

ПЕРЕРАБОТКА МЯСА ПТИЦЫ

Под редакцией
Алана Р. Сэмса



Обработка,
оценка, сортировка

Исследование
качества мяса

Микробиология
переработки

Продукты из мяса
птицы

 **ПРОМХОЛОД**
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

 **ПОЛИСОМИН**

издательство
ПРОФЕССИЯ

**НАУЧНЫЕ
ОСНОВЫ
ТЕХНОЛОГИИ**



Poultry Meat Processing

Edited by Alan R. Sams, Ph.D.

Department of Poultry Science
Texas A&M University



CRC Press

Boca Raton Boston New York Washington, DC

Переработка мяса птицы

Под ред. Алана Р. Сэмса

Перевод с англ. яз.

Под научной редакцией д-ра с.-х. наук,
чл.-корр. РАСХН В.В. Гущина

Санкт-Петербург

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОФЕССИЯ

2007

УДК 637.54
ББК 36.Э3Англ.
Сэ97

Сэ97 Сэме Р. А. Переработка мяса птицы / Под ред. Алана Р. Сэмса; пер. с англ.,
под науч. ред. В.В. Гущина. — СПб.: Профессия, 2007. — 432 с, ил.

ISBN 978-5-93913-128-5
ISBN 0-8493-0120-3 (CRC Press)

В книге подробно описаны все этапы переработки птицы: от транспортировки и забоя до получения готовой продукции, а также технологические аспекты и системы качества. Большое внимание уделено вопросам микробиологии и биохимии процессов переработки. Кроме того, в книге рассмотрены экологические стороны деятельности предприятия и возможности производства продуктов для религиозных групп (кошер и халал).

Каждая глава написана признанными экспертами в данной области, и материал объединяет в себе сведения о биологии, химии, технике и технологии, маркетинге и экономике. Приводятся рекомендации по проведению тех или иных стадий производственного процесса, применяемых в переработке мяса птицы, с научным обоснованием рекомендуемых параметров.

Книга предназначена в первую очередь для специалистов птицеперерабатывающей отрасли, но представляет большой интерес для широкого круга работников мясной промышленности и общественного питания, использующих мясо птицы.

УДК 637.54
ББК 36.Э3Англ.

Выражаем глубокую благодарность за помощь и содействие
в подготовке к изданию канд. техн. наук Чернухе И.М.,
канд. физ.-мат. наук Красюкову Ю.Н., канд. с.-х. наук Русановой Г.Е.

All right reserved. Authorized translation from English language edition published
by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC.

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-93913-128-5
ISBN 0-8493-0120-3 (CRC Press)

© CRC Press LLC, 2001
© Изд-во «Профессия», перевод и оформление, 2007

Содержание

Предисловие.....	9
Предисловие к русскому изданию.....	10
Сведения об авторах.....	13
1. Введение в переработку мяса птицы.....	15
2. Влияние предубойных факторов.....	19
Введение.....	19
2.1. Влияние предубойных факторов на качество мяса птицы.....	19
2.2. Сбор птицы.....	20
2.3. Предубойная выдержка птицы.....	20
2.4. Контаминация тушек.....	25
2.5. Микробиологические аспекты кормового голодания.....	28
2.6. Потери живой массы и выход тушек.....	29
2.7. Биологические последствия кормового голодания.....	30
2.8. Травмы птицы при отлове и содержании в клетях.....	30
Выводы.....	33
Литература.....	33
3. Первичная переработка: от убоя до охлаждения.....	36
Введение.....	36
3.1. Убой.....	36
3.2. Охлаждение.....	50
Выводы.....	52
Литература.....	53
Дополнительная литература.....	53
4. Вторичная переработка: части тушки, обвалка и контроль порционирования.....	54
Введение.....	54
4.1. Дополнительная стоимость.....	54
4.2. Части тушки.....	55
4.3. Выход.....	57
4.4. Созревание и обвалка.....	58
4.5. Контроль размера и однородности порций.....	63
Выводы.....	66
Литература.....	67
Дополнительная литература.....	68
5. Экспертиза и классификация мяса птицы.....	69
Введение.....	69
5.1. Экспертиза мяса и птицы — историческая справка.....	70
5.2. Экспертиза птицы.....	75
5.3. Другие виды деятельности.....	87
5.4. Снижение контаминации патогенными микроорганизмами и система HACCP.....	87
5.5. Санитарно-гигиенические стандарты на условия производства.....	88
5.6. Система анализа рисков и контроля критических контрольных точек (HACCP).....	89

5.7.	Микробиологические исследования.....	91
5.8.	Программа разработки моделей экспертизы на основе <i>НАССР</i>	93
5.9.	Классификация птицы.....	94
	Литература.....	101
6.	Упаковка.....	104
	Введение.....	104
6.1.	Основные положения: функции упаковки.....	104
6.2.	Основные виды упаковки.....	105
6.3.	Свежая птица.....	114
6.4.	Готовые продукты из мяса.....	120
6.5.	Разработка новых технологий.....	123
	Выводы.....	129
	Литература.....	129
	Дополнительная литература.....	132
7.	Качество мяса: органолептические и инструментальные методы оценки.....	133
	Введение.....	133
7.1.	Составляющие органолептической оценки качества.....	134
7.2.	Оценка пищевых продуктов при помощи пяти чувств.....	134
7.3.	Органолептические методы оценки качества продуктов из мяса птицы.....	136
7.4.	Условия проведения органолептических испытаний.....	138
7.5.	Методы органолептических испытаний.....	140
7.6.	Описательные методы.....	143
7.7.	Инструментальные методы анализа.....	145
7.8.	Зависимость качества мяса от различных факторов.....	159
	Выводы.....	162
	Литература.....	162
8.	Патогенные микроорганизмы: живая птица.....	165
	Введение: значение проблемы.....	165
8.1.	Значение характерных для птицы патогенных микроорганизмов.....	166
8.2.	Возможность прижизненного обсеменения <i>Salmonella</i> и <i>Campylobacter</i>	167
8.3.	Обсеменение верхнего отдела желудочно-кишечного тракта и тушки.....	169
8.4.	Прижизненное обсеменение верхнего отдела желудочно-кишечного тракта.....	170
8.5.	Прижизненное обсеменение зоба.....	171
8.6.	Химическая обработка подстилки.....	172
8.7.	Роль биозащиты.....	173
8.8.	Влияние транспортировки.....	174
8.9.	Лечение.....	175
8.10.	Конкурентное исключение.....	175
8.11.	Вакцинация.....	177
	Выводы.....	178
	Литература.....	179
9.	Патогенные микроорганизмы: производство.....	185
	Введение.....	185
9.1.	Патогенные микроорганизмы в обработанной птице.....	187
9.2.	Контроль патогенных микроорганизмов в ходе технологического процесса.....	194
9.3.	Система анализа рисков и критических контрольных точек (<i>НАССР</i>).....	201
9.4.	Антибактериальная обработка при переработке птицы.....	202
9.5.	Микробиологические исследования.....	209
	Выводы.....	210
	Литература.....	211
10.	Бактерии порчи домашней птицы.....	215
	Введение.....	215

10.1.	Классификация микроорганизмов по температуре роста.....	216
10.2.	Устойчивость свежей птицы при хранении в зависимости от различных факторов.....	217
10.3.	Влияние температуры хранения на период генерации бактерий на тушках бройлеров.....	219
10.4.	Бактерии порчи.....	220
10.5.	Происхождение психротрофных бактерий порчи на тушках бройлеров.....	222
10.6.	Микрофлора порчи при хранении бройлеров при повышенной температуре....	223
10.7.	Влияние количества бактерий на порчу.....	224
10.8.	Причины порчи.....	224
10.9.	Физические аспекты образования неприятного запаха и слизи.....	225
10.10.	Метаболизм адаптации бактерий порчи к температурам охлаждения.....	226
10.11.	«Адаптация» бактерий.....	227
10.12.	Влияние замораживания на штаммы психротрофных бактерий.....	227
10.13.	Выживаемость бактерий при хранении.....	228
10.14.	Влияние замораживания на сроки хранения.....	229
10.15.	Уничтожение психротрофных бактерий порчи.....	229
10.16.	Обнаружение бактерий порчи на продуктах из мяса птицы.....	230
10.17.	Селективные среды для психротрофных бактерий.....	233
	Выводы.....	234
	Литература.....	235
i 1.	Функциональные свойства мышечных белков в продуктах из мяса птицы.....	241
	Введение.....	241
11.1.	Мышечные белки.....	243
11.2.	Роль белков в эмульгированных продуктах.....	247
11.3.	Роль белков в формованных продуктах.....	247
11.4.	Взаимодействие белок-вода.....	248
11.5.	Взаимодействие белок-жир.....	251
11.6.	Взаимодействие белок-белок.....	253
11.7.	Модельные системы в исследовании функциональных свойств белка.....	256
	Выводы.....	257
	Литература.....	257
12.	Формованные и эмульгированные продукты.....	259
	Введение.....	259
12.1.	Категории продуктов.....	259
12.2.	Сырье.....	262
12.3.	Немясные ингредиенты.....	268
12.4.	Технологические процессы.....	280
	Выводы.....	290
	Литература.....	300
13.	Продукты из мяса птицы в панировке.....	301
	Введение.....	301
13.1.	Формование изделий.....	301
13.2.	Панировка изделий.....	309
13.3.	Кулинарная обработка.....	315
13.4.	Замораживание и упаковка.....	317
	Выводы.....	318
	Литература.....	319
14.	Механическая сепарация мяса птицы и ее применение в производстве продуктов.....	320
	Введение.....	320
14.1.	Нормативные документы.....	321
14.2.	Оборудование.....	324

14.3. Виды механически сепарированного мяса птицы.....	326
14.4. Химический состав.....	327
14.5. Функциональные свойства.....	329
14.6. Цвет и гемовые пигменты.....	330
14.7. Стабильность вкуса и запаха.....	331
14.8. Промывка и изготовление изделий типа сурими.....	332
14.9. Применение ММО в продуктах из мяса птицы.....	334
Выводы.....	334
Литература.....	335
15. Посол и тепловая обработка продуктов из мяса птицы.....	339
Введение.....	339
15.1. Посол без использования нитритов.....	340
15.2. Посол с использованием нитритов.....	347
15.3. Термическая обработка.....	355
Выводы.....	363
Литература.....	364
16. Краткое введение в некоторые практические аспекты кошерных и халальных законов, касающиеся птицеперерабатывающей промышленности.....	369
Введение.....	369
16.1. Рынок кошерной и халальной продукции.....	370
16.2. Законы кошерного питания.....	371
16.2. Законы питания халал.....	375
16.3. Взаимоотношения агентств по надзору за соблюдением правил кошер и халал.....	380
16.4. Желатин.....	384
16.5. Биотехнология.....	385
16.6. Правила и нормы федерального и местного уровня.....	385
16.7. Кошерная пища и аллергии.....	386
16.8. Кошерная домашняя птица.....	387
16.9. Домашняя птица халал.....	390
16.10. Методы убоя.....	391
Выводы.....	392
Литература.....	392
Дополнительная литература.....	393
17. Подготовка воды и сточные воды.....	394
Введение.....	394
17.1. Аналитический контроль сточных вод.....	394
17.2. Очистка сточных вод.....	397
17.3. Эффективность использования технологической воды и сточных вод.....	400
Выводы.....	404
Дополнительная литература.....	404
18. Обеспечение качества и управление производственным процессом.....	405
Введение.....	405
18.1. Структура отдела.....	406
18.2. Системы качества.....	407
18.3. Руководство по контролю качества.....	409
18.4. Системы контроля.....	411
18.5. Современные проблемы качества.....	420
Выводы.....	421
Литература.....	423
Дополнительные материалы.....	423
Предметный указатель.....	425

Посвящается памяти д-ра Пэм Харгис (*Pat Hargis*) и д-ра Дуга Дженки (*Doug Janky*), которые внесли огромный вклад в науку о переработке птицы, пищевых продуктах и питании, а также оказали большое влияние на работавших с ними людей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга является результатом труда ряда лучших в мире современных ученых в области науки о переработке птицы и пищевых продуктах. Ее замысел родился из осознания необходимости в хорошем учебном пособии по переработке птицы и контролю качества, поэтому в ее основе лежат учебные курсы, которые ведут многие из авторов разделов. Материал носит образовательный характер, в нем не содержится исчерпывающих обзоров научной литературы. Наряду с использованием в качестве учебника данная книга может быть также полезна сотрудникам научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий, а также специалистам других областей, которые хотят повысить свой уровень знаний.

