



ЛУЧШИЙ ЗАРУБЕЖНЫЙ УЧЕБНИК



Джеймс М. ДЖЕЙ
Мартин Дж. ЛЁССНЕР
Дэвид А. ГОЛЬДЕН

СОВРЕМЕННАЯ ПИЩЕВАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

Современная пищевая микробиология

Modern Food Microbiology

Seventh Edition

James M. Jay
University of Nevada Las Vegas
Las Vegas, Nevada

Martin J. Loessner
Swiss Federal Institute of Technology
Zürich, Switzerland

David A. Golden
University of Tennessee
Knoxville, Tennessee



**Джеймс М. Джей
Мартин Дж. Лёсснер
Дэвид А. Гольден**

СОВРЕМЕННАЯ ПИЩЕВАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

2-Е ИЗДАНИЕ (ЭЛЕКТРОННОЕ)



Москва
БИНОМ. Лаборатория знаний
2014

УДК 579
ББК 28.4; 36
Д40

Деривативное электронное издание на основе печатного издания:
Современная пищевая микробиология / Дж. М. Джей, М. Дж. Лёсснер,
Д. А. Гольден ; пер. 7-го англ. изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний,
2011. — 886 с. : ил. — (Лучший зарубежный учебник).

Серия основана в 2006 г.

Перевод с английского

Е. А. Барановой (гл. 5, 9, 15, 31);

д-ра биол. наук Т. И. Громовых (гл. 10, 30);

д-ра техн. наук О. А. Легоньковой (гл. 13–14);

канд. биол. наук К. А. Лусты (гл. 16–19, 21–28);

А. В. Любителева (гл. 1, 11, 20);

д-ра техн. наук Н. Г. Машенцевой (гл. 2, 4, 6, 8, 12, 15, 29, 31);

канд. техн. наук А. И. Семёнышевой (гл. 3, 7, 9, 29)

Джей Дж. М.

Д40 Современная пищевая микробиология [Электронный ресурс] /
Дж. М. Джей, М. Дж. Лёсснер, Д. А. Гольден ; пер. 7-го англ.
изд. — 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. —
886 с. : ил. — (Лучший зарубежный учебник).

ISBN 978-5-9963-1300-6

Основное внимание авторов сосредоточено на общей биологии микроорганизмов, обнаруживаемых в пище. Дан обзор современных методов классификации бактерий, таксономических схем для дрожжей и плесневых грибов. Описаны факторы роста микроорганизмов в пищевых продуктах. Читателя безусловно заинтересуют методы культивирования микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности, а также способы сохранения от порчи продуктов и описание способов дифференциации патогенов от непатогенов. Отдельные главы посвящены санитарию пищи, индикаторным микроорганизмам, системам контроля качества пищевого производства.

Для студентов и преподавателей пищевых, биотехнологических и медицинских вузов, научных сотрудников, специалистов и работников санитарного надзора.

УДК 579

ББК 28.4; 36

По вопросам приобретения обращаться:

«БИНОМ. Лаборатория знаний»

Телефон: (499) 157-5272

e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

Translation from the English
language edition: *Modern Food
Microbiology* by James M. Jay,
Martin J. Loessner, David A. Golden,
Copyright © 2005 Springer Science + Business
Media.

All Rights Reserved

© БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011

ISBN 978-5-9963-1300-6

Оглавление

Предисловие	17
Часть I. Исторические сведения	19
Глава 1. История использования микроорганизмов в пищевом производстве	20
Основные исторические события	22
Сохранение пищевых продуктов	22
Изучение порчи пищевых продуктов	24
Пищевые отравления	24
Законодательство в области контроля пищевых продуктов	26
Часть II. Среда обитания, таксономия и параметры роста микроорганизмов	27
Глава 2. Таксономия, роль и значение микроорганизмов в пищевом производстве	28
Таксономия (классификация) бактерий	29
Анализ рРНК	29
Анализ ДНК	30
Протеобактерии	31
Источники микроорганизмов, обнаруживаемых в пищевых продуктах	32
Краткий обзор бактерий, связанных с порчей продуктов питания	36
Краткая информация об основных родах плесневых грибов, встречающихся в продуктах питания	43
Краткая информация об основных родах дрожжей, встречающихся в продуктах питания	48
Глава 3. Внутренние и внешние параметры пищевых продуктов, влияющие на рост микроорганизмов	56
Внутренние параметры	56
рН	56
Содержание влаги	63
Окислительно-восстановительный потенциал	68
Содержание питательных веществ	72
Антимикробные компоненты	72
Биологические структуры	74
Внешние параметры	75
Температура хранения	75
Относительная влажность окружающей среды	76
Присутствие и концентрация газов в окружающей среде	77
Присутствие и отсутствие других микроорганизмов	78
Часть III. Микроорганизмы в продуктах питания	81
Глава 4. Свежее мясо и птица	82
Биохимические изменения, которые приводят к посмертному окоченению	83
Микробиота мяса и птицы	84
Распространение микроорганизмов в свежем красном мясе	84
Бактерии	86
Рубленые мясные изделия, обогащенные соей	93
Мясо механической обвалки	95
Мясо горячей обвалки	96
Субпродукты	98
Микробиологическая порча свежего красного мяса	98
Механизм	104

