985.-30с. Обзорная информация ЦНИИТЭИ-мясомолпром).

117. Разработка научных основ комплекса физических, химических, микробиологических и биологических методов повышения качества и экологической чистоты мясного сырья // Рогов И.А., Титов Е.И., Кроха Н.Г., Алексахина В.А., Митасева Л.Ф.: Тез. докл. межгосуд. семинара. Кемерово, 1993. С.5-6.

118. Разработка технологии новых продуктов для обеспечения экологического состояния желудочно-кишечного тракта детей и взрослых //Крашенинин П.Ф. и др.// Использование молочной сыворотки для производства пищевых продуктов: Тез. докл. науч.-практич. конф. г.Углич. М., 1992. С. 7-8.

119. Расширение ассортимента мясной продукции с использованием микробных метаболитов / Нефедова Н.В., Алексахина В.А., Письменская В.В., Семенихина В.Ф., Сундукова М.Б. // Тез. IV Междунар. симпозиума «Экология человека: пищевые технологии и продукты». М.: Видное, 1995. С. 250.

120. Ратушный А.С. Применение ферментов для обработки мяса. М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 85 с.

121. Рей М. Изучение целесообразности применения бактериальных культур *L. Plantarum* и *Str. Diacetilactis* для выработки сыровяленых колбас в связи с их влиянием на накопление летучих жирных кислот. Автореф. дис.... канд. техн. наук. М., 1970.

122. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник/Под ред. Ю.А. Мачихина. М.: Агропромиздат. 1990. 271 с.

123. Рогов И.А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов. М.: Агропромиздат. 1988. С. 129.

124. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Общая технология мяса и мясопродуктов. М.: Колос. 2000. 277 с.

125. Рогов И.А., Моисеенко Е.Н. Электростимуляция мышечной ткани говядины // Мясная индустрия СССР. 1981. № 2. С. 32-33.

126. Рогов И.А., Хорольский В.В., Цветкова Н.Н. Особенности технологии производства сыровяленых колбас: Обзорная информация. М.: ЦНИИТЭИММП, 1981. 52 с.

127. Роль ферментативной и микробной биотехнологии в изучении вкуса мясных продуктов // Междунар. науч. конф. Краснодар. 19-22 сент. 2002 г. Тез докл. / Хорольский В.В., Черкасова Л.Г., Алексахина В.А., Забашта А.Г., Папина В.А. Краснодар. 2000. С. 102.

128. Садовая В.В. Использование белковых веществ дрожжевой биомассы при производстве мясопродуктов // Мясная технология. 2003. № 7. С. 8.

129. Семенихина В.Ф. и др. Кисломолочные продукты нового поколения // Молочная пром-сть. 1989. № 7. С. 29-30.

130. Семенихина В.Ф., Сундукова М.Б., Хорькова Е.А. Подбор и использование бифидобактерий при производстве детских кисломолочных продуктов // Производство и применение диетических продуктов для детей и взрослых: Мат-лы доклада симпозиума стран СЭВ. М., 1983. С. 61.

131. Сидоров М.А., Билетова Н.В., Корнелаева Р.П. Микробиология мяса, мясопродуктов и птицепродуктов. М.: Агропромиздат, 1986. С.31-34.

132. Соловьев В.И. Созревание мяса. М.: Пищевая пром-сть. 1966. 85 с.

133. Способ производства сырокопченых колбас: Пат. 2095990. Россия, МКИ⁶ А22С11/00/ Костенго Ю.Г., Солодовникова Г.И., Кузнецова Г.А.; ВНИИМП. - № 95104767/13; Заяв.: 03. 04. 95. Оpubл. 20. 11. 97. Бюл. № 32.

134. Стаменкович Т., Шатович, Лисичак С. Посол и смягчение мышц окорока в механических устройствах для обработки мяса. / Пер. ВНИИМП - №4529. – *Technologiya mesa*, 15, 9. 254-257 с.

135. Стейниер Р., Эдельберг Дж. Ингрэм. Мир микробов / Пер. с англ. Под ред. Е.Н. Кондратьевой и С.В. Шестакова. М.: Мир, 1979. Т. 1. 318 с.; Т. 2. 334 с.; Т. 3. 486 с.

136. Стекольников Л.И. и др. Современные способы тендеризации мяса // Обзорная информация ЦНИИТЭИММП. Сер. Мясная пром-сть. М., 1984. С. 34.

137. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов. М., 1999. 415 с.

138. Столярова А.С. Разработка лиофилизированных препаратов бифидобактерий.: Дис.... канд. техн. наук. Улан-Удэ, 1995. 165 с.