Большинство авторов разделов являются активными участниками исследовательского проекта 5-293 *USDA* (5-292 *USDA Multi-State Research Project*), и их сотрудничество в рамках этого проекта сделало возможным появление этой книги. Я благодарю участников за их усилия и потраченное время.

Я также глубоко благодарен Элизабет Хиршлер за ее неоценимую помощь при решении технических и творческих проблем, без которой эта книга вряд ли была бы возможна.

д-р Алан Р. Сэме,
редактор

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ



Член-корреспондент РАСХН,
доктор
сельскохозяйственных наук,
директор Всероссийского
научно-исследовательского
института
птицеперерабатывающей
промышленности
В.В. Гушин

Перед Вами книга «Переработка мяса птицы», написанная группой видных ученых университетов США под редакцией доктора философии Алана Р. Сэмса, которому посвящена проблемам птицеперерабатывающей отрасли и связанным с ней областям. Книга написана простым языком и в то же время на высоком научном уровне; она способна вызвать интерес широкого круга читателей, включая студентов, научных работников, производителей и всех тех, кого интересуют проблемы переработки птицы. В ней отражены современные достижения науки и практики, использовано значительное количество литературных источников.

Основным направлением этого труда является проблема пищевой безопасности и качества широкого ассортимента продуктов из мяса птицы. Во всех разделах книги, отражающих различные аспекты отрасли, прослеживается заложенная авторами мысль о взаимосвязи технологических процессов при производстве мяса птицы и влияния каждого из них на конечный результат и оценку продукта непосредственным потребителем. При этом с учетом требований и запросов потребителей к продуктам в нынешних рыночных условиях многие технологические процессы могут быть осмыслены совершенно по-иному.

Отечественная птицеперерабатывающая отрасль развивается тем же путем, который прошли ведущие страны, и поэтому использование систематизированного научного и практического опыта других стран для отечественной промышленности является очень важным и актуальным.

Авторы книги постарались максимально охватить технологические процессы переработки птицы, начиная с предубойной подготовки и вплоть до выпуска готовой

продукции, а также сопутствующие процессы и используемые при этом основные материалы.

Трудно выделить наиболее удачные разделы книги, поскольку во всех из них есть очень интересные материалы, заслуживающие внимания. Собрание их в одном издании значительно повышает эффективность комплексного восприятия книги в целом.

Достоин изучения опыт структурной организации птицеводства в США на основе вертикальной интеграции, практикуемый в течение длительного времени и позволяющий существенно повышать эффективность работы отрасли.

В отдельных главах книги рассмотрена структура построения контрольных служб Министерства сельского хозяйства США, курирующих птицеводческую отрасль, этапы их развития, задачи по инспектированию производств и продуктов, а также совершенствование нормативной базы, обеспечивающей качество и безопасность выпускаемой продукции. При этом отражены последние тенденции развития государственного регулирования, направленные на повышение ответственности предприятий за организацию контроля путем внедрения системы *НАССР*.

Интересен изложенный в главе 2 материал о влиянии предубойной подготовки на микробиологическое обсеменение тушек патогенной микрофлорой, качество мяса и выхода продукции. Заслуживают внимания приведенные результаты исследований возможности направленного регулирования процесса содержания бройлеров в последние дни перед убоем для достижения желаемого результата.

В главах 3 и 4, написанных Аланом Р. Сэмсом, довольно подробно изложен опыт предприятий США по первичной и вторичной переработке птицы — от убоя и охлаждения до разделки тушки на части, удаления из них костей и порционирования.

Биологическая безопасность пищевой продукции является краеугольным камнем построения всех технологических процессов. Поэтому большое внимание авторами книги уделено сбору и анализу информации о наличии патогенных микроорганизмов на живой птице и возможности их переноса на готовую продукцию, а также наличию гнилостных микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов. Глубокое понимание этих вопросов позволит специалистам обеспечить выпуск безопасной для потребителей продукции и увеличить сроки ее хранения.

Интересен материал по органолептическим и инструментальным способам оценки качества мяса птицы и продуктов ее переработки (глава 7), а также данные о свойствах упаковочных материалов, используемых при производстве продуктов из мяса птицы (глава 6).

Несколько глав книги посвящено проблеме производства разнообразных продуктов из мяса птицы, пользующихся устойчивым спросом покупателей, — формованным и эмульгированным, изделиям из мяса птицы с покрытием, маринованным продуктам. При этом авторами довольно подробно и наглядно рассмотрены функциональные свойства мышечных белков в переработанных птицепродуктах, производство и требования к качественным показателям механически отделенного мяса птицы, широко применяемого в настоящее время. Заслуживает особого внимания у специалистов анализ причин дефектов, возникающих в продуктах при нарушении технологических процессов производства, режимов обработки и их контроля.

Краткое введение в некоторые практические аспекты кошерных и халалных требований к птицеперерабатывающей промышленности, рассмотренные в главе 16, дают представление о новых для российского рынка продуктах, требованиях к ним со стороны религиозных организаций и потребителей. Эти сведения необходимы, поскольку в последнее время некоторые отечественные предприятия начали производство таких продуктов, и это направление рынка будет развиваться и в дальнейшем.

В книге также затронуты очень важные и актуальные в настоящее время для отечественной птицепереработки аспекты экологической безопасности производств, занятых убой птицы и производством продуктов на основе птичьего мяса: рациональное использование воды и обработка сточных вод (глава 17). Внимательное изучение данного материала позволит руководителям и специалистам взглянуть на проблему с точки зрения повышения эффективности производства.

Я уверен, что заинтересованный читатель найдет в книге для себя много ценного, значительно расширит свой кругозор в сфере переработки птицы и использует полученные знания в своей деятельности — как практической, так и учебной или научной.

У

В.В. Иваниц

Сведения об авторах

Берд Аллен (*Allen Byrd*)

Southern Plains Agricultural Research Center, College Station, TX

Бильджили Сейсит Ф. (*Sacit F. Bilgili*)

Department of Poultry Science, Auburn University, Auburn, AL

Доусон Пол Л. (*Paul L. Dawson*)

Department of Food Science, Clemson University, Clemson, SC

Дэвис Майкл А. (*Michael A. Davis*)

Department of Poultry Science, Auburn University, Auburn, AL

Китон Джимми Т. (*Jimmy T. Keeton*)

Department of Animal Science, Texas A & M University, College Station, TX

Колдуэлл Дэвид Дж. (*David J. Caldwell*)

Departments of Veterinary Pathobiology and Poultry Science, Texas A & M University, College Station, TX

Коннер Дональд Э. (*Donald E. Conner*)

Department of Poultry Science, Auburn University, Auburn, AL

Лайон Бренда Г. (*Brenda G. Lyon*)

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Russell Research Center, Athens, GA

Лайон Клайд Е. (*Clyde E. Lyon*)

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Russell Research Center, Athens, GA

МакКи Шелли Р. (*Shelly R. McKee*)

Department of Food Science and Technology, University of Nebraska, Lincoln, NE

Мерка Уильям К. (*William C. Merka*)

Department of Poultry Science, University of Georgia, Athens, GA

Норткатт Джулия К. (*Julie K. Northcutt*)

Department of Poultry Science, University of Georgia, Athens, GA

Оуэне Кейси М. (*Casey M. Owens*)

Department of Poultry Science, University of Arkansas, Fayetteville, AR

Рассел Скотт М. (*Scott M. Russell*)

Department of Poultry Science, University of Georgia, Athens, GA

Регенштейн Джо М. (*Joe M. Regenstein*)

Cornell University, Ithaca, NY

Смит Дертис М. (*Dertise M. Smith*)

Department of Food Science and Toxicology, University of Idaho, Moscow, ID

Смит Дуг П. (*Doug P. Smith*)

Department of Poultry Science, University of Georgia, Athens, GA

Сэме Алан Р. (*Alan R. Sams*)

Department of Animal Science, Texas A & M University, College Station, TX

Фроунинг Гленн У. (*Glenn W. Froning*)

Department of Food Science and Technology, University of Nebraska, Lincoln, NEJ.

Харгис Билли М. (*Billy M Hargis*)

Departments of Veterinary Pathobiology and Poultry Science, Texas A & M University, College Station, TX

Чанг Ли (*Lei Zhang*)

Department of Poultry Science, Auburn University, Auburn, AL

Чаудри Мухаммед (*Muhammad Chaudry*)

Islamic Food and Nutrition Council, Chicago, IL

Эктон Джеймс К. (*James C. Acton*)

Department of Food Science, Clemson University, Clemson, SC

1. Введение в переработку мяса птицы

Алан Р. Сэме

Переработка птицы представляет собой сложную совокупность процессов, тесно связанных с биологией, химией, техникой, маркетингом и экономикой. Основной целью переработки птицы является производство пищевых продуктов. Связанные с ней области включают в себя утилизацию отходов, непищевое использование сырья, производство кормов для сельскохозяйственных и домашних животных. С точки зрения мирового рынка к сельскохозяйственной птице относятся все выращиваемые виды, а продукция из птицы может варьировать от тушек убойной птицы до таких продуктов глубокой переработки, как сосиски и наггетсы. Но в данной книге основное внимание уделено цыплятам и индейке, так как они доминируют на рынке. Общие торговые классы птицы перечислены в табл. 1.1. Читатель должен помнить, что приве-

Таблица 1.1. Общие торговые классы птицы

Класс птицы	Возраст (нед.)	Описание
Цыплята корниш	< 4	К данному классу относятся более 25% цыплят породы корниш; цыплята с массой менее 900 г направляются на переработку
Цыплята для жарки или бройлерные	6-8	Наиболее распространенные цыплята для реализации
Цыплята для ростера	8-10	Крупная птица для приготовления целиком в качестве праздничного блюда или бескостное мясо
Куры для тушения	52 и более	Куры-несушки с пониженной и экономически неприемлемой яйценоскостью
Индейки для жарки	9-16	Молодая индейка, поставляемая обычно в виде целой тушки
Индейки для ростера или молодые индейки (самки и самцы)	16-24	Наиболее распространенный вид индейки; поставляется в виде целой тушки, частей тушки или в виде бескостного мяса
Самки и самцы индейки	52 и более	Племенная птица, репродуктивные показатели которой ниже экономически приемлемых

денные в книге параметры и условия процессов переработки даны с иллюстративной целью, у разных производителей эти условия могут значительно различаться. Задача книги состоит в том, чтобы, с одной стороны, показать читателю, какие процессы и условия используются при переработке птицы, с другой стороны, объяснить, почему те или иные действия выполняются данным способом. Этот подход позволит читателю самостоятельно оценивать проблемные ситуации и разрабатывать возможные пути их решения.

Промышленная птица чрезвычайно однородна по внешнему виду и составу. Тщательно контролируемые режимы размножения, инкубации, содержания и кормления позволяют вырастить птицу, по существу являющуюся копией своих братьев и сестер. Эта однородность позволила внедрить на птицеперерабатывающих предприятиях высокоавтоматизированное оборудование, эффективность которого недостижима для других мясоперерабатывающих предприятий. Производительность линий составляет от 70 до 140 цыплят в минуту. Однородность продукции, автоматизация и эффективность производства являлись постоянным предметом исследований, что послужило ключом к успеху в развитии технологий переработки птицы.