Порча свежей печени	109
Распространение микроорганизмов в свежей птице	110
Микробиологическая порча птицы	111
Санитарная чистка и мойка туш	114
Глава 5. Готовые мясные изделия и морепродукты	122
Готовые мясные изделия	122
Посол	122
Копчение	124
Колбаса, бекон, бальзам и одноименные изделия	124
Порча	126
Бекон и ветчины	130
Безопасность	131
Морепродукты	132
Рыба и моллюски	132
Микроорганизмы	132
Порча рыбы и моллюсков	137
Рыба	137
Моллюски и ракообразные	142
Глава 6. Овощные и фруктовые продукты	148
Свежие и замороженные овощи	148
Порча	151
Бактериальные агенты	153
Грибковые агенты	157
Порча фруктов	161
Производство свеженарезанных плодов	162
Микробиологическая обсемененность	162
Пророщенные семена	163
Безвредные микроорганизмы (патогены)	165
Интернализация безвредных микроорганизмов	167
Вспышки болезней	169
Глава 7. Молоко, ферментация, ферментированные и неферментированные молочные продукты	174
Ферментация	174
Основные понятия	174
Определение и характеристика	175
Молочнокислые бактерии	176
Метаболические пути и молярный выход (урожай) биомассы	179
Уксуснокислые бактерии	181
Молочные продукты	181
Молоко	181
Переработка	183
Пастеризация	183
Основная микрофлора молока	184
Патогены молока	184
Порча	187
Пробиотики и пребиотики	188
Непереносимость лактозы	190
Стартовые культуры, ферментированные продукты	190
Ферментированные продукты	191
Сыры	196
Болезни, вызываемые молочнокислыми бактериями	198
Глава 8. Немолочные ферментированные пищевые продукты	202
Мясные продукты	202

Рыбные продукты	206
Хлеба	207
Растительные продукты	208
Квашеная капуста	208
Маслины	209
Соленые огурцы	210
Пиво, эль, сидр и дистиллированный алкоголь	211
Пиво и эль	211
Вина	213
Сидр	215
Дистиллированный алкоголь	216
Разные продукты	217
Глава 9. Разнообразные пищевые продукты	228
Кулинария и сопутствующие продукты	228
Яйца	229
Майонез и заправка для салатов	234
Зерновые злаки, мука и продукты из теста	235
Хлебобулочные изделия	236
Замороженные мясные пироги	237
Сахар, конфеты и приправы	237
Мякоть, ядро ореха	238
Сухие пищевые продукты	239
Энтеральные питательные растворы (медицинские пищевые продукты)	239
Белок одноклеточных	240
Аргументы в пользу производства SCP	240
Ферментация	241
Продукты на основе SCP	242
Употребление в пищу и безопасность SCP	243
Бутилированная вода	244
Часть IV. Определение микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в продуктах питания	249
Глава 10. Методы культивирования, отбора образцов и микроскопии	250
Стандартный подсчет колоний	250
Гомогенизация образцов пищевых продуктов	252
Спиральный плоттер	253
Мембранные фильтры	254
Техника прямого флюоресцентного фильтрования	255
Прямое эпифлюоресцентное фильтрование микроколоний	255
Гидрофобные сетчатые мембранные фильтры (HGFM)	256
Микроскопический подсчет колоний	257
Агаровые капельки	257
Сухие пленки и методы с их применением	258
Наиболее вероятные числа	259
Восстановление красителей	260
Спиральные вращающиеся трубки	261
Прямой микроскопический подсчет	261
Учет плесени Говарда	262
Микробиологическая оценка поверхностей	262
Смывы и влажные смывы	262
Посев отпечатком	263
Методы агарового шприца/«агаровых колбасок»	264
Другие поверхностные методы	264

Организмы с поврежденным метаболизмом	266
Восстановление/репарация	268
Жизнеспособные, но не культивируемые организмы	270
Глава 11. Физические, химические и биологические методы в микробиологии	278
Химические методы	278
Определение термостабильной нуклеазы	278
Метод лизата амебоцитов мечехвоста (<i>Limulus</i>) для определения эндотоксинов	279
Измерение количества АТФ	284
Радиометрия	285
Флуорогенные и хромогенные субстраты	286
Иммунологические методы	289
Серотипирование	289
Иммунолюминесценция	290
Обогащительный серологический метод	290
1-2-тест на сальмонелл	291
Радиоиммунологический анализ	291
Твердофазный иммуоферментный анализ	292
Диффузия через гель	294
Иммуномагнитное разделение	294
Гемагглютинация	295
Молекулярно-генетические методы	295
Метод полинуклеотидных зондов (ДНК-зондов)	296
Полимеразная цепная реакция (ПЦР)	298
<i>Lix</i> -люминесценция	302
Метод льдообразования	304
Методы фингерпринтинга	304
Фаготипирование	304
Полиморфизм длины амплифицированных фрагментов	306
Мультилокусное фермент-электрофоретическое типирование	307
Рестрикционный анализ	307
Случайная амплификация полиморфной ДНК	308
Гель-электрофорез в пульсирующем поле	309
Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов	310
Риботипирование	310
Анализ с помощью микроматриц	311
Физические методы	312
Биосенсоры	312
Измерение сопротивления	314
Микрокалориметрия	316
Проточная цитометрия	317
Анализ при помощи установки BioSys	318
Глава 12. Биотестирование и связанные с ним методы	329
Тестирование на животных	329
Определение летальной дозы на мышах	329
Мышата-сосунки (новорожденные мышата)	332
Диарея кроликов и мышей	333
Кормление обезьян	334
Исследование на котятках (кошках)	334
Метод исследования на коже кроликов и морских свинок	334
Проба Шереня и проба Антона	335
Модели животных, требующие хирургических процедур	335
Методы лигирования кишечных петель	335
RITARD-модель (removable intestinal tie-adult rabbit diarrhoea)	337