139. Струйный способ введения бактериальных культур в мышечную ткань // Большаков А.С., Сырычева Л.А., Кирчетова Н.В., Хорольский В.В./ Мясная пром-сть.: Экспресс-информ. / АгроНИИТЭИММП. 1994. 93 с.

140. Ступин В.Э. Применение вибрации при производстве ветчинных изделий. // Мясная индустрия СССР. 1981. № 12. С. 12-13.

141. Тенденции применения БАВ микробного происхождения при производстве мясных продуктов. // Все о мясе. Науч.-техн. и произв. журнал. 2000. № 2. С.16.

142. Технология мяса и мясных продуктов // Алехина Л.Т., Большаков А.С., Боресков В.Г. и др.: Под ред. Рогова И.А. М.: Агропромиздат, 1988. 576 с.ил. (Учебники и учебные пособия для вузов).

143. Тимошук И.И., Ересько Г.А., Бабанов Г.К., Ковров Б.А., Шапошникова Т.М., Квашук Б.К. Композиция для инъектирования мяса. Заяв. 11.09.81. Опубл. 28.02.83. Бюл. № 8.

144. Титов Е.И., Апраксина С.К., Черкасова Л.Г. Технология комбинированных продуктов геродиетического назначения // Пищевая пром-сть. 2000. № 12. С. 14-15.

145. Титов Е.И., Митасева Л.Ф., Черкасова Л.Г., Маслюк С.А., Рыжов С.А. Биоактивные добавки пробиотического действия для мясных продуктов // Мясная индустрия. 2000. № 5. С. 35-36.

146. ТУ 10 РСФСР. 967-92 Смесь кисломолочная "Бифилин". – Взамен ТУ 49 997-84. Введ. с 92.03.01. до 2002.03.01.

147. ТУ 10-8-08-20-92. Бифисанус. Технические условия.

148. ТУ 10-8-08-21-92. Бифивит. Технические условия.

149. ТУ 10-8-08-21-95. Препараты бактериальные сухие бифидобактерий. Технические условия.

150. ТУ 407-139-80. Технологическая инструкция по приготовлению кисломолочного продукта Тараг.

151. ТУ 49472-78. Препарат бактериальный сухой БП-СК для полусухих сырокопченых колбас. Технические условия.

152. ТУ 9199-352-00419779-98 и изменение к ним.

153. Туманов Ф.А., Кайтмазов А.Х., Юрко Л.П., Шалыгина Н.Б. Молочный бифидумбактерин – важный резерв улучшения результатов лечения больных кишечными инфекциями // Сб. науч.тр. / Моск. НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского. М., 1988. С. 144-147.

154. Тумунова С.Б. Разработка технологии производства сухого концентрата бифидобактерий.: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. Улан-Удэ, 1995. 138 с.

155. Хамагаева И.С. Теоретическое обоснование и разработка технологии кисломолочных продуктов на основе использования β -галактозидазы и бифидобактерий: Дисс. ... докт. техн. наук. Москва, 1989. 465 с.

156. Хамагаева И.С., Брянская И.В., Драгина В.В, Колесникова Н.В., Заиграева Л.И. Влияние симбиотических молочнокислых заквасок с бифидобактериями на физические и санитарно-гигиенические показатели варено-копченых колбас // Современные проблемы качества мясного сырья и его переработки: Тезисный доклад межгосударственного научного семинара, Кемерово, 25-27 ноября, 1993. – Кемерово. С. 47. Рус.

157. Хантургаев А.Г. Разработка технологии бифидосодержащих молочных продуктов с использованием кедрового шрота. Дис.... канд. техн. наук: 05.18.04. Улан-Удэ. 2002.

158. Харьбина К.Е. Разработка рецептур и технологии производства вареных колбас с использованием белковойодированного комплекса. М., 2001. С. 26.

159. Хорольский В.В, Алексахина В.А., Черкасова Л.Г., Бабаев И.А., Наникопян М.Д. Бактериальные препараты «Лактоплант» и «Микрок» в технологии мясных изделий // Международный семинар «Экология человека: проблемы и состояние. Лечебно-профилактическое питание» / Академия технологиче-

ских наук России: М.: Пятигорск, 1993. С.146-147.

160. Хорольский В.В, Габараев А.Н. Направленное использование бактериальных культур и дрожжей при производстве сырокопченых колбас. // Мясная пром-сть. Отеч. опыт: Экспресс-информ./АгроНИИТЭИМП. 1986. С. 15-18.