Предприятия по переработке птицы в США вертикально интегрированы. Это означает, что существует отработанная система, в которой отдельные юридические лица (например, компания, кооператив и др.) владеет несколькими (или всеми) стадиями производственного процесса от воспроизводства птицы до переработки (рис. 1.1).

Вертикальная интеграция позволяет достичь максимальной эффективности и однородности продукции. Чем реже будет происходить смена собственника при переходе от одного элемента системы производства (корма, цыплята, рабочая сила и т. д.)

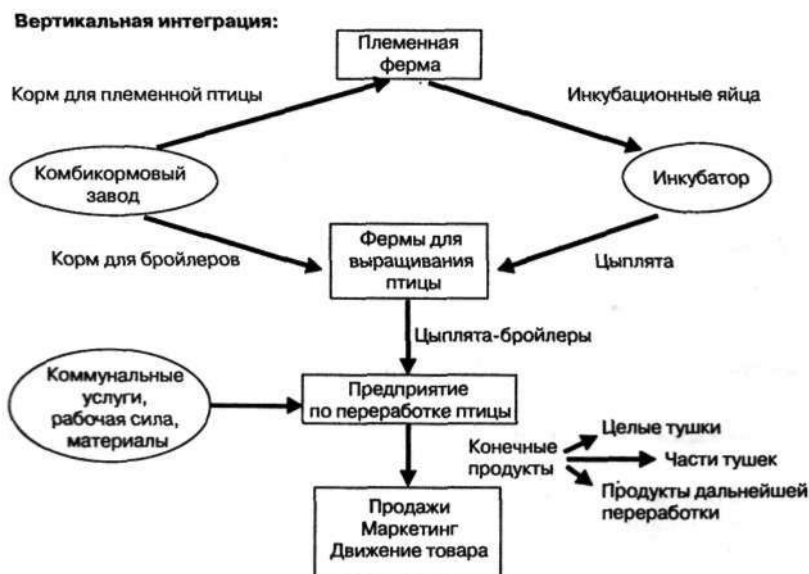


Рис. 1.1. Схема движения материалов и продукции между структурными звеньями вертикально интегрированной компании по переработке птицы

к другому, тем выше возможность устранить дробление прибыли, происходящее при каждой такой смене. Некоторые компании довели идею вертикальной интеграции до максимального уровня путем выращивания собственного зерна и покупки акций племенных предприятий. Другое преимущество — достижение однородности продукции, что является результатом единой цели всех составных частей производственной системы, единого набора спецификаций и единой системы контроля.

Индустрия переработки птицы стремительно принимает глобальный масштаб. Растущая доходность птицеперерабатывающих предприятий США связана с экспортом продуктов переработки птицы, особенно темного мяса и ножек, которые не имеют большого спроса в США. В результате представители промышленности США стали весьма информированными в экономике и политике основных стран-потребителей: России, Китая, Японии, Канады, Мексики. Хотя США является мировым лидером в производстве мяса птицы, представители ее промышленности интересуются условиями производства и любыми разработками в странах-производителях птицы, с которыми они конкурируют. Примерами важных для конкуренции процессов, имеющих место в других странах-производителях, являются значительный рост производства зерна в Бразилии и крупномасштабное развитие потребительского рынка в Китае. В целях вложения капитала в выгодные производства и маркетинг в различных частях мира птицеперерабатывающие компании, базирующиеся в США и других странах, развивают производственную деятельность в различных регионах. Другой недавно проявившейся особенностью глобализации рынка является формирование блоков, таких как Североамериканская зона свободной торговли (*North American Free Trade Agreement — NAFTA*), Европейский Союз, Южноамериканский общий рынок МЕРКОСУР (*Mercado Común del Sur — Mercosur*). В рамках этих альянсов уменьшены или полностью устранены таможенные тарифы между странами-участницами, стандартизованы многие требования и регулируется торговля внутри и вне альянсов.

Потребление мяса птицы в США сильно увеличилось за последние десятилетия, уровень его потребления на душу населения стал максимальным среди других видов мяса. Возросший спрос на мясо птицы вызван несколькими факторами. Во-первых, в птице жир почти полностью связан с кожей и легко удаляется в соответствии с диетическими рекомендациями по снижению количества жиров в рационе питания. Это составляет контраст с мясом млекопитающих — говядиной и свининой, в которых жир содержится даже в постных частях обычно направляемых на реализацию отрубов. Необходимо, однако, отметить, что птица и постная свинина содержат примерно одинаковое количество жира и холестерина, различия заключаются лишь в простоте отделения жира. Во-вторых, птицеперерабатывающая промышленность очень быстро реагирует на изменяющиеся потребительские запросы разработками новых продуктов. Хорошим примером этого может служить огромный успех наггетсов и подобных им формованных обжаренных продуктов. Наконец, мясо птицы имеет весьма разносторонние характеристики — фактор, который способствует созданию новых продуктов. В частности, мясо птицы более однородно по составу, текстуре и цвету, чем мясо млекопитающих, что позволяет легко использовать его в рецептурах многообразных продуктов. По сравнению с говядиной мясо птицы имеет более слабый запах, который лучше сочетается с различными приправами и соусами.

Экономичное производство в условиях вертикальной интеграции, благоприятные для переработки свойства мяса птицы, быстрое создание новых продуктов в соответствии с потребительским спросом — факторы, которые обеспечили успех птицеперерабатывающей промышленности. Однако имеются две проблемы, с которыми сталкивается промышленность — безопасность продуктов из птицы и использование значительных объемов воды в технологических процессах. Совершенствование выращивания живой птицы, технологии переработки мяса, характеристик продуктов, а также системы контроля направлены на снижение бактериальной контаминации продуктов из мяса птицы и повышение их безопасности. Высокие издержки и загрязнение окружающей среды в результате использования большого количества воды при переработке птицы и необходимость очистки этой воды перед сбросом стимулируют интенсивные исследования в этой области. Последующие главы этой книги помогут понять эти и многие другие проблемы, возникающие при переработке мяса птицы.

2. Влияние предубойных факторов

Джулия Норткатт

Введение

Производство птицы и ее переработка включают ряд взаимосвязанных этапов, предназначенных для превращения сельскохозяйственной птицы в готовые для кулинарной обработки тушки, отделенные части тушек или различные виды бескостных мясных продуктов. Приемлемость мышечной ткани птиц в качестве пищевого продукта в значительной степени зависит от химических, физических и структурных изменений, которые происходят в мышцах в процессе их превращения в мясо. При производстве птицы предубойные факторы оказывают влияние не только на рост мышечной массы, их состав и степень развития, но и определяют состояние птицы при забое. Таким образом, события, которые имеют место непосредственно до и после смерти птицы, существенно влияют на качество мяса.

2.1. Влияние предубойных факторов на качество мяса птицы

Согласно классификации, предложенной Флетчером [1], предубойные факторы, оказывающие влияние на качество мяса, можно разделить по времени их воздействия на две категории: оказывающие продолжительное или кратковременное воздействие. Продолжительно воздействующие факторы воздействуют на птицу постоянно, в течение всей ее жизни — генетические и физиологические особенности, рационы и режим питания, условия содержания и перенесенные болезни [1]. Эта категория факторов в данной книге не рассматривается, информация о них подробно изложена в работах [2-5]. Кратковременные факторы, влияющие на качество мяса птицы, действуют в течение последних 24 ч жизни птицы. К ним относят: сбор (предубойная выдержка без воды и кормов, отлов), транспортировка, содержание на предприятии, выгрузка, фиксация на линии и обездвиживание, оглушение и убой [1]. Данный раздел книги посвящен именно этим кратковременным предубойным факторам, за исключением обездвиживания, оглушения и убоя, которые рассмотрены в главе 3.

2.2. Сбор птицы

Птица обычно содержится на подстилке (древесная стружка, шелуха риса или арахиса, измельченная бумага и т. д.), в огороженных птичниках, где находится около 20 000 бройлеров или от 6 000 до 14 000 индеек в зависимости от размеров птичника. Пример такого птичника приведен на рис. 2.1. В США основная часть птицы выращивается на контрактной основе. По условиям контракта производитель, выращивающий птицу, предоставляет землю, рабочую силу, помещения, оборудование и подстилку, а компания-заказчик предоставляет цыплят, корм и топливо для обогрева птичников. Впоследствии компания платит производителю за выращенную птицу [6, 7]. Возраст птицы перед продажей зависит от типа конечной продукции (целые тушки, части тушек и т. д.), однако основная часть бройлеров перерабатывается в возрасте 6-7 недель, а индеек — в возрасте 14-20 недель.

Перед переработкой птица должна быть собрана. Это означает подготовку птицы к отлову или сбору, отлов птицы и перемещение ее в транспортные контейнеры (клетки, клетки и т. д.). На рис. 2.2 приведена схема предубойной стадии переработки — от сбора до момента поступления птицы на предприятие. Основными проблемами, с которыми можно столкнуться в течение предубойного периода, являются повреждения птиц (ушибы, переломы и вывихи костей, ссадины) и их гибель, а также потери живой массы в результате содержания без корма и воды [8]. Решение этих важных проблем позволяет уменьшить расходы, возникающие в результате потерь массы и снижения сортности продукции (ниже сорта А). Повреждения птицы и дефекты тушек будут рассмотрены ниже, в этом же разделе.

2.3. Предубойная выдержка птицы

Перед отловом, загрузкой и транспортировкой на перерабатывающее предприятие птица лишается воды и корма на определенный промежуток времени, необходимый для опорожнения кишечника. Удаление корма и воды (кормовое голодание) во время этой выдержки снижает вероятность загрязнения тушек фекалиями в процессе переработки [9-15]. В связи с введением в действие требований Министерства сельского хозяйства США по снижению контаминации патогенными микроорганизмами (*Pathogen Reduction*) и системы *НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points* — анализ рисков и критических контрольных точек), в соответствии с которыми загрязненность тушек фекалиями не допускается (требование нулевой фекальной контаминации), продолжительность предубойной выдержки приобрела большое значение для птицеперерабатывающей промышленности. Требование нулевой контаминации означает, что тушки, загрязненные фекалиями, запрещено направлять в ванну для охлаждения. Эти требования подробно рассмотрены в главе 5. Эффективность программы предубойной выдержки в промышленных условиях зависит от многих факторов, что сильно затрудняет ее оптимизацию. Перед обсуждением этих факторов очень важно дать точное определение кормового голодания. Под кормовым голоданием понимается **общий промежуток времени**, в течение которого птица находится без корма, вплоть до ее переработки, и включает в себя период нахождения



Рис. 2.1. Типичный промышленный птичник для бройлеров

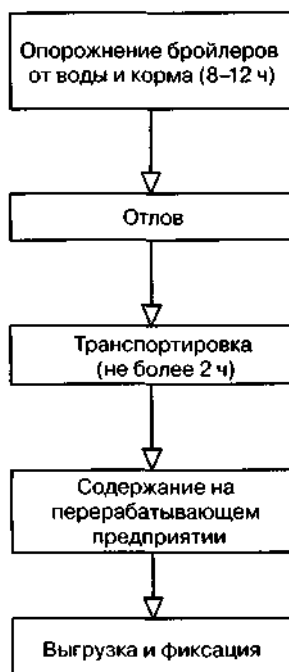


Рис. 2.2. Кратковременные предубойные факторы, влияющие на качество мяса

птицы без корма в птичнике, продолжительность транспортировки и нахождения живой птицы на предприятии [16].