Клеточные культуральные системы	337
Мукозальные (слизистые) клетки человека	339
Эмбриональная ткань человека	339
Клетки подвздошной кишки и кишечника человека	339
Клетки кишечника морской свинки	340
Клеточная линия HeLa	340
Клетки яичников китайских хомячков	341
Клетки линии Vero	341
Линия клеток коры надпочечников Y-1	342
Другие методы	342
Часть V. Безопасность пищи и некоторые особенности психотрофов, термофилов и устойчивых к облучению бактерий	345
Глава 13. Защита пищи химическими препаратами и методами биоконтроля	346
Бензойная кислота и парабены	346
Сорбиновая кислота	349
Пропионаты	351
Диоксид серы и сульфиты	351
Нитриты и нитраты	352
Влияние на организмы	353
Фактор Периго (Perigo)	354
Взаимодействие с компонентами обработки и другими факторами	354
Нитрозамины	355
Нитрит-сорбат и другие нитрит-содержащие составы	356
Механизм действия	357
Краткое изложение действия нитрита	358
Дезинфекция пищи	359
Подкисленный хлорид натрия	360
Электролизуемая окисдрованная вода	360
Активизированный лактоферрин (ALF, Activin)	361
Озон (O ₃)	362
Перекись водорода (H ₂ O ₂)	363
Хлор и другие вещества	365
NaCl и сахар	369
Антибактериальные препараты непрямого действия	370
Антиоксиданты	370
Вкусовые агенты	371
Специи и эфирные масла	372
Фосфаты	374
Среднемолекулярные жирные кислоты и сложные эфиры	375
Уксусная и молочная кислоты	376
Соли уксусной и молочной кислот	377
Антибиотики	378
Монензин	380
Натамицин	380
Тетрациклины	380
Субтилин	381
Тилозин	381
Противогрибковые агенты для фруктов	382
Окисды этилена и пропилена	382
Разнообразные химические консерванты	383
Хитозаны	383
Диметилдикарбонат (DMDC)	383
Этанол	384

	Глюкозооксидаза	385
	Полиаминокислоты	385
	Биоконтроль	385
	Антагонизм бактерий	385
	Молочнокислый антагонизм	386
	Низин и другие бактериоцины	389
	Низин	389
	Другие бактериоцины	392
	Лейкины	392
	Бактериофаги как агенты биоконтроля	393
	Концепция препятствия	394
Глава 14.	Защита продуктов питания модифицированной атмосферой	404
	Определения	404
	Гипобарическое (при низком давлении) хранение	404
	Вакуумная упаковка	405
	Упаковка в модифицированной атмосфере (МАР)	406
	Равновесно-модифицированная атмосфера	407
	Контролируемое атмосферное упаковывание или хранение	407
	Основное влияние CO ₂ на микроорганизмы	407
	Способ действия	408
	Пищевые продукты	409
	Свежее и обработанное мясо	409
	Птица	411
	Морепродукты	412
	Безопасность пищи, упакованной в режиме МАР	413
	Другие патогенные микроорганизмы	417
	Порча мяса, упакованного под вакуумом и МАР	417
	Летучие компоненты упакованного под вакуумом мяса и домашней птицы	420
Глава 15.	Радиационная защита продуктов и природа микробной резистентности к радиации	426
	Особенности излучений, используемых в сохранении пищи	427
	Ультрафиолетовый свет	427
	Бета-лучи	427
	Гамма-лучи	428
	Х-лучи	428
	Микроволны	428
	Причины, вызывающие гибель микроорганизмов при облучении	428
	Типы организмов	428
	Концентрация организмов	429
	Состав суспендирующего растворителя продуктов питания	429
	Наличие или отсутствие кислорода	430
	Физическое состояние пищевых продуктов	430
	Возраст организмов	430
	Обработка продуктов перед облучением	430
	Выбор продуктов	430
	Обработка продуктов	430
	Упаковка	430
	Бланширование или термообработка	431
	Применение радиации	431
	Гамма-излучение	431
	Электронные лучи/Ускоренные электроны	432
	Радаптергизация, радисидация и радуризация продуктов	432
	Определения	432
	Радаптергизация	433

Радисидация	437
Ростки семян и другие овощи	439
Радуризация	439
Правовой статус облучения продуктов питания	441
Влияние облучения на качество пищи	442
Стабильность хранения облученных продуктов	444
Природа радиационной устойчивости микроорганизмов	444
Биология высокоустойчивых видов	445
Очевидные механизмы устойчивости	447
Глава 16. Предохранение продуктов питания с помощью низких температур и характеристика психрофильных микроорганизмов	452
Определения	452
Минимальная температура роста	454
Подготовка продуктов питания к замораживанию	456
Замораживание продуктов питания и эффекты замораживания	456
Стабильность хранения замороженных продуктов питания	458
Воздействие замораживания на микроорганизмы	459
Эффект оттаивания	462
Некоторые характеристики психротрофов и психрофилов	464
Воздействие низких температур на физиологические системы микроорганизмов	467
Природа пониженной устойчивости к нагреванию у психротрофов/психрофилов	472
Глава 17. Сохранение продуктов питания при высоких температурах и характеристика термофильных микроорганизмов	477
Факторы, влияющие на термоустойчивость микроорганизмов	478
Вода	478
Жиры	479
Соли	480
Углеводы	481
pH	482
Белки и другие вещества	483
Количество микроорганизмов	483
Возраст микроорганизмов	484
Температура роста	484
Ингибирующие вещества	484
Время и температура	484
Действие ультразвука	485
Относительная термоустойчивость микроорганизмов	485
Резистентность спор	486
Термическая деструкция микроорганизмов	488
Время термической смерти	488
Значение D	488
Значение z	491
Значение F	492
Кривая времени термической смерти	492
Концепция 12-D	493
Некоторые характеристики термофильных микроорганизмов	494
Ферменты	495
Рибосомы	496
Жгутики	497
Другие характеристики термофильных микроорганизмов	498
Требования к питательным веществам	498
Концентрация кислорода в среде	498
Клеточные липиды	498
Клеточные мембраны	499