161. Хорольский В.В, Молочников М.В., Рыжов С. А. Биополимеры, как новейшие препараты биотехнологического действия // Международный симпозиум «Экология человека: пищевые технологии и продукты на пороге XXI века». Пятигорск, 1997. С. 253-255.

162. Хорольский В.В, Цветкова Н.Н., Черкасова Л.Г. Модификация односортного сырья селекционированными микроорганизмами и использование его в технологии сыровяленых колбас. // Тез. докл. межгосуд. науч. семинара «Современные проблемы качества мясного сырья и его переработки». Кемерово, 1993. С. 10.

163. Хорольский В.В. Направленное использование микроорганизмов в мясной промышленности: Автореф. дисс... докт. техн. наук. М., 1988.

164. Хорольский В.В., Габараев А.Н., Алексахина В.А., Черкасова Л.Г. // Мясная пром-сть. Отеч. опыт: Экспресс-информ. /АгроНИИТЭИМП. 1986. № 8. С. 15-18.

165. Чиркина Т.Ф., Хлебников В.И. Роль пищевых добавок в повышении качества мясных консервов. М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1985. 29 с.

166. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопросы питания. 1999. № 2. С. 32-35.

167. Шиффнер Э., Хагердон В., Опель К. Бактериальные культуры в мясной промышленности. М.: Пищевая пром-сть. 1980. 96 с.

168. Шульбаева М.Т. Сохранение традиционных качеств пищевых продуктов при использовании пищевых волокон // Пищевая промышленность. 2004. № 5. С. 16-17.

169. Яковлев О.В., Алексахина В.А., Забашта А.Г., Жменченко В.М. Медико-биологическая оценка использования бактериальных препаратов в выработке мясного продукта типа ветчины в оболочке // Современные проблемы качества мясного сы-

рья и его переработки: Тез. докл. межгосударственного научного семинара, Кемерово, 29-30 ноября.

170. Allen C.E., Foegeding E.A. Some lipid characteristics and interactions in muscle foods-a review. Food. Tehnol., 1981, Vol. 35, № 5, P. 253-257.

171. Anders c. Starter culture reduce residues nitrite in bacon. Food Process. 40/5. 1979. 56-58 p.

172. Berber's Manuel of Determination Bacteriology/Buchanan, Gibbons M.E. Baltimore: The Williams Wilkins Company. 1974. P. 669-676.

173. Borenstein B. Potentiation of the ascorbate effect in-cured meat pigment development. J. Food Sci, 1986, 41, № 5. P. 1054-1055.

174. Cassens P.Z. Rate of nitrite in-meat //Nitrite Meat-Prod / Proc. 2-nd Int.Symp. 1976. P. 95-100.

175. Cheng C., Nagasawa T. Growth stimulans for bifidobacteria produced by Lactobacillus casei./New strateg. Improv. Hum. weelfare //World conf.Anim. Tokyo, 1983.

176. Cheng C., Nagasawa T. Associative relation slups between bifidobacteria and lactobacill in milk/I.Zootech. Sci.-1983. 54. № 11. P. 740-747.

177. Delwiche E.A. Mechanim of propionic acid formtion by Propionibakterium pentosaceum//J. Bact. 1968. Vol. № 3. P. 318-321.

178. Dethmers A.E., Fазie T., Rock H. Effect of added sodium nitrite and sodium nitrate on sensory quality and nitrosamine formation in thuringer sausage // J. Food Sci.- 1975. 40, M3.P.491- 495.

179. Dodus K.L., Collins-Thompson D.L. Nitrite tolerance end nitrite reduction in lactic acid bacteria associated with. cured meat products. Int. J. Food. Microbiol., 1/3, 1984. P. 153-170.

180. Eskelmand B., Nordal J. Nutritional Evaluation of pro tein in dry sausages during the fermentation process with special emphasis in amino acid digestibility. J. Food Sci. 1980. P. 1.153-1.155, 1.160.

181. Fox J. B., Ackerman S. P. Formation of nitric oxide myoglobin mechanisms of the reaction with various reductions. J. Food Sci. 1968. Y. 33. № 4. P. 364.

182. Frosein A. Nitrate and nitrite reinterpretation of analitical

data by means of bound nitrous oxide //Nitrite Meat Prod. /Proc. 2-nd Int. Symp. 1976. P. 115-121.

183. Goodfellow S.J. Acidulans. En: Proc. Meat. Ind. Res. Conf. Am. Meat Inst. Found. Arlington. USA. 1979.

184. Grazia L., Rainieri S., Zambonelli C., Chiavari C. Azione di Lactobacilli omoed eterofermentativi sull'ammuffimento dei salami // Ind. Alim. (Ital). 1998. 37, № 372. P. 852-855.