Продолжительность кормового голодания — важный параметр, поскольку он влияет на загрязнение тушек и выход продукции, на увеличение затрат, на эффективности работы перерабатывающих линий, а также на безопасность и качество продукции. В идеальном случае продолжительность кормового голодания перед переработкой равна минимальному времени, необходимому для полного опорожнения желудочно-кишечного тракта птицы [9-14,16]. Но реально этот промежуток варьируется в зависимости от климатических условий в птичниках и условий содержания птицы, влияющих на график кормления птиц. Рекомендуемая продолжительность предубойной выдержки для бройлеров составляет 8-12 ч, для индейки — 6-12 ч. Такая длительность является оптимальной, так как исследования показали, что большинство птиц в стаде за это время опорожняет пищеварительный тракт от содержимого [9,17]. С другой стороны, такая продолжительность голодания недостаточно велика, чтобы привести к излишнему уменьшению выхода тушек из-за потери живого веса птицы. Хотя рекомендуется выдерживать птицу без корма до 12 ч, на практике применяются различные схемы голодания. Зачастую на перерабатывающих предприятиях бройлеров используют после выдержки в течение 7-8 ч, получая минимально загрязненные тушки, тогда как на других предприятиях требуется от 12 до 14 ч голодания, чтобы достичь того же результата. Для оптимизации продолжительности предубойной выдержки необходимо рассмотреть способы контроля жизнеобеспечения выращенной птицы (температура в птичнике, влажность подстилки, вид корма, освещение птичника и др.).

2.3.1. Управление системами жизнеобеспечения

Способы управления системами жизнеобеспечения оказывают влияние на кормовое голодание посредством контроля режима питания птиц или путем изменения скорости, с которой корм проходит через пищеварительный тракт птицы. Ниже приведены некоторые примеры влияния параметров работы этих систем на кормовое голодание и, соответственно, на загрязнение тушек. Для достижения целей кормового голодания должен быть обеспечен нормальный график потребления корма птицей и нормальный кормовой проход в течение недели перед кормовым голоданием. Вариации размеров птиц (степень однородности) внутри стада или во времени могут повлиять на эффективность работы оборудования на перерабатывающем предприятии, особенно открывателя заднего прохода при потрошении. Изменение освещения или температурных режимов (тепло-холодно), какие-либо резкие изменения условий сразу после отмены кормления, а также стрессы при отлове и транспортировке могут снизить скорость прохождения корма в птице. При снижении скорости прохождения корма невозможно решить эту проблему простым увеличением продолжительности выдержки птицы перед переработкой [15,16]. Для предприятий оптимальным решением в этом случае будет переработка стада, в котором велика вероятность контаминации, в конце смены, когда имеется больше времени на решение проблем, связанных с загрязнением тушек.

Факторы, приводящие к контаминации тушек [15-16]:

- отсутствие однородности в перерабатываемом стаде птиц;
- различия в размерах птицы в течение периода поступления или между сменами;
- неправильные условия и излишне длительное содержание птицы на предприятии;
- проблемы при взаимодействии между персоналом участка выращивания и бригадой по отлову птиц;
- частые перерывы в потреблении корма птицей, особенно в течение недели перед отловом птицы;
- время подачи последнего корма и нормативное количество корма, оставшегося в лотках при кормовом голодании;
- порядок уборки корма, оставшегося в кормушках;
- излишняя активность персонала в птичнике во время кормового голодания птицы;
- значительные отклонения температуры внутри птичника во время кормового голодания от оптимальной.

2.3.2. Освещенность и сбор птицы

Освещение помещения (интенсивность и продолжительность) и организация сбора птицы оказывают влияние на активность птиц, а активность птиц, в свою очередь, влияет на скорость прохождения корма [11].

При непрерывном освещении птичника и доступе к воде в течение первых 4-6 ч кормового голодания удаляется 60-70% содержимого кишок (рис. 2.3) [17]. При выдержке птицы в темноте, а также после сбора птицы скорость опорожнения значительно снижается. Исследования показали, что у бройлеров после 2 ч голодания в темном помещении в кишках содержится больше корма, чем у бройлеров, содержавшихся на свету (табл. 2.1). После 4 ч голодания различия в освещенности не сказываются на количестве содержимого кишечника, за исключением тех случаев, когда птица содержалась на свету после сбора. В кишках собранных бройлеров, содержащихся в течение 2 ч в темноте, остается более чем в 2 раза больше корма, чем у собранных бройлеров, содержащихся на свету (табл. 2.1). Кроме того, в кишках бройлеров после 4 ч голодания в темноте корма содержится в 2 раза больше, чем у бройлеров, содержащихся на свету [И]. По этой причине на птицеводческих предприятиях принято оставлять птицу в птичниках на подстилке с водой, но без корма в течение 2-5 ч перед отловом. Было установлено, что оптимальной продолжительностью доступа птицы к воде для облегчения прохождения корма через кишечник после кормового голодания является 4 ч для бройлеров и 2 ч — для индеек. Более длительное содержание с доступом к воде может привести к избыточному содержанию воды в желудочном тракте, что повышает вероятность контаминации тушек в процессе переработки.



Рис. 2.3. Влияние продолжительности кормового голодания на массу кишечника бройлеров [22]

Таблица 2.1. Влияние освещения и сбора на содержимое кишечника 45-дневных бройлеров [11]

Условия	Освещенность	Масса содержимого кишечника после кормового голодания, г			
		через 2 ч	через 4 ч	через 6 ч	через 8 ч
На подстилке	На свету	13,8	2,3	0,6	0,2
На подстилке	В темноте	29,2	4,0	3,1	0,5
После сбора	На свету	11,8	6,0	0,4	2,1
После сбора	В темноте	21,0	17,0	3,5	1,4

2.3.3. Температура окружающего воздуха

Было обнаружено, что, кроме освещенности и сбора, на опорожнение пищеварительного тракта бройлеров в процессе кормового голодания влияет температура окружающего воздуха [11, 18]. Это может быть связано с меньшим потреблением корма во время очень теплой погоды в результате снижения активности птиц. Осенью и весной, когда в течение суток происходят значительные колебания температуры, вечером после захода солнца и понижения температуры птица может переедать. Если птица переедает непосредственно перед началом кормового голодания, то обычной продолжительности голодания может оказаться недостаточно [16]. Птица, выращиваемая в холодный период года при температуре в птичнике ниже 15,5 °С, также удерживает корм в пищеварительном тракте более длительное время; зачастую птице

слишком холодно, чтобы остановиться и поесть [11,18]. Как отмечено в работе [19]: «Бройлеры — это поклевщики, они едят регулярно, если постоянна температура и непрерывно освещение». Отсутствие нормального графика кормления птицы приводит к увеличению различий в состоянии и содержимом их пищеварительных трактов, что может вызвать проблемы у перерабатывающего предприятия с точки зрения контаминации тушек.

2.4. Контаминация тушек

Фекальная контаминация тушек бройлеров происходит при попадании на тушки содержимого зоба или пищеварительного тракта птиц вследствие надрезания или разрыва кишок при потрошении (рис. 2.4) [11]. Если это произошло, то загрязненные тушки удаляются с перерабатывающей линии для дополнительной ручной обработки (промывка, очистка и вакуумирование) с последующей повторной инспекцией. Дополнительная обработка и инспекция тушек снижает производительность перерабатывающего предприятия и увеличивает стоимость производства качественной продукции, особенно при поступлении на переработку партии птиц с высоким процентом контаминации [10, 12, 13, 16]. Частота контаминации тушек зависит от количества содержимого пищеварительного тракта птиц и его состояния (жидкого или плотного), целостности кишок, эффективности оборудования и работы обслуживающего персонала [15, 16].

Для установления взаимосвязи между кормовым голоданием и содержимым пищеварительного тракта было проведено изучение трех групп, состоящих из 50-125 бройлеров, отобранных на трех перерабатывающих предприятиях США. Определялось количество содержимого зоба и мышечного желудка путем вскрытия,

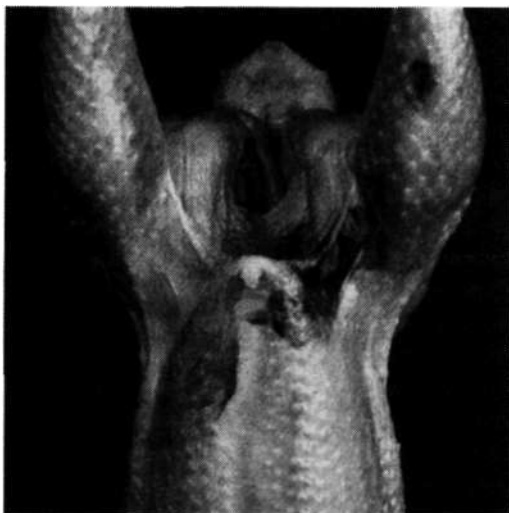


Рис. 2.4. Фекальное загрязнение тушки бройлера

Таблица 2.2. Содержимое внутренностей бройлеров после кормового голодания [14]

Продолжительность голодания, час	Содержимое зоба	Содержимое мышечного желудка	Форма кишок	Утончение слизистой оболочки кишок	Количество желчи в мышечном желудке, %
0-3	Корм	Влажный корм	Круглая	Нет утончения	0
9	Вода	Подстилка	Плоская	Небольшое утончение	30
12	Пусто	Подстилка	Плоская	Утончение	30
14	Пусто	Подстилка	Плоская и круглая	Утончение и сильное утончение	35
16-19	Пусто	Подстилка и помет	Плоская и круглая	Утончение и сильное утончение	40-70

а также относительное количество желчи в мышечном желудке. Форма кишок описывалась следующим образом: 1 — круглая и содержит корм; 2 — плоская и свободна от корма; 3 — круглая и содержит кишечный газ. В табл. 2.2 приведены полученные при этом исследовании данные; результаты обсуждаются далее [14].

2.4.1. Кратковременное кормовое голодание

При очень кратковременной предубойной выдержке (менее 6-7 ч для бройлеров и 4-5 ч для индейки) после забоя пищеварительный тракт будет заполнен кормом, кишки будут большими и круглыми (табл. 2.2). В случае накормленной птицы кишки занимают такое большое пространство в брюшной полости, что дуоденальная петля располагается очень близко к месту, где вскрывается задний проход при потрошении (рис. 2.5). По этой причине заполненные кормом кишки могут быть легко повреждены



Рис. 2.5. Большие и круглые кишки у накормленной птицы

при вскрытии заднего прохода. Кроме того, при переработке накормленной птицы увеличивается вероятность того, что усилия, прилагаемые при потрошении, могут привести к вытеканию содержимого кишечника внутрь тушки [14,16,19].

2.4.2. Длительное кормовое голодание

При очень продолжительной предубойной выдержке (более 13-14 ч) может возникнуть ряд проблем, увеличивающих вероятность контаминации тушек. Слизистая оболочка, покрывающая стенки кишечника, будет удаляться вместе с фекалиями, что приводит к утончению кишок и может вызвать нарушение целостности кишечника. Для более тонких кишок повышается вероятность разрыва в процессе потрошения. На рис. 2.6 показана зависимость прочности кишок бройлеров при разной продолжительности кормового голодания [21]. Прочность кишок перед переработкой у бройлеров после 14 и более часов голодания оказалась на 10% меньше, чем кишок откормленной птицы. Кроме того, было показано, что у самцов более прочные кишки, чем у самок [21]. Помимо снижения прочности кишок, более длительное кормовое голодание зачастую приводит к контаминации тушек желчью. Так как желчь продуцируется непрерывно, то желчный пузырь увеличивается в размерах. Более крупные желчные пузыри легче повредить при потрошении, чем мелкие [14,18,22,23]. Когда желчный пузырь достигает максимального объема, то избыток желчи возвращается обратно в печень, а также выходит внутрь кишок и в мышечный желудок посредством антиперистальтики (табл. 2.2). В результате изменяется внешний вид и запах печени. При попадании желчи в мышечный желудок его внутренняя стенка приобретет зеленую окраску, что свидетельствует об излишне длительном кормовом голодании (табл. 2.2) [14].