Влияние температуры	499
Генетика	500
Порча консервированных продуктов	500
Слабокислые продукты (pH > 4,6)	501
Кислые продукты (pH от 3,7–4,0 до 4,6)	501
Сильнокислые продукты питания (pH < 4,0–3,7)	501
Глава 18. Сохранение продуктов питания с помощью высушивания	508
Приготовление и высушивание пищевых продуктов, имеющих низкое содержание влаги	508
Воздействие высушивания на микроорганизмы	511
Стабильность хранения высушенных продуктов питания	514
Пищевые продукты средней влажности	515
Приготовление пищевых продуктов средней влажности (ПСВ)	516
Микробиологические аспекты пищевых продуктов средней влажности	520
Стабильность хранения продуктов средней влажности (ПСВ)	523
Продукты средней влажности (ПСВ) и переход из стекловидного состояния	524
Глава 19. Другие методы сохранения продуктов питания	527
Метод высокого гидростатического давления (ВГД)	527
Некоторые принципы и эффекты воздействия метода высокого гидростатического давления на пищевые продукты и микроорганизмы	529
Воздействие высокого гидростатического давления на отдельные микроорганизмы, обитающие в продуктах питания	530
Поля переменного электрического тока	538
Асептическая упаковка	541
Манотермозвуковое воздействие (термоультразвуковое воздействие)	543
Часть VI. Индикаторы безопасности и качества продуктов, принципы контроля качества и микробиологические критерии	547
Глава 20. Индикаторы микробиологического качества и безопасности продуктов	548
Некоторые индикаторы качества продуктов	548
Индикаторы безопасности продуктов	550
Колиформные бактерии	551
Энтерококки	557
Бифидобактерии	563
Колифаги/Энтеровирусы	564
Возможное чрезмерное использование индикаторов	567
Предсказательная микробиология и микробиологическое моделирование	569
Глава 21. Системы анализа угроз и критических контрольных точек (НАССР) требований к безопасности продуктов питания (FSO) для предохранения пищевых продуктов	574
Система анализа угроз и критических контрольных точек (НАССР)	574
Программы-предшественники	576
Определения	576
Принципы системы анализа угроз и критических контрольных точек	577
Схема последовательности технологических операций	582
Применение принципов системы анализа угроз и критических контрольных точек	584
Некоторые ограничения системы анализа степени биологической опасности по критической контрольной точке	586
Требования к безопасности продуктов питания (Food Safety Objectives – FSO)	587
Микробиологические критерии	588
Определения	588
План контроля качества производства по образцам продукции	589
Микробиологические критерии сохранности пищевых продуктов	591

Микробиологические критерии, разработанные для различных пищевых продуктов	594
Другие критерии/рекомендации	597
Часть VII. Пищевые заболевания	601
Глава 22. Патогены, вызывающие пищевые токсикоинфекции	603
Введение	603
Случаи пищевых токсикоинфекций в США	603
Фекально-оральные пути распространения возбудителей пищевых кишечных заболеваний	606
Заражение хозяина	606
«Универсальные» необходимые условия	606
Места прикрепления	607
Реакции кворум-сенсинга	607
Биопленки	611
Роль феномена кворум-сенсинга	613
Сигма-факторы	614
Альтернативные сигма-факторы	615
Патогенез	618
Грамположительные бактерии	618
Грамотрицательные бактерии	620
Выводы	627
Глава 23. Стафилококковый гастроэнтерит	634
Виды, имеющие отношение к пище	634
Среда обитания и распространение	636
Распространенность в продуктах питания	637
Требования к ростовым питательным средам	637
Интервал температур, необходимый для роста	638
Эффект воздействия солей и других химических веществ	638
Эффект воздействия pH, активности воды и других параметров	639
NaCl и pH	639
pH, a_w и температура	640
NaNO ₂ , Eh, pH и температура роста	640
Стафилококковые энтеротоксины: типы и распространенность	640
Химические и физические свойства	643
Продукция энтеротоксинов	646
Механизм воздействия	650
Синдром гастроэнтерита	651
Случаи отравлений и продукты питания	651
Экология роста <i>S. aureus</i>	653
Меры противодействия стафилококковым и другим пищевым отравлениям	654
Глава 24. Пищевые отравления, вызванные грамположительными спорообразующими бактериями	660
Пищевые отравления, вызванные бактериями <i>Clostridium perfringens</i>	660
Распространение бактерий <i>Clostridium perfringens</i>	661
Характеристика бактерий <i>Clostridium perfringens</i>	661
Энтеротоксин	664
Содержащие возбудителей продукты питания и симптомы	665
Предупреждение заболеваний	667
Ботулизм	668
Распространение <i>Clostridium botulinum</i>	669
Рост бактерий штаммов <i>C. botulinum</i>	672
Экология роста <i>C. botulinum</i>	675
Причастность приготовления пищи способом <i>Sous Vide</i> при низкой температуре	676

	Природа ботулинических нейротоксинов	678
	Синдром ботулизма у взрослых: распространение и характерные продукты питания	679
	Детский ботулизм	682
	Гастроэнтериты, вызываемые бактериями <i>Bacillus cereus</i>	683
	Токсины <i>Bacillus cereus</i>	684
	Диарейный синдром	685
	Эметический синдром	685
Глава 25.	Пищевые листериозы	692
	Таксономия листерий	692
	Серотипы	695
	Типирование подвидов	695
	Рост	696
	Влияние pH	696
	Совместное воздействие pH и NaCl	698
	Влияние температуры	699
	Влияние a_w	699
	Распространение	699
	Условия окружающей среды	699
	Потребляемые человеком продукты питания	700
	Пораженность	702
	Температурные свойства	703
	Молочные продукты	703
	Немолочные продукты	704
	Воздействие сублетального нагревания на термотолерантность	706
	Вирулентные свойства	706
	Листеролизин O и иванолизин O	707
	Внутриклеточная инвазия	708
	Моноцитогенная активность	709
	Сфингомиелиназа	709
	Модели клеток животных и инфекционные дозы	709
	Сфера действия и природа синдрома листериоза	711
	Сфера действия	711
	Источники патогенов	712
	Синдромы	715
	Устойчивость к листериозу	716
	Способность к выживанию <i>L. monocytogenes</i> в пище	717
	Регуляторный статус <i>L. monocytogenes</i> в пищевых продуктах	718
Глава 26.	Пищевые гастроэнтериты, вызываемые <i>Salmonella</i> и <i>Shigella</i>	726
	Сальмонеллез	726
	Серотипирование <i>Salmonella</i>	727
	Распространение	728
	Рост и деструкция сальмонелл	730
	Синдром пищевого отравления, вызванный сальмонеллами	733
	Характеристики вирулентности <i>Salmonella</i>	733
	Сфера распространения и заражаемые продукты питания	734
	Предотвращение и контроль сальмонеллеза	738
	Конкурентное вытеснение для снижения количества сальмонелл у домашних птиц	739
	Шигеллез	741
	Случаи кишечных заболеваний	742
	Свойства вирулентности	743
Глава 27.	Пищевые гастроэнтериты, вызываемые бактериями <i>Escherichiae coli</i>	747
	Серологическая классификация	747