185. Hettinga D.H., Reinbold G.W. The propionic acid bacteria – a Review. I Growth // J. Milk Food Technol. 1972.- Vol.35. № 5. P. 295-301.

186. Intestinal bacteria of new born ethiopian infants in relation to antibiotic treatment and colonization by potentially pathogenic gram negative bacteria // Scand. J. Infect. Dis. 1991. 23(1). P. 63-59.

187. Jensen L. B., Paddock L. S. Sausage Treatment, Patent U. S. 225783, Dec. 24, 1940.

188. Jynger B, Danuldsen and Ponalaks. Effect of sodium nitrite concentration of nitrosopyrrolidine and dimethylnitrosoamine in feried bacon. - Food chem. Apr. 1974, № 22. P. 540.

189. Kemp J.D., Fox J.D., Moody W.G. Cured ham properties as affected by nitrate and nitrite and fresh pork quality // J. Food Sci. 1974. 39. № 5. P. 972-976.

190. Knauf H Wissenswerts uber starterkulturer fur die fleischwarrenherstellung // Fleischwirtschaft. 1998. 78. № 4 P.312-314, 343.

191. Kujawski M., Lemke L., Bator Z., Rymaszewski J., Ciehosz G. Mozliwosci wynorzystania productow fermentacji propionowowej do utrwalaania wedlin // Acta Acad. Agr. Ac techn. Dsten. Technol. Aliment. 1996. № 29. P. 115-129.

192. Lambert-Zechovsky N., Bingen E. Effect. of some antibiotic combinations on intestinal bacterial ecosystem//Drugs Exp. Clin. Res.. 1980. № 6. P. 289-296.

193. Lipinska E., Kosikowska M., Iakubczyk E. Zastosowanie bifidobacterii w produkeji twarorku i mleka fermentowanego//Kocr. Inst.prrem.mecz. 1979. 21.-21. № 1.

194. Mirna A. Wolche Konsequenzen Latte oln Verbot oder eine Reduzierung des Lusatzes von Nitrat und Nitritpokelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus chemischer Sicht. – «Fleischwirtschaft».

1973, 53, n.3. P. 357-360.

195. Mirna A., Correti K. Uber den Verbleib von nitrit in Fleischwaren. H. Untersuchungen uber chemische und bakteriostatische Eigenschaften verschiedener Reaktionsproducte des Nitrits //Fleischwirtschaft. 1974. 54, № 3. P. 507-510.

196. Nuet G., Romand C., Beerans H. Contribution of bifidobacterium species in the faecal flora of breast-fed and bottle-fed babies //Reproduction, Nutrition, Development. 1980. Vol. 20. № 6. P. 1679-1684.

197. Okayoma T., Ando N., Nagata J. Low-molecular weight components in sarcoplasm promoting for color formation of processed meat products // J. Food Science. 1982. 47. № 6. P. 2062-2063.

198. Olsman W.J. Chemical behaviour of nitrite in meat products. I. The stability of protein bound nitrite during storage // Nitrite Meat Prod. / Proc. 2-nd Inter. Symp. 1976. P. 101-110.

199. Park H. et al. Growth of propionibacteria at low temperature // J. Dairy Sci. 1967. Vol. 50. P.589-591.

200. Potthast K. Eleischfarbe, Farbstabilitat und Umrotung // Fleischwirtschaft. 1987. 67, № 1. P. 50-55.

201. Poupard F., Husain I., Norris R. Biology of the bifidobacteria // Bacteriol. Rev. 1973. № 37. P.136.

202. Reimelt I. Entwicklung und Anwendung von L-kulturenkombination von L-kulturen//Milchforsch. Milchprax. 1983. I. 25. H. 33. S 68-71.

203. Sakata R., Nagata Y. Mechanism for the color formation of cooked cured pork by on endogenous factor // Fleischwirtschaft. Inter. 1992. 1. P.32-39.

204. Solbery M. Color stability in sausage production. Meat. 1966. C.32-34.

205. Steigman A. All Dietary Fiber is fundamentally functional // Cereal foods world. 2003. Vol. 48. P. 128-132.

206. Tanaka R., Mutai M. Improved medium for selective isolation and enumeration of Bifidobacterium // Appl. Environ. Mikrobiol. 1980. Vol. 40. P. 866-869.

207. Tereguchi S., Kawashima T., Kiboyama M. Test tull method for counting bifidobacteria in commercial milk products and pharmaceutical bacterial products // J. of Food Hygilk Society of Japan. 1982. Vol. 23. №.1. P. 39-44.