В процессе кормового голодания птица поедает все, что доступно, включая подстилку и помет. Таким образом, в пищеварительном тракте в более ранние периоды голодания будет находиться смесь корма, подстилки, воды и фекалий. Из-за присутствия других компонентов (остаточный корм, вода, подстилка) не так просто

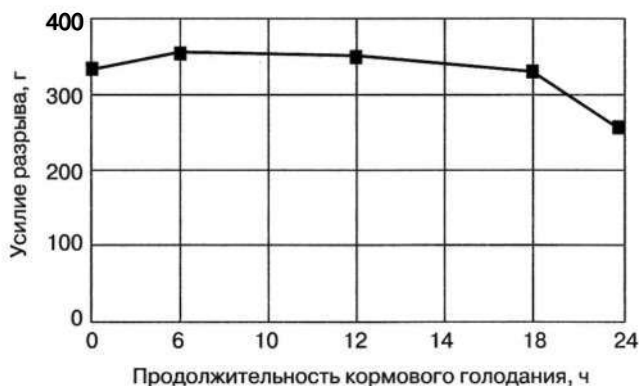


Рис. 2.6. Прочность кишок бройлеров после предубойной выдержки различной длительности[21]

идентифицировать наличие фекалий в пищеварительном тракте до тех пор, пока птица не будет выдержана без корма в течение более 14 ч (табл. 2.2). Поедание помета необходимо исключить, поскольку это увеличивает вероятность загрязнения тушек на предприятии и может повлиять на соблюдение установленных микробиологических стандартов для птицы [14,16,18].

Так как разные особи потребляют корм в разное время, то предприятие получает на переработку птицу на разной стадии кормового голодания, реальная продолжительность которого варьируется в пределах 3 ч. Например, если запланирована 12-часовая схема кормового голодания, то часть птицы поела корм непосредственно перед началом голодания, а другая — на 2-3 ч раньше. В случае птичника на 20 000 голов бригаде из 10 отловщиков на освобождение птичника понадобится 2-3 ч. На предприятии, перерабатывающем 140 птиц в минуту, на обработку птиц с одного трейлера (примерно 6 000 птиц) уходит примерно 46 мин. Обработка трех трейлеров, необходимых для вывоза продукции одного птичника, займет 2,5 ч до забоя последней птицы. Следовательно, учитывая, что реальное содержание птицы без корма за счет этих факторов изменяется в пределах 3 ч, становится очень вероятным значительное снижение прочности кишок в результате слишком длительного кормового голодания перерабатываемой птицы [20].

Влияние кормового голодания на прочность кишок зависит от сезона [23]. Были проведены эксперименты с бройлерами в возрасте 51-52 сут, выращенными в открытых с боковых сторон птичниках (занавешенных). Зимой усилие разрыва кишок бройлеров оказалось на 15% больше, чем летом. Кроме того, прочность кишок, измеренная в течение зимы, не уменьшалась при увеличении продолжительности кормового голодания (в отличие от лета).

2.5. Микробиологические аспекты кормового голодания

Особый интерес для перерабатывающих предприятий, а также для контролирующих органов министерства сельского хозяйства США представляет микробиологическая контаминация продуктов, особенно если загрязняющие бактерии являются патогенными. Недавние исследования показали, что продолжительность кормового голодания оказывает влияние на развитие патогенных бактерий в пищеварительном тракте птиц. Так, кормовое голодание приводит к значительному увеличению количества образцов зоба, положительных на *Campylobacter* — с 25,0% образцов до кормового голодания до 62,4% после кормового голодания [24]. Аналогичная ситуация наблюдалась при исследовании образцов зоба, контаминированных сальмонеллами (*Salmonella*): доля этих образцов увеличивалась с 1,9% перед кормовым голоданием до 10,0% в конце голодания [25]. Было обнаружено пятикратное увеличение количества тушек, положительных на *Campylobacter*, для бройлеров, содержавшихся без корма в течение 16-18 ч, по сравнению с бройлерами, содержавшимися на подстилке со свободным доступом к корму [26]. У бройлеров, содержащихся без корма в течение 24 ч, обсемененность зоба сальмонеллами была выше, однако скорость распространения

сальмонелл по остальным отделам кишечника была меньше, чем у бройлеров со свободным доступом к корму [27]. Предполагается, что нормальная микрофлора зоба в процессе кормового голодания изменяется, особенно наличие лактобактерий, продуцирующих молочную кислоту. Таким образом, количество конкурентных бактерий понижается, что способствует размножению сальмонелл. Аналогичные результаты были получены для бройлеров, содержащихся без корма в течение 6, 12, 18 и 24 ч. У бройлеров, содержащихся без корма, рН зоба был более высоким, чем у бройлеров на полном откорме (рН зоба, наполненного кормом, был равен 5,5, а после 12 ч голодания — 6,5) [28]. Такое повышение рН зоба может создать более благоприятные условия для размножения патогенных бактерий, а более низкий рН, характерный для накормленной птицы, создает для этого менее благоприятные условия.

2.6. Потери живой массы и выход тушек

Уменьшение массы птиц в период от начала кормового голодания до забоя называют потерями живой массы. Этот показатель очень важен, так как он заметно влияет на выход тушек и, соответственно, на экономические показатели переработки птицы. По разным данным, скорость потери живой массы составляет от 0,18 до 0,42% от начальной массы тела за один час голодания [9, 11, 22]. Как для бройлеров, так и для индейки потери живой массы в течение первых 5-6 ч кормового голодания за 1 ч составляют в среднем от 0,3 до 0,6% живой массы, при этом у бройлеров-самцов наблюдаются более высокие потери по сравнению с самками. Сходные данные были получены для индейки (0,2-0,4% за 1 ч) [29]. Было установлено, что кроме пола, на потери живой массы влияет также возраст птицы, температура окружающей среды, график потребления корма перед кормовым голоданием и условия предубойного содержания (продолжительность и температура содержания в клетях). Вследствие потерь живой массы бройлеры рыночных кондиций, содержащиеся без корма перед переработкой дополнительно в течение 3 ч (например, 15 ч вместо 12 ч), будут весить примерно на 14 г меньше, чем такие же бройлеры, направляемые на переработку на 3 ч раньше. Для индейки потери еще больше. Самки индейки в возрасте 16 нед., содержащиеся без корма дополнительно 3 ч (10 ч вместо 7 ч кормового голодания), будут весить на 55 г меньше, чем такие же самки на 3 ч раньше. Это является комбинированным следствием увеличенного на 3 часа периода голодания и потери живой массы. Для фирмы, перерабатывающей 250 000 бройлеров каждый день (средний размер перерабатывающего предприятия в США), в течение 5 дней в неделю, 3 ч дополнительного кормового голодания эквивалентны уменьшению в течение каждой недели перерабатываемой живой массы на 3500 кг. Для предприятия, перерабатывающего индейку (средний объем производства — около 60 000 птиц в день), дополнительные 3 ч кормового голодания снизят перерабатываемую живую массу на 16 500 кг в неделю. Это не означает, что птица без кормового голодания даст наибольший выход по тушкам. На самом деле накормленная птица, весящая столько же, сколько и птица, содержащаяся без корма, даст меньший выход по тушкам, так как начальная масса птицы включает содержимое пищеварительного тракта. Иссле-

дования показали, что выход тушек максимален для бройлеров, содержащихся без корма перед забоем в течение 6 ч; однако на практике схему 6-часового кормового голодания очень трудно контролировать, кроме того, уровень контаминации тушек в этом случае может оказаться слишком высоким [18, 22].

2.7. Биологические последствия кормового голодания

Ранее проведенные на сельскохозяйственных животных исследования показали, что кормовое голодание приводит к снижению содержания гликогена в мышцах. Для птицы содержание гликогена в грудных и бедренных мышцах после 16-часового кормового голодания уменьшается соответственно на 0,27 и 0,22% [30]. Другие исследователи отмечали снижение содержания гликогена в мышцах бройлеров после 24 ч кормового голодания [31]. Содержание гликогена в печени становится пренебрежимо малым после 6 ч кормового голодания, тогда как для снижения содержания гликогена в мышцах ног требуется более длительное время голодания [32]. Имеются данные о влиянии транспортировки на гликоген печени и мышц ног [8]. Содержание бройлеров на перерабатывающих предприятиях более 1 ч приводит к повышению конечного уровня рН грудных мышц (5,84 вместо обычных 5,78). Эти результаты показывают, что гликоген грудных мышц израсходовался в процессе содержания птицы на предприятии, и этот расход гликогена происходит в основном тогда, когда птица активна или подвергается стрессам.

Понижение рН и уменьшение содержания гликогена в грудке, бедрах и печени сразу после забоя самок бройлеров при увеличении продолжительности кормового голодания подтверждается и другими исследованиями [33]. Для грудных мышц исходный рН (менее 3 мин после забоя) меняется от 6,97 для накормленных бройлеров до 6,36 для бройлеров после кормового голодания в течение 36 ч. Содержание гликогена в грудных мышцах после 36 ч кормового голодания снижается с 7,0 до 3,5 мг/г. Для бедренных мышц наблюдается аналогичная тенденция. Различий в конечном значении рН мышц (24 ч после забоя), связанных с влиянием кормового голодания, не было обнаружено, хотя содержание мышечного гликогена и в грудных, и в бедренных мышцах бройлеров, содержащихся перед переработкой без корма в течение более продолжительных периодов, было значительно ниже.

2.8. Травмы птицы при отлове и содержании в клетях

Почти всю птицу отлавливают и помещают в клетки или транспортные контейнеры вручную. Типичные автопогрузочные клетки (модули) показаны на рис. 2.7. Бригада отловщиков обычно состоит из 7-10 человек и работает со скоростью примерно 1000 птиц в час. Работники бригады переносят птиц вниз головой, удерживая их за



Рис. 2.7. Типичные автопогрузочные клетки (модули) для перевозки птицы на автотранспорте

одну ногу по 5-7 птиц в каждой руке, и помещают примерно по 20 птиц на каждый уровень автопогрузочной клетки. Поскольку этот метод отлова и погрузки плохо согласуется с требованиями защиты животных и связан с плохими условиями труда, высокой стоимостью рабочей силы и повреждениями тушек, было предпринято несколько попыток разработать альтернативные методы отлова бройлеров [34-36].

Независимо от метода отлова (ручной или механический) бройлеры подвергаются воздействиям, которые проявляются у птиц не только в виде страха и стрессов, но и в виде повреждений и травм. Типичными повреждениями являются кровоподтеки, вывихи и переломы костей. Кровоподтеки обычно возникают в результате повреждения поверхности, не разрывающего кожу, а повреждающего подкожные клетки и капилляры (рис. 2.8) [37, 38]. Это проявляется в характерном изменении цвета тканей, которое может проявиться на бройлерах в течение нескольких секунд после ушиба. Наиболее часто подвергаются ушибам с образованием кровоподтеков грудка, крылья и ноги. Было установлено, что 90-95% кровоподтеков, обнаруживаемых на бройлерах, появляется в течение последних 12 ч жизни птицы перед переработкой [39], при этом производитель птицы ответственен примерно за 35% случаев кровоподтеков, бригада по отлову — за 40% случаев, остальные повреждения образуются •ри транспортировке, разгрузке и фиксации. Кровоподтеки могут возникать даже

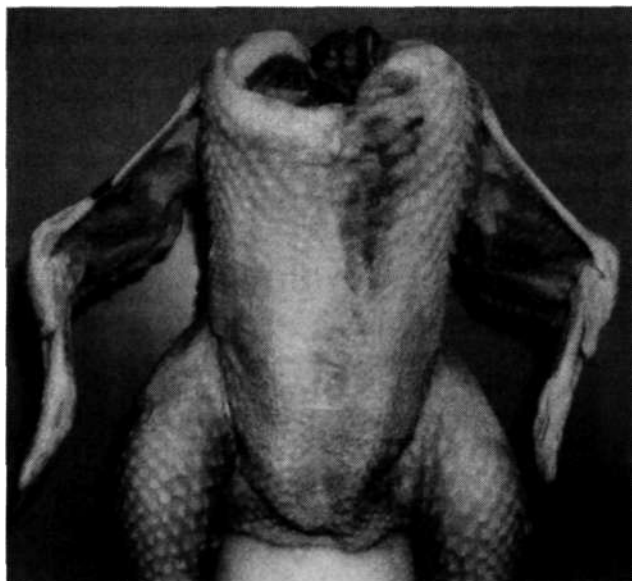


Рис. 2.8. Кровоподтеки, связанные с повреждением подкожных клеток и капилляров

в течение нескольких секунд после отрезания головы (не позднее 10 с) до того, как давление крови в тушке упадет до нуля.