Распознаваемые группы вирулентности	747
Энтероагрегативная <i>E. coli</i> (EA _g gEC)	747
Энтерогеморрагическая <i>Escherichia coli</i> (EHEC)	749
Энтероинвазивные <i>E. coli</i> (EIEC)	761
Энтеропатогенные бактерии <i>E. coli</i> (EPEC)	761
Энтеротоксигенные <i>E. coli</i> (ETEC)	762
Предотвращение заражений	765
Диарея путешественников	765
Глава 28. Пищевые гастроэнтериты, вызываемые бактериями родов <i>Vibrio</i>, <i>Yersinia</i> и <i>Campylobacter</i>	771
Вибриоз (<i>Vibrio parahaemolyticus</i>)	771
Условия роста	771
Свойства вирулентности	773
Синдром гастроэнтерита	775
Другие вибрионы	777
<i>Vibrio cholerae</i>	777
<i>Vibrio vulnificus</i>	781
<i>Vibrio alginolyticus</i> и <i>Vibrio hollisae</i>	782
Иерсиниоз (<i>Yersinia enterocolitica</i>)	783
Требования к условиям роста	784
Распределение	785
Серовары и биовары	786
Факторы вирулентности	787
Частота встречаемости бактерий <i>Yersinia enterocolitica</i> в продуктах питания	788
Синдром гастроэнтерита и его распространенность	789
Кампилобактериоз (<i>Campylobacter jejuni</i>)	789
Распространение	790
Вирулентные свойства	792
Синдром энтерита и его распространение	794
Предотвращение гастроэнтеритов	795
Глава 29. Паразиты животных	802
Простейшие	802
Лямблиоз	803
Амебиаз	805
Токсоплазмоз	807
Распространение <i>T. gondii</i>	809
Саркоцистоз	811
Криптоспоридиоз	812
Циклоспориоз	815
Плоские черви	816
Фасциолез	817
Фасциолопсидоз	817
Парагонимоз	818
Клонорхоз	818
Дифиллоботриоз (диботриоцефалез)	820
Цистицеркоз (финноз)/Тениоз	821
Круглые черви	823
Трихинеллез	823
Анизактиоз	829
Глава 30. Микотоксины	837
Афлатоксины	837
Необходимые условия для роста и продукции токсинов	838
Продукция и встречаемость в продуктах питания	840
Деградация	843

Токсины <i>Alternaria</i>	843
Цитринин	844
Охратоксины	844
Пагулин	845
Пеницилловая кислота	846
Стеригматоцистин	847
Фумонизины	847
Рост и продукция	848
Распространение в зерновых и пищевых продуктах	848
Физико-химические свойства FB ₁ и FB ₂	850
Патология	851
Самбутоксин	851
Зеараленон	852
Контроль синтеза	852
Глава 31. Вирусы и некоторые другие доказанные и предполагаемые пищевые биологические опасности	857
Вирусы	857
Распространение в продуктах и окружающей среде	858
Выживаемость в продуктах	859
Вирус гепатита А	860
Норовирусы	861
Ротавирусы	862
Бактерии	863
<i>Enterobacter sakazakii</i>	863
Отравление, вызванное гистамином («скупбриевое отравление»)	864
Прионные болезни	870
Бычья губчатая энцефалопатия (БГЭ)	871
Болезни Крейтцфельда—Якоба	871
Хроническая истощающая болезнь (Chronic wasting disease = CWD)	872
Токсигенные фитопланктоны	872
Паралитическое отравление моллюсками	872
Сигуатера (пищевое отравление рыбой)	874
Домоевая кислота	874
Приложение. Классификация грамположительных и грамтрицательных бактериальных родов	880
Предметный указатель	884

Предисловие

В седьмом издании «Современной пищевой микробиологии», как в предыдущих, сосредоточено внимание на общей биологии микроорганизмов, обнаруживаемых в пище. Почти все главы книги были в значительной мере переработаны и дополнены результатами последних исследований. Рассмотрено более 80 новых видов бактерий и более 10 видов грибов. Данное издание может быть использовано как дополнительный или специальный курс в программе подготовки микробиологов и в качестве основного курса по пищевой микробиологии в учебных планах по пищевой технологии. И хотя знание органической химии желательно, в особой подготовке для понимания большинства затронутых в книге тем нет необходимости.