208. Toba T., Tomita Y., Itoch. T., Adachi. - galactosidases of lactic acid bacteria characterization by oligosaccharides formed during hydrolysis of lactose // J. Dairy Sci. 1981. Vol. 64. P. 185-192.

209. Transport of α -galactosidases in *Lactobacillus plantarum* NC 2/Jeffrey, S.R., Dobrogos, Z.W.J.: Appl. Environ. Microbiol. 56(8): 2484-2487. Aug. 1990.

210. Wasserman A.E., Huntanen C.N. Nitrosamines and the inhibition of Clostridis in medium heated with sodium nitrite. J. Food Sci. 1972. 37. № 5. P. 785-786.

211. Wirth F. Welche Konsequenzen hatte ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrot und Nitritpökelsalz zu Fleischerzeugnissen? Aus technologischer Sicht // Fleischwirtschaft. 1973. 53, № 3. P. 363-368.

212. Zoutefondea R. Le devenir du nitrite dans les produits de charcuterie // Viandes et produits carnes. 1980. 1. № 4. P. 6-11.

Ключевые слова:

Биотехнология, стартовые культуры, пропионово-кислые бактерии, молочнокислые бактерии, бифидобактерии, колбасные изделия, посол, созревание, осадка качество.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ	5
1.1. Способы повышения потребительских свойств колбасных изделий.....	5
1.2. Стартовые культуры как фактор формирования качества колбас.....	18
1.3. Применение стартовых культур в производстве мясопродуктов.....	24
1.4. Роль физиолого-биохимических свойств бифидобактерий для колбасного производства.....	38
1.5. Биотехнологические свойства пропионовокислых бактерий как основа применения их в роли стартовых культур.....	45
1.6. Роль нитрита натрия в процессе цветообразования мясопродуктов.....	55
Глава 2 ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И БИФИДОБАКТЕРИЙ	66
2.1. Исследование биохимической активности молочнокислых бактерий <i>L. plantarum</i> 8П-А3 и бифидобактерий.....	66
2.2. Выбор оптимального соотношения молочнокислых бактерий и бифидобактерий в комбинированной закваске.....	70
2.3. Технология производства жидкой комбинированной закваски.....	75
2.4. Исследование эффективности применения комбинированной закваски в мясном фарше.....	78
2.5. Технология производства сухой комбинированной закваски..	80
2.6. Практическое применение комбинированной закваски.....	92
2.7. Производственная апробация бактериальных заквасок при выработке варено-копченых колбас.....	109
2.8. Технология производства варено-копченых колбас с использованием стартовых культур.....	113
Глава 3 ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В МЯСНОМ ФАРШЕ	116
3.1. Подбор условий культивирования пропионовокислых бактерий в мясном фарше	116
3.2. Выбор и обоснование дозы концентрата пропионовокислых бактерий для внесения в мясной фарш.....	118

3.3. Биохимические изменения в мясном фарше при посоле с использованием пропионовокислых бактерий.....	120
3.4. Влияние пропионовокислых бактерий на процесс осадки варено-копченых колбас.....	128
3.5. Разработка технологии варено-копченых колбас с использованием пропионовокислых бактерий.....	132
3.6. Качественные характеристики варено-копченых колбас с использованием пропионовокислых бактерий.....	137
3.7. Антимутагенные свойства пропионовокислых бактерий при культивировании в мясной системе.....	143
3.8. Аминокислотный состав варено-копченых колбас.....	144
Глава 4 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНОГО ФАРША С ПРОПИОНОВОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ.....	146
4.1. Биохимическая активность <i>Propionibacterium Shermani</i> в мясном сырье.....	146
4.2. Влияние кедрового шрота на активность пропионовокислых бактерий в мясном фарше.....	151
4.3. Влияние рафтилина на физико-химические и структурно-механические показатели мясного фарша.....	158
4.4. Особенности технологии производства вареных колбас с использованием пропионовокислых бактерий и добавок растительного происхождения.....	157
4.5. Опытнo-промышленная апробация усовершенствованных технологий.....	163
Глава 5 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	172
5.1. Биохимические методы.....	173
5.2. Микробиологические методы.....	175
5.3. Реологические методы.....	179
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	180
БИБЛИОГРАФИЯ.....	183

Научное издание

*Хамагаева Ирина Сергеевна
Ханхалаева Ирина Архиповна
Заиграева Людмила Ивановна*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Редактор *Т. Н. Чудинова*

Подписано в печать 10.06.2006 г. Формат 60×84 1/16. Усл.п.л. 11,86.
Печать операт., бумага писч. Гарнитура Таймс. Тираж 100 экз.
Заказ № 102

Издательство ВСГТУ
670013 г.Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 в.