В конце 1950-х и начале 1960-х годов группа ученых Университета Джорджии начала изучение образования кровоподтеков у птицы и сельскохозяйственных животных. Они предположили, что давность возникновения кровоподтека может быть установлена по его цвету [38-40]. Сразу после ушиба кровоподтеки имели красный цвет с умеренным распуханием ткани. С течением времени цвет кровоподтеков менялся от красного до различных оттенков пурпурного, желтого, зеленого и оранжевого вплоть до возвращения к нормальной окраске кожи. Исследователи установили, что кровоподтеки у бройлеров исчезают в течение 3-5 дней в зависимости от окружающей температуры — у птиц, содержащихся при более низкой температуре (при ее понижении от 30 до 21,1 °С) для заживления необходимо более длительное время [38-40]. При дальнейших исследованиях основное внимание было уделено развитию цвета кровоподтеков, гистологическим нарушениям тканей и функциональным свойствам птичьего мяса в процессе дальнейшей переработки [41-43].

Продолжительные исследования по выявлению влияния факторов жизнеобеспечения на качество и сортность тушек бройлеров, проведенные в промышленных условиях, показали, что частота случаев появления кровоподтеков, проблем с ногами, наминов на грудках, вывихов и переломов костей повышается с увеличением возраста и массы бройлеров [44]. Также была обнаружена положительная корреляция между возрастом стада и смертностью птиц при их поступлении на перерабатывающее предприятие. Плотность посадки птиц, или размер пространства, приходящийся на одну птицу в птичнике, влияет на появление кровоподтеков у бройлеров — число случаев кровоподтеков увеличивается при ограничении пространства.

На появление кровоподтеков влияют также микотоксины (токсичные продукты метаболизма плесеней), содержащиеся в зерне и кормах. Было установлено, что афлатоксин увеличивает вероятность образования кровоподтеков вследствие повышения ломкости капилляров и уменьшения прочности скелетных мышц на разрыв. При попадании в организм птицы всего лишь 0,625 мкг афлатоксина возникают обширные кровоизлияния в мышцах и внутренних органах [45, 46].

Выводы

На качество мяса птицы влияет большое количество предубойных факторов, особенно важны те из них, которые действуют в течение последних 24 час жизни птицы. Эти кратковременные факторы оказывают влияние на выход тушек (потери живой массы), дефекты тушек (кровоподтеки, вывихи и переломы костей), микробиологическую контаминацию тушек и метаболические возможности мышц. Имеются все основания утверждать, что стрессовые условия при сборе, такие как отлов птицы и помещение ее в клетки, влияют на посмертные функциональные свойства мышц. В последние годы обострились проблемы, связанные с пищевыми отравлениями и инфекциями, что заставляет птицеводческие компании уделять все большее внимание условиям содержания живой птицы, чтобы в конечном итоге удовлетворить принципу безопасности продуктов «от фермы до стола». Решение этих проблем будет приоритетным направлением в деятельности министерства сельского хозяйства США и компаний по выращиванию и переработке птицы.

Литература

1. Fletcher, D. L. Antemortem factors related to meat quality // *Proceedings of the 10th European Symposium on the Quality of Poultry Meat* — The Netherlands, Beekbergen, 1991, 11.
2. Moran, E. T., Jr. Live production factors influencing yield and quality of poultry meat // *Poultry Science Symposium Series* / Richardson, R. I., Mead, G. C, eds. — Vol. 25 - Oxon, U.K.: CABI Publishing, 1999.
3. *Diseases in Poultry* / Calnek, B. W., Barnes, H.J., Beard, C W., Reid, W. M., Yonder, H. W., Jr., eds. — 9th ed. — Ames, IA: Iowa State University Press, 1991.
4. *Nutrient Requirements of Poultry* / National Research Council — 9th ed. — Washington, DC: National Academy Press, 1994.
5. *Avian Physiology* / Sturkie, P. D., ed. — 4th ed. — New York: Springer-Verlag, 1986.
6. Cunningham, D. L. Contract broiler grower returns: A long-term assessment // *Appl. Poultry Res.*, 1997, 6, 267.
7. Cunningham, D. L. Poultry production systems in Georgia, costs and returns analysis. — Athens, GA: The University of Georgia, 1990-1996. — [Неопубликованные ежегодные отчеты серии *Extension Poultry Science*].

8. Warriss, P. D., Wilkins, L. J., Knowles, T. G. The influence of ante-mortem handling on poultry meat quality // *Poultry Science Symposium Series* / Richardson, R. I. and Mead, G. C, eds. - Vol. 25 - Oxon, U.K.: CABI Publishing, 1999.
9. Wabek, C. J. Feed and water withdrawal time relationship to processing yield and potential fecal contamination of broilers // *Poult. Sci.*, 1972, 51, 1119.
10. Bilgili, S. E. Research note: effect of feed and water withdrawal on shear strength of broiler gas trointestinal tract // *Poult. Sci.*, 1988, 67, 845.
11. May, J. D., Lott, B. D., Deaton, J. W. The effect of light and environmental temperature on broiler digestive tract contents after feed withdrawal // *Poult. Sci.*, 1990, 69, 1681.
12. Papa, C. M., Dickens, J. A. Lower gut contents and defecatory responses of broiler chickens as affected by feed withdrawal and electrical treatment at slaughter // *Poult. Sci.*, 1989, 68, 1478.
13. Benoff, F. H. The «live-shrink» trap: catch weights a must // *Broiler Ind.*, 1982, 41(1), 56.
14. Northcutt, J. K., Savage, S. I., Vest, L. R. Relationship between feed withdrawal and viscera condition of broilers // *Poult. Sci.*, 1982, 76, 410.
15. Bilgili, S. E. «Zero Tolerance» begins at the farm // *Broiler Ind.*, 1998, 61(11), 30.
16. Northcutt, J. K., Savage, S. I. Preparing to process // *Broiler Ind.*, 1996, 59 (9), 24.
17. Veerkamp, C. H. Fasting and yields of broilers // *Poult. Sci.*, 1986, 65, 1299.
18. May, J. D., Branton, S. L., Deaton, J. W., Simmons, J. D. Effect of environment temperature and feeding regimen on quantity of digestive tract contents of broilers // *Poult. Sci.*, 1988, 67, 64.
19. May, J. D., Lott, B. D. Effect of periodic feeding and photoperiod on anticipation of feed withdrawal // *Poult. Sci.*, 1992, 71, 951.
20. Northcutt, J. K., Buhr, R. J. Maintaining broiler meat yields: longer feed withdrawal can be costly // *Broiler Ind.*, 1997, 60(12), 28.
21. Bilgili, S. E., Hess, J. B. Tensile strength of broiler intestines as influenced by age and feed withdrawal // *J. Appl. Poult. Res.*, 1997, 6, 279.
22. Buhr, R. J., Northcutt, J. K., Lyon, C. E., Rowland, G. N. Influence of time off feed on broiler viscera weight, diameter, and shear // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 758.
23. Hess, J. B., and Bilgili, S. F. How summer feed withdrawal impacts processing // *Broiler Ind.*, 1998, 61(8), 24.
24. Byrd, J. A., Corrier, D. E., Hume, M. E., Bailey, R. H., Stanker, L. H., and Hargis, B. M., Incidence of *Campylobacter* crops of preharvest market-aged broiler chickens // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 1303.
25. Corrier, D. E., Byrd, J. A., Hargis, B. M., Hume, M. E., Bailey, R. H., Stanker, L. H. Presence of *Salmonella* in the crop and ceca of broiler chickens before and after pre-slaughter feed withdrawal // *Poult. Sci.*, 1999, 78, 45.
26. Stern, N. J., Clavero, M. R. S., Bailey, J. S., Cox, N. A., Robach, M. C *Campylobacter* spp. in broilers on the farm and after transport // *Poult. Sci.*, **1995, 74, 937.**
27. Humphrey, T. J., Baskerville, A., Whitehead, A., Rowe, B., Henley, A. Influence of feeding patterns on the artificial infection of laying hens with *Salmonella enteritidis* phage type 4 // *Vet. Rec.*, 1993, 132, 407.

28. Hinton, A., Jr., Buhr, R. J., Ingram, K. Feed withdrawal and carcass microbiological counts // *Proc. Georgia Poult. Conf.*, September 30, 1998. — Athens, GA, 1998.
29. Duke, G. E., Basha, M., Noll, S. Optimum duration of feed and water removal prior to processing in order to reduce the potential for fecal contamination in turkeys // *Poult. Sci.*, 1997, 76, 516.
30. Murray, H. C., Rosenberg, M. M. Studies on blood sugar and glycogen levels in chickens // *Poult. Sci.*, 1953, 32, 805.
31. Shrimpton, D. H. Some causes of toughness in broilers (young roasting chickens). I. Packing stations procedure, its influence on the chemical changes associated with rigor mortis and on the tenderness of the flesh // *Br. Poult. Sci.*, 1960, 1, 101.
32. Warriss, P. D., Kestin, S. C., Brown, S. N., Bevis, E. A. Depletion of glycogen reserves in fasting broiler chickens // *Br. Poult. Sci.*, 1988, 29, 149.
33. Kotula, K. L., Wang, Y. Characterization of broiler meat quality factors as influenced by feed withdrawal time // *J. Appl. Poult. Res.*, 1994, 3, 103.
34. Scott, G. B. Poultry handling: a review of mechanical devices and their effect on bird welfare // *World's Poult. Sci. J.*, 1993, 49, 44.
35. Scott, G. B. Catching and handling of broiler chickens // *Proc. 9th Eur. Poult. Conf.*, Glasgow, U.K., 1994, Vol. II, p. 411.
36. Lacy, M. P., Czarick, M. Mechanical harvesting of broilers // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 1794.
37. McCarthy, P.A., Brown, W.E., Hamdy, M.K. Microbiological studies of bruised tissues // *J. Food Sci.*, 1963, 28, 245.
38. May, K. N., Hamdy, M. K. Bruising of poultry: a review // *World's Poult. Sci. J.*, 1966, 22(4), 316.
39. Hamdy, M. K., Kunkle, L. E., Deatherage, F. E. Bruised tissue II. Determination of the age of a bruise ///. *Anim. Sci.*, 1957, 16, 490.
40. Hamdy, M. K., May, K. N., Flanagan, W. P., Powers, J. J. Determination of the age of bruises in chicken broilers // *Poult. Sci.*, 1961, 40, 787.
41. Northcutt, J. K., Buhr, R. J. Management guide to broiler bruising // *Broiler Ind.*, 1998, 61(10), 18.
42. Northcutt J. K., Buhr, R.J., Rowland, G.N. Relationship of the age of a broiler bruise, skin appearance, and tissue histological characteristics // *J. Appl. Poult. Res.*, 2000, 9, 13.
43. Northcutt, J. K., Smith, D. P., Buhr, R.J. Effects of bruising and marination on broiler breast fillet surface appearance and cook yield // *J. Appl. Poult. Res.*, 2000, 9, 21.
44. Bilgili, S. E., Horton, A. B. Influence of production factors on broiler carcass quality and grade // *Proceedings of the XII European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, Zaragoza, Spain, 1995, p. 13.
45. Tung, H.-T., Smith, J. W., Hamilton, P. B. Aflatoxicosis and bruising in the chicken // *Poult. Sci.*, 1971, 50, 795.
46. Hoerr, F.J. Mycotoxicoses // *Diseases of Poultry* / Calnek, B. W., Barnes, H. J., Beard, C W., Reid, W. M., Yonder, H. W., Jr., eds. — Ames, I A: Iowa State University Press, 1991. — P. 884.

3. Первичная переработка: от убой до охлаждения

Алан Р. Сэме

Введение

Предприятие, перерабатывающее птицу, представляет собой хорошо скоординированную систему механизированных операций, в которой птица забивается, удаляются несъедобные части тушки, а съедобные упаковываются и отправляются потребителю или на хранение. Эффективность обработки в значительной степени зависит от однородности тушек, позволяющей каждой машине обрабатывать одну птицу за другой без корректировки или с незначительной корректировкой между ними. Другой важный фактор — координация количества поступающих тушек и производительности линий переработки для максимально эффективного использования оборудования и труда персонала. Постоянные издержки на содержание оборудования и оплату персонала предприятия несут независимо от наличия птицы, поэтому их следует возмещать в процессе производства мяса птицы. Для того чтобы обеспечить выработку максимального количества продукции, необходима полная загрузка каждой подвески конвейера.

3.1. Убой

3.1.1. Разгрузка

После доставки на перерабатывающий завод птицы разгружаются для последующей обработки. Клетки с птицей выгружают из машины и «сваливают» на конвейер или располагают для разгрузки вручную. Разгрузка на конвейер может стать причиной повреждений тушек: кровоподтеков и переломов костей, так как при подобной разгрузке птицы падают на ленту конвейера с высоты одного метра и более. Уменьшение этого расстояния может снизить повреждения. Разгрузка вручную также может повлечь повреждения тушек при грубом обращении с птицей. Для снижения ущерба следует обратить внимание на соответствующее обучение персонала и надзор за процессом. При ручной разгрузке птицу обычно сразу навешивают на подвески,

а не разгружают на конвейер. Размеры птиц и их количество привели к тому, что разгрузка путем «вываливания» на конвейер стала промышленной нормой в США, в отличие от ручной разгрузки, которая зачастую используется в некоторых других странах. Из-за крупного размера и плохой координации движений индейку до сих пор в основном разгружают вручную.

В последние годы эргономика и безопасность процесса разгрузки стали предметом повышенного внимания. Клетки с птицей и (или) рабочие находятся на регулируемых по высоте платформах, обеспечивающих удобное для рабочего положение птицы и сводящих количество наклонов и подъемов к минимуму. Такие эргономические новшества очень выгодны в связи с сокращением количества жалоб рабочих на состояние здоровья и условия труда. Для улучшения условий работы персонала на участках разгрузки и навешивания также важна правильная вентиляция помещения. Это наиболее запыленные участки, и состояние дыхательных путей рабочих необходимо постоянно контролировать. Традиционно участок навешивания затемнен и освещается только инфракрасными лампами или тусклыми красными огнями. Это затемнение, как считалось ранее, успокаивает птиц, снижая их сопротивление при навешивании и снижая таким образом повреждения тушек. Однако в перерабатывающих компаниях начинают понимать, что прибыль от этого не так велика, как когда-то считалось, и что улучшение условий труда путем установки вентиляции и яркого освещения перекрывает любые потери от увеличения количества дефектов на тушках.

3.1.2. Оглушение

Оглушение — первый шаг при «гуманном» убое, предусматривающем забой птицы в бессознательном состоянии. Для этого было разработано несколько методов. Наиболее приемлемый и один из самых простых — удар током. При навешивании за ноги головы птиц входят в контакт с солевым раствором (концентрацией NaCl примерно 1%), в котором электроды расположены так, что ток проходит через птицу на конвейер навешивания, выполняющий функцию земли (рис. 3.1). Соответствующий разряд оглушает приблизительно на 60-90 с, в течение которых птица неспособна самостоятельно стоять или двигаться. Это является способом оценки эффективности оглушения. Сразу после контакта ноги птицы разведены, крылья напряжены, а шея выгнута. Через несколько секунд после момента контакта мышцы расслабляются и тело становится почти мягким. Кроме гуманности, при таком убое имеются и другие преимущества: обездвиживание упрощает работу оборудования для убоя, происходит более полное обескровливание, лучше снимается оперение. Недооглушение может привести к дефектам тушек, например, к неполному обескровливанию, в то время как чрезмерное воздействие тока может вызывать такие пороки качества, как переломы ключиц и кровоизлияния из разорванных артерий и капилляров. Часть птицы не оглушается, так как это запрещают традиции отдельных религиозных культур, требующие, чтобы птица была во время убоя в сознании (см. гл. 17).

Условия электрооглушения различны в разных странах. Хотя в США нет закона, в соответствии с которым оглушение домашней птицы перед убоем обязательно, фактически вся птица, предназначенная для розничной торговли, оглушается по при-

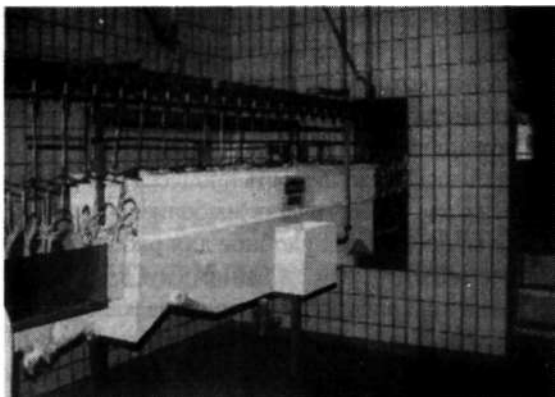


Рис. 3. 1. Камера электрооглушения, в которой находится электрод, покрытый раствором соли. Птица перемещается слева направо

чинам гуманности, эффективности производства и качества. Птица в течение 10–12 с получает разряд силой тока 10–20 мА при оглушении бройлера и 20–40 мА — индейки. В результате птица оказывается обездвиженной на достаточно длительное время для того, чтобы успеть перерезать ей горло и провести обескровливание. В большинстве европейских стран закон требует оглушения домашней птицы при более жестких условиях: 90 мА для бройлера и 100 мА для индейки в течение 4–6 с. Это должно обеспечить гуманную обработку и гарантию того, что птица не очнется до окончания процесса. По существу, при таких параметрах оглушения птица умирает от электрошока и остановки сердца, прекращающих приток крови к мозгу. Таким образом, в обоих случаях смерть наступает из-за прекращения поступления крови к мозгу, только в первом случае это происходит вследствие обескровливания, а во втором — в результате остановки кровотока. Помимо указанных выше особенностей, использование более жестких условий оглушения приводит к увеличению случаев кровоизлияния и перелома костей [1, 2].

В европейских странах в целях замены электрооглушения с использованием электрошока были разработаны другие методы оглушения. Одним из промышленных методов является выдержка птиц в атмосфере газа, вызывающего анестезию или кислородное голодание. Для этого может использоваться двуокись углерода — анестезирующий газ, который быстро приводит к потере сознания, изменяя рН спинномозговой жидкости [3]. Аргон и азот — инертные газы, которые вытесняют воздух и вызывают бессознательное состояние в результате отсутствия кислорода [4, 5]. Существуют две основные системы оглушения домашней птицы с помощью газа. В первой из них используется смесь углекислого газа (от 10 до 40%) и воздуха (от 60 до 90%), которая воздействует в течение непродолжительного времени (от 30 до 45 с), при этом оглушает, но не умертвляет птицу до механического убоя. Другие системы, использующие смеси аргона (от 55 до 70%), азота (от 0 до 15%) и углекислого газа (30%), действуют дольше (от 2 до 3 мин) и приводят к тому, что птица поступает на перерезание горла уже мертвой. Таким образом, система с использованием углекислого газа наиболее близка к электрооглушению с небольшой силой тока, и,

подобно ей, отличается обратимостью процесса оглушения, в то время как аргоновая система схожа по воздействию с методами, использующими электрошок. Тем не менее обе системы оглушения птиц газом уменьшают повреждение тушек по сравнению с методами, использующими высокое напряжение. Применение токов малой силы также не приводит к большим повреждениям тушек [2]. Следует отметить, что оглушенные газом птицы пассивно висят на крюках, движущихся в камеру убоя. В этом случае оборудование не нужно каждый раз регулировать для захвата птицы, как это происходит с окоченевшей птицей после жесткого электрического оглушения.

В последнее время в связи с повышенным интересом к проблеме гуманного обращения с животными привлек внимание еще один метод оглушения — фиксированное оглушение [6]. Этот метод предусматривает неподвижную фиксацию головы, и выстрел в мозг металлической иглой или зондом, вызывающий немедленное и необратимое бессознательное состояние. Степень гуманности этого метода и его влияние на конечное качество тушек птицы в настоящее время исследуются.

3.1.3. Убой

В течение нескольких секунд после оглушения конвейер перемещает птицу в машину убоя (рис. 3.2). Ряд вращающихся полос захватывает бородку индейки или курицы и нижнюю часть шеи, чтобы направить голову в машину на режущее лезвие. Машина наружного убоя использует вращающийся дискообразный нож, чтобы перерезать яремные вены и сонные артерии на одной или обеих сторонах шеи птицы. Большинство таких механизмов перерезают кровеносные сосуды с обеих сторон, пока птица перемещается слева направо вдоль режущего лезвия. Слишком глубокий надрез, задевающий спинной нерв, приводит к рефлекторному «напряжению» пера, что усложняет процесс удаления оперения. Если же надрез недостаточно глубокий, то

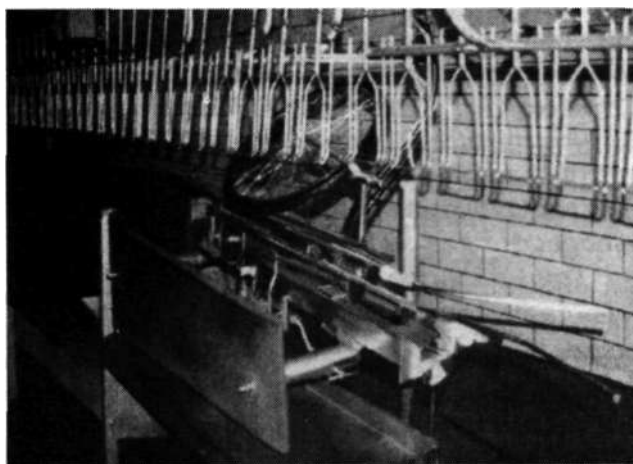


Рис 3.2. Вид машины наружного убоя с направляющими стержнями и использованием велосипедного колеса для направления головы птицы на дискообразное режущее лезвие, расположенное внизу

возможно неполное обескровливание, в результате чего оставшаяся в тушке кровь наполняет сосуды, вызывая изменение цвета кожи. После перерезания шеи птицу оставляют на 2-3 мин для обескровливания. В течение этого периода птица теряет примерно от 30 до 50% крови, что в конечном счете вызывает отключение мозга и смерть. В случае недостаточной для наступления смерти потери крови или неверно выполненном надрезе на шее птица может оставаться живой в конце обескровливания, при перемещении в шпарильный чан. В этом случае кровь резко приливает к ошпариваемой поверхности кожи, окрашивая тушку в ярко-красный цвет.

3.1.4. Удаление оперения

3.1.4.1. Шпарка

Удаление оперения затруднено тем, что в своем нативном состоянии перо прочно прикреплено к фолликулам. Для ослабления пера тушки погружаются в ванну с горячей водой, которая разрушает белковые структуры, удерживающие перья в определенном положении. Промышленные нормы предусматривают два варианта режимов обработки, оказывающих совершенно разное воздействие на тушку. Шпарка при 53 °С в течение 120 с называется «мягкой», после нее крепление пера ослабевает без заметного повреждения верхних слоев кожи и рогового слоя (кутикулы) (рис. 3.3.). Поскольку это не нарушает воскообразный, желтоватый слой кожи, то мягкая шпарка более предпочтительна при производстве свежей птицы с кожей желтого цвета. В некоторых странах потребителям нравится такой цвет кожи, поскольку он считается характерным для здоровой птицы. Если кожная кутикула не нарушена и не пигментирована каротиноидами, полученными с кормом, то тушки обычно шпарят

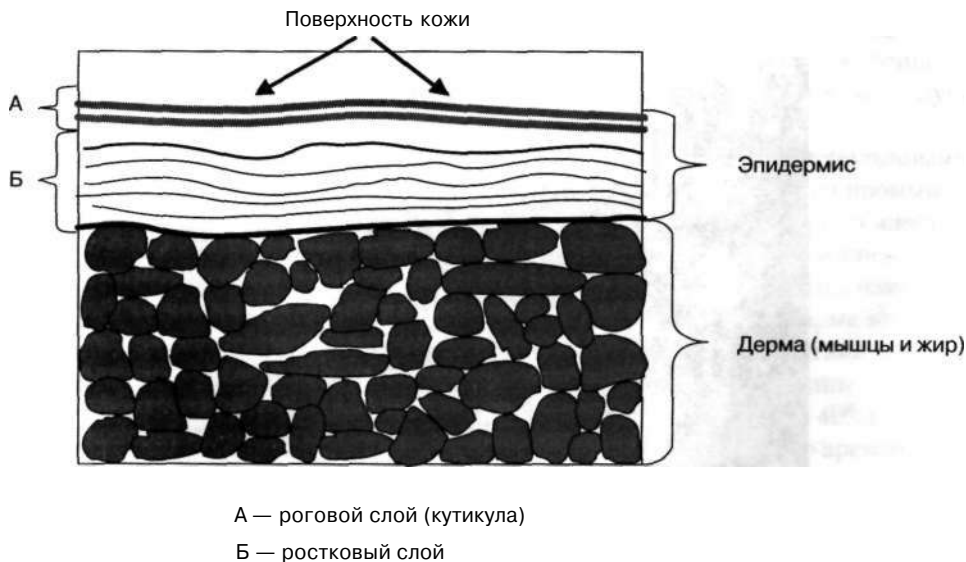


Рис. 3.3. Схема слоев кожи [7]

при 62–64 °С в течение 45 с. Такой процесс называется «интенсивной» шпаркой. Это более грубая процедура, чем мягкая шпарка, поскольку при этом нарушается кутикула. Однако она позволяет облегчить удаление пера в еще большей степени, чем мягкая шпарка. После размягчения рогового слоя верхние пигментированные слои кожи механически удаляются. Отсутствие воскового слоя может быть преимуществом для изготовителей продуктов из птицы, покрытых панировкой и предназначенных для жарки. Панировка для жареной птицы, как правило, лучше прилипает к коже в отсутствие этого воскового водоотталкивающего слоя.

3.1.4.2. Ощипка тушек

Машина для снятия оперения (перощипальная машина) состоит из рядов вращающихся дисков, на которых находятся гибкие ребристые резиновые «пальцы» (рис. 3.4). При быстром вращении дисков пальцы скребут тело птицы в направлении, обратном вращению, и за счет трения извлекают ослабленное перо. Удаление оперения осуществляется на комбинированных рядах дисков с вращающимися пальцами, причем каждый диск направлен на определенную область тушки. Неправильная регулировка перощипальных машин, особенно если остается слишком малый зазор между птицей и «пальцами», может привести к разрывам тканей в области бедра, грудки и переломам крыльев, ног и ребер. При слишком большом зазоре машина не сможет полностью удалить перо. Остевое перо представляет собой недоразвитое перо, торчащее из кожи, и все еще заключенное в ость пера. Это перо сложно снять механическим путем, поэтому для их удаления используется ручной труд. На примере этой части оперения можно проиллюстрировать значение параметров выращивания для процессов переработки — чем быстрее происходило формирование оперения птицы, тем меньше остистого пера останется на тушке при переработке. Последняя стадия процесса удаления оперения — опалка. Тушки подвергают кратковременному воздействию открытого огня, чтобы сжечь волосовидные перья, поскольку они эстетически неприятны потребителям и считаются дефектом готовой продукции.

Прежде чем тушки покидают участок ощипки, головы отделяются от шей, если это не было сделано ранее в перощипальной машине. Головы вместе с пером, кровью и несъедобными внутренностями называются «требухой», они направляются на переработку (на этом же или другом предприятии), где их измельчают и вырабатывают жир и мясокостную муку для добавления в корма. Ноги, отрезанные по голеностопному суставу, охлаждают, сортируют и направляют в продажу либо отдельно, либо в наборе с субпродуктами. Существует две категории качества ножек (лапок): ножки без дефектов и с такими дефектами, как темная пигментация или повреждения стопы. Последний этап перед потрошением — перевешивание птиц с конвейера убоя на конвейер потрошения. Это выполняется вручную или с помощью специального механизма. При ручном перевешивании существует опасность перекрестного обсеменения тушек, поскольку один рабочий перевешивает большое количество птиц. Но этот этап необходим, так как одна линия убоя может обеспечивать сырьем несколько линий потрошения. Участки, на которых обрабатывается живая птица, должны быть отделены от тех, где птица уже забита, в целях снижения обсеменения относительно чистого участка потрошения.

А



Б

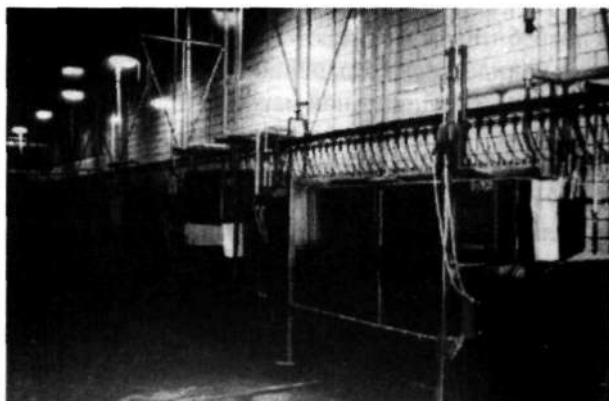


Рис 3.4. Изображение головки перощипальной машины с гибкими резиновыми пальцами (А). Ряд машин для удаления пера, в каждой из которых диски с пальцами расположены таким образом, чтобы обрабатывать различные участки тушки (Б)

3.1.5. Потрошение

Потрошение — отделение пищевых и непищевых внутренних органов из тушки. Этот процесс осуществляется путем ряда последовательных высокоавтоматизированных операций, согласованных между собой. На разных заводах процесс может различаться порядком проведения и конструкцией оборудования в зависимости от его производителя. Хотя в последнее время все шире применяется автоматическое потрошение, во многих странах индейку до сих пор потрошат вручную. При потрошении бройлеров выделяют три стадии:

- 1) полость тела вскрывают от нижнего конца грудины до заднего прохода;
- 2) извлекают внутренние органы (прежде всего желудочно-кишечный тракт и сопутствующие органы, половые органы, сердце и легкие);
- 3) пищевые внутренние органы или «потроха» (сердце, печень, и желудок) отделяют от остальных извлеченных внутренностей, зачищают от прилипших загрязнений и моют.

Шея обычно также относится к потрохам, но ее добавляют к комплекту позже, после проведения ветеринарно-санитарной экспертизы тушки. Хотя ноги (или лапки) не относятся к потрохам, они стали ценным продуктом, прежде всего при экспортных поставках в страны, где их используют на пищевые цели. В некоторых странах лапки вместе с набором потрохов продаются вместе с тушкой.

Также есть страны, где основная часть домашней птицы продается без потрошения (рис. 3.5). Бройлеры, у которых удалены только кровь и оперение, называются «птицей, обработанной нью-йоркским способом», и ее даже иногда продаются без замораживания. Люди, предпочитающие этот продукт, считают его более свежим, потому что вследствие малого срока годности непотрошенная птица поступает в продажу в течение нескольких часов после забоя. Иногда эти непотрошенные тушки хранятся несколько дней для возникновения «вкуса дичи». При маркировке таких тушек на них приклеивают специальные этикетки, чтобы потребитель выбрал и запомнил название бренда и компании (рис. 3.6).



Рис. 3.5. Готовые к продаже тушки бройлеров, обработанных нью-йоркским способом. Работница протыкает кожу, чтобы выпустить из брюшной полости газ и предотвратить вздутие



Рис. 3.6. Бройлеры, обработанные нью-йоркским способом, после воздушного охлаждения с наклеенными этикетками для идентификации бренда и компании-производителя

В основе конструкции большинства машин для потрошения лежит вращение вертикальных цилиндров, на которых имеются десять и более мест для тушек, расположенных по краю. Линия с подвешенными на нее птицами обтекает цилиндр и обеспечивает его вращение, координируя скорость конвейера и машины для потрошения. Когда подвеска с птицей входит в контакт с цилиндром, птица захватывается и подвергается ряду механизированных операций. После полного оборота цилиндра и завершения всех операций птица высвобождается и движется к следующему виду оборудования.

После окончания обработки каждой тушки предусмотрена стадия мойки поверхностей машины, контактирующих с птицей, и лишь затем автомат захватывает следующую тушку. Несмотря на это, приблизительно каждая десятая тушка контактирует с поверхностями после предыдущей, что увеличивает возможность перекрестного обсеменения. Это еще более повышает важность стадии мойки. Типичная последовательность расположения машин для потрошения с традиционными названиями показана на рис. 3.7. В последующем важно помнить, что птицы подвешены на подвесках за ноги, то есть находятся в положении, прямо противоположном нормальному.

Операции перерезания шеи (рис. 3.8) и удаления копчиковых желез могут быть объединены в одной машине. Нож входит в контакт с шеей чуть выше плеч. Приложенное усилие должно быть достаточным, чтобы сломать позвоночный столб и разрезать кожу спины, но при этом не перерезать трахею или пищевод. Как только позвоночный столб перерезается, нож перемещает вниз наполовину перерезанную шею и отпускает ее, чтобы та свободно висела на тушке. Нож сбивает копчиковую железу со спинной части хвоста. Эти железы содержат маслянистое вещество с неприятным для людей вкусом, которое птицы вырабатывают для смазывания перьев.

Машина для вскрытия заднего прохода (нож для заднего прохода или «прорезыватель петель») размещает зонд напротив заднего прохода (рис. 3.9) и создает вакуум, чтобы зажать окружающую задний проход кожу. Затем опускается дискообразный нож и делает надрез сквозь зафиксированную кожу вокруг заднепроходного отверстия, и зонд, удерживающий захваты для вскрытия заднего прохода, вытягивает кишечник

птицы за его окончание. Малый сегмент кишки с частью заднепроходного отверстия затем высвобождается при снятии разреза. Недостаточно точная настройка этой машины может повлечь перерезание кишечника, что приведет к фекальному и бактериальному загрязнению тушки. Поскольку все птицы обрабатываются на одной и той же машине, которая оснащена ножами и зондами, разрезающими тушку и проникающими внутрь ее, то это оборудование может быть источником перекрестного обсеменения, перенося микроорганизмы с одной тушки на другую.



Рис. 3.7. Типичная последовательность расположения и названия оборудования для потрошения