При использовании издания в качестве курса микробиологии желательно придерживаться следующего плана. Обзор информации в главе 1 книги дает понимание исторического развития, становления данной дисциплины и перспектив ее дальнейшего развития. Запоминать многочисленные даты и события нет необходимости, поскольку большая часть этой информации вновь встретится читателю в соответствующих главах. Глава 2 включает обзор современных методов, используемых для классификации бактерий, таксономические схемы дрожжей и плесневых грибов, а также краткую информацию по основным видам бактерий и грибов, встречающихся в пище. Этот материал можно совместить с изучением главы 3, описывающей внутренние и внешние параметры пищевых продуктов, влияющие на рост микроорганизмов. Главы 4–9 посвящены определенным, специфическим пищевым продуктам, и материалы этих глав могут в значительной степени перекликаться с соответствующими темами, рассматриваемыми в главе 3. В главах 10–12 рассмотрены методы культивирования и идентификации самих микроорганизмов, присутствующих в пище, или продуктов их жизнедеятельности, и рассматривать данную тему лучше именно в такой последовательности либо непосредственно перед изучением патогенных пищевых микроорганизмов. Методы сохранения пищевых продуктов, изложенные в главах 13–19, включают информацию, которая выходит за рамки дополнительного курса, но принципы, лежащие в основе каждого из этих методов, должны быть охвачены.

Главы 20 и 21 посвящены санированию пищи, индикаторным микроорганизмам и системам НАССР и FSO. Изучать эти темы логично непосредственно перед переходом к пищевым патогенным микроорганизмам. Главы 22–31 рассматривают известные (и предполагаемые) патогенные микроорганизмы пищевого

происхождения, включая их биологические свойства и методы контроля. Глава 22 представляет собой обзор последующих глав. Описаны способы дифференциации патогенных организмов от непатогенных, взаимодействие микроорганизмов с биомембранами, информация об известных функциях сигма-факторов и обнаружении кворума среди микроорганизмов, присутствующих в пище. Материалы этой главы относительно механизмов патогенеза, возможно, лучше изучать после чтения соответствующих глав о конкретных патогенах. Новый раздел «Приложение» представляет собой упрощенную схему систематизации присутствующих в пище и некоторых распространенных в окружающей среде родов бактерий с использованием окраски по Граму, оксидазной и каталазной реакций наряду с окрашиванием колоний.

Для большинства семестровых курсов, включающих три лекции и сопровождающихся двумя-тремя лабораторными работами, желательно охватить не более 60–70% приводимых в книге данных. Остальное предназначено для использования в качестве информационно-ссылочного материала.

Конструктивная критика коллег помогла нам в работе над различными разделами и частями этого издания. Мы выносим специальную благодарность каждому из них.

Те, кто помогал нам в работе над предыдущими шестью изданиями книги, отмечены в соответствующих изданиях.

Часть I

Исторические сведения

Материал этой части рассказывает о некоторых наиболее важных событиях, которые привели к установлению роли микроорганизмов в продуктах питания. Пищевая микробиология как раздел не имеет точной даты своего появления. Далее будут описаны наиболее ранние наблюдения в этой области. Указанные открытия в областях сохранения и порчи продуктов, а также пищевых отравлений наряду с наиболее важными событиями в связанном с пищей законодательстве помогут понять течение развития пищевой микробиологии.

Великолепный и значительно более подробный обзор истории пищевой микробиологии был выполнен Hartman.

Hartman, P.A. 2001. The evolution of food microbiology. In *Food Microbiology — Fundamentals and Frontiers*, 2nd ed., eds. M.P. Doyle, L.R. Beuchat, and T.J. Montville, 3–12, Washington, D.C.: ASM Press.

1

История использования микроорганизмов в пищевом производстве

Хотя очень трудно определить точно, когда люди осознали, что в пищевых продуктах присутствуют микроорганизмы, и поняли их роль, можно с уверенностью сказать, что это случилось до появления бактериологии или микробиологии как науки. Эпоху до появления микробиологии как науки можно условно обозначить донаучной эпохой и разделить на два периода: период собирательства и период производства пищи. Первый начался с появлением человека более 1 млн лет назад и закончился около 8000 лет назад. Большую часть этого периода люди были, вероятно, плотоядными; растительная пища появилась в их рационе позднее. Именно тогда люди начали готовить пищу.

Период производства пищи начался около 8000–10 000 лет назад и включает настоящее время. С его началом люди столкнулись с проблемами порчи пищевых продуктов. С появлением приготовленной пищи возникли проблемы распространения заболеваний через пищу и порчи пищевых продуктов, вызванные неправильным хранением. Проблема порчи приготовленной пищи появилась около 6000 лет до н. э. Гончарное дело пришло в Западную Европу с Ближнего Востока около 5000 лет до н. э. Предполагают, что первые глиняные горшки для варки на Ближнем Востоке начали использовать около 8000 лет назад [11]. Ремесла хлебопечения, пивоварения и хранения продуктов также начали развиваться приблизительно в это время и благодаря появлению первых горшков [10]. Самые ранние свидетельства производства пива относятся к древней Вавилонии (7000 г. до н. э.) [8]. Полагают, что шумеры около 3000 лет до н. э. первыми стали заниматься животноводством и производством молока и одними из первых — производством масла. Известно, что шумеры также производили соленое мясо и рыбу, жир, сушили кожи, выращивали пшеницу и ячмень. Египтяне употребляли молоко, масло и сыр уже в 3000 г. до н. э. В 3000–1200 гг. до н. э. евреи использовали соль Мертвого моря для консервирования различных продуктов питания [2]. Китайцы и греки употребляли соленую рыбу; считается, что греки научили этому римлян, которые употребляли маринованное мясо. Такие технологии, как сушка и консервирование пищевых продуктов, были связаны одна с другой и, вероятно, повлияли на взаимное развитие. Известно, что ассирийцы к 3500 г. до н. э. производили вина. Сброженные колбасы производились и потреблялись древними вавилонянами и древними китайцами уже в 1500 г. до н.э. [8].

Еще один метод консервирования, который, вероятно, появился в это же время, — использование различных масел, таких как оливковое и кунжутное. Jensen [6] обращает внимание на то, что использование масел привело к резкому увеличению количества стафилококковых отравлений. Римляне к 1000 г. до н. э. умели прекрасно консервировать мясо, кроме говядины, и, согласно Сенеке, ис-

пользовали снег для упаковки креветок и других скоропортящихся продуктов. Предполагается, что примерно в это время возникли практика копчения мяса как способа консервации и производство сыров и вин. Вряд ли люди в то время понимали суть технологий консервирования, а также роль пищи в распространении заболеваний и опасность употребления мяса больных животных.

Некоторый прогресс в понимании природы пищевых отравлений и порчи пищевых продуктов появился в период между рождением Христа и XI веком нашей эры. Частой причиной смерти в средние века был эрготизм (вызываемый употреблением злаковых, пораженных грибом *Claviceps purpurea*). Более 40 000 человек умерли от него только во Франции в 943 г. н. э. Но людям не было известно, что токсин, вызывающий отравление, вырабатывается грибом [12]. Первое упоминание о мясниках относится к 1156 г., а к 1248 г. в Швеции существовали понятия товарного и непригодного к продаже мяса. В 1276 г. в Аугсбурге был введен обязательный ордер на убой и инспекцию скота в государственных скотобойнях. Но, несмотря на то что люди к началу тринадцатого века имели понятие о качестве мяса, вряд ли они знали о связи между качеством мяса и микроорганизмами.

Возможно, первым выдвинул предположение о роли микроорганизмов в порче пищевых продуктов в 1658 г. А. Кирхер, монах, который исследовал разлагающиеся тела, мясо, молоко и другие субстанции и наблюдал то, что он назвал «червяками», невидимыми невооруженным глазом. Тем не менее описанию Кирхера не хватало точности, и его наблюдения не получили широкого признания. В 1765 г. Спалланцани показал, что если говяжий бульон кипятить в течение одного часа и затем запаять, он не портится. Эксперимент Спалланцани был направлен на опровержение доктрины самопроизвольного зарождения жизни. Однако он не убедил сторонников этой теории, полагавших, что такая обработка уничтожает кислород, который, они считали, необходим для самопроизвольного зарождения жизни. В 1837 г. Шванн показал, что термически обработанные настои остаются стерильными в присутствии воздуха, который он подавал в настой через нагреваемую витую трубку [9]. Хотя оба ученых продемонстрировали возможность сохранения пищи путем термической обработки, ни один из них не воспользовался этой идеей на практике, так же как и Д. Папин и Г. Лейбниц, натолкнувшиеся на эту идею в конце XVIII в.

Говоря об истории консервирования, нельзя не привести краткую биографию Николя Аппера (1749–1841). Этот француз с раннего детства работал в винном погребе своего отца, а в 1778 г. вместе со своими братьями основал пивоваренный завод. В 1784 г. он открыл кондитерскую в Париже, которая впоследствии дала начало оптовому бизнесу. В 1789–1793 гг. Аппер объяснил консервирование пищи. В 1802 г. он основал консервный завод и начал экспортировать свою продукцию в другие страны. Французский военно-морской флот опробовал его метод консервирования в 1802 г., и в 1809 г. сотрудник министерства посоветовал Апперу продвигать свое изобретение. В 1810 г. он опубликовал свой метод и был награжден 12 000 франков [7].

Это, конечно, было началом эры консервирования в том виде, в котором его применяют сегодня [5]. Только около 50 лет спустя Л. Пастер продемонстрировал влияние микроорганизмов на порчу вина, что дало толчок повторному открытию бактерий. Впервые их наблюдал в микроскоп и описал в 1683 г. голландец А. Левенгук, но Аппер вряд ли знал об этом открытии, поскольку отчет Левенгука был написан не на французском.

Первым человеком, который понял и оценил роль микроорганизмов в пищевом производстве, был Пастер. В 1837 г. он показал, что скисание молока вызвано микроорганизмами, а приблизительно в 1860 г. он впервые использовал термическую обработку для уничтожения нежелательных микроорганизмов в вине и пиве. В настоящее время этот метод известен как пастеризация.

Основные исторические события

В этом разделе приведены наиболее значительные даты и события в истории сохранения пищевых продуктов, их порчи, пищевых отравлений и пищевого законодательства. Последнее относится в основном к США.

Сохранение пищевых продуктов

- 1782 — Шведский химик ввел консервирование уксуса.
- 1810 — Аппер (Appert) во Франции получил патент на сохранение пищевых продуктов консервированием.
— Оспорен британский патент Петера Дюранда (Peter Durand) на сохранение пищевых продуктов в «стекле, керамике, жести или других металлах или подходящих материалах». Патент позднее приобрела компания Donkin, Hall and Gamble, предположительно у Аппера [1, 4].
- 1813 — Компания Donkin, Hall and Gamble внедрила практику постобработки консервированных продуктов.
— Полагают, что люди начали использовать SO₂ в качестве консерванта для мяса примерно в это время.
- 1825 — Патент на использование жестяных консервных банок получили Т. Кенсетт и Э. Даггетт (T. Kensett и E. Daggett, США).
- 1835 — Патент на сгущенное молоко получил Ньютон (Newton, Англия).
- 1837 — Уинслоу (Winslow) первым консервировал кукурузу с кукурузного початка.
- 1839 — В США стали широко использоваться жестяные банки [3].
— Получен патент на использование солевого раствора для повышения температуры кипения воды, Л. А. Фастир (L. A. Fastier, Франция).
- 1840 — Впервые были консервированы фрукты и рыба.
- 1841 — Британский патент на использование солевого раствора для повышения температуры кипения воды, основанный на методе Л. А. Фастира, получен С. Голднером и Дж. Вертхаймером (S. Goldner, J. Wertheimer).
- 1842 — Английский патент на замораживание пищевых продуктов путем погружения в лед и солевой раствор оспорен Х. Бенжамином (H. Benjamin).
- 1843 — Первая попытка стерилизации паром сделана А. Уинслоу (I. Winslow, штат Мэн, США).
- 1845 — С. Эллиотт (S. Elliott) ввел консервирование в Австралии.
- 1853 — Патент на стерилизацию пищевых продуктов автоклавированием получил Р. Шеваллье-Аппер (R. Chevallier-Appert).
- 1854 — Пастер начал исследование вин. Коммерческое введение термической обработки для устранения нежелательных микроорганизмов произошло в 1867–1868 гг.
- 1855 — Гримвейд (Grimwade, Англия) впервые получил сухое молоко.
- 1856 — Патент на производство сгущенного молока без сахара получил Гейл Борден (Gail Borden, США).
- 1861 — А. Соломон (I. Solomon) ввел использование солевого раствора в США.
- 1865 — В США начали практиковать искусственную заморозку рыбы в промышленных масштабах, в 1889 г. — яиц.
- 1874 — Использование льда в широких масштабах для транспортировки мяса по морю.
— Были введены в использование реторты.

- 1878 — Проведена первая успешная транспортировка замороженного мяса из Австралии в Англию. Первая транспортировка мяса из Новой Зеландии в Англию произошла в 1882 г.
- 1880 — В Германии введена в практику пастеризация молока.
- 1882 — Кракович (Krukowitsch) первым заметил, что озон уничтожает бактерии, вызывающие порчу пищевых продуктов.
- 1886 — Американец Э. Спаун (A. F. Spawn) разработал механический процесс сушки фруктов и овощей.
- 1890 — В США стали практиковать пастеризацию молока в промышленных масштабах.
— В Чикаго внедрили механическое замораживание/охлаждение фруктов.
- 1893 — Г. Койт (H. L. Coit) начал движение за сертификацию молока в штате Нью-Джерси, США.
- 1895 — Первое бактериологическое исследование процесса консервирования Расселлом (Russell).
- 1907 — И. Мечников выделил из йогурта одну из молочнокислых бактерий и назвал ее *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.
— Б. Т. П. Баркер (B. T. P. Barker) отметил роль уксуснокислых бактерий в производстве сидра.
- 1908 — Бензоат натрия был официально разрешен в США для консервирования некоторых пищевых продуктов.
- 1916 — Р. Планк (R. Plank), Э. Эренбаум (E. Ehrenbaum) и К. Ройтер (K. Reuter), Германия, разработали метод быстрой заморозки пищевых продуктов.
- 1917 — Кларенс Бердси (Clarence Birdseye) в США начал работу по замораживанию пищевых продуктов для розничной торговли.
— Был выдан патент Франксу (Franks) на сохранение фруктов и овощей при помощи CO₂.
- 1920 — Бигелю (Bigelow) и Исти (Esty) опубликовали первую систематическую работу по изучению устойчивости спор к температуре выше 100 °С. Бигелю (Bigelow), Бохарт (Bohart), Ричардсон (Richardson) и Болл (Ball) опубликовали общий метод расчета термического процесса. Этот метод был упрощен Боллом (C. O. Ball) в 1923 г.
- 1922 — Исти (Esty) и Мейер (Meyer) установили, что для спор *Clostridium botulinum* в фосфатном буфере $z = 18$ °F.
- 1928 — В Европе впервые использовали хранилища с контролируемой атмосферой для хранения яблок в промышленном масштабе (в Нью-Йорке их впервые использовали в 1940 г.).
- 1929 — Выдан французский патент на использование излучения высокой энергии для переработки пищевых продуктов.
— Начало розничной продажи замороженных продуктов Бердси (Birdseye).
- 1943 — Б. Проктер (B. E. Proctor) в США первым использовал ионизирующее излучение для сохранения мяса для гамбургеров.
- 1950 — Концепция времени D вошла в широкое пользование.
- 1954 — Английский патент на использование антибиотика низина для контроля клостридиальных дефектов некоторых плавленых сыров.
- 1955 — Одобрено использование сорбиновой кислоты для консервирования пищевых продуктов.
- 1967 — В США создана первая промышленная установка для облучения пищевых продуктов. Вторая была пущена в 1992 г. во Флориде.
- 1988 — В США был официально признан безвредным антибиотик низин.
- 1990 — В США одобрено облучение домашней птицы.
- 1997 — В США одобрено облучение интенсивностью максимум 4,5 кГр для свежей говядины и 7,0 кГр для мороженой говядины.
— Озон официально признан безвредным для использования в пищевой промышленности Управлением контроля качества пищевых продуктов и медикаментов США.

[. . .]

Учебное электронное издание

Серия: «Лучший зарубежный учебник»

**Джей Джеймс М.
Лёсснер** Мартин Дж.
Гольден Дэвид А.

СОВРЕМЕННАЯ ПИЩЕВАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

Ведущий редактор канд. биол. наук *В. В. Гейдебрехт*

Редактор *А. В. Любителев*

Художник *Н. А. Новак*

Технический редактор *Е. В. Денюкова*

Компьютерная верстка: *С. А. Янковая*

Подписано 20.03.14. Формат 70×100/16.

Усл. печ. л. 71,99.

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272

e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

Минимальные системные требования определяются соответствующими требованиями программы Adobe Reader версии не ниже 10-й для операционных систем Windows, Android, iOS, Windows Phone и BlackBerry

В седьмом английском издании основное внимание сосредоточено на общей биологии микроорганизмов, обнаруживаемых в пище. Дан обзор современных методов классификации бактерий, таксономических схем для дрожжей и плесневых грибов. Описаны факторы роста микроорганизмов в пищевых продуктах. Читателя заинтересуют методы культивирования микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности, а также способы сохранения от порчи продуктов и описание способов дифференциации патогенов от непатогенов. Отдельные главы посвящены санированию пищи, индикаторным микроорганизмам, системам контроля качества пищевого производства.

Для студентов и преподавателей пищевых, биотехнологических и медицинских вузов, научных сотрудников, специалистов и работников саннадзора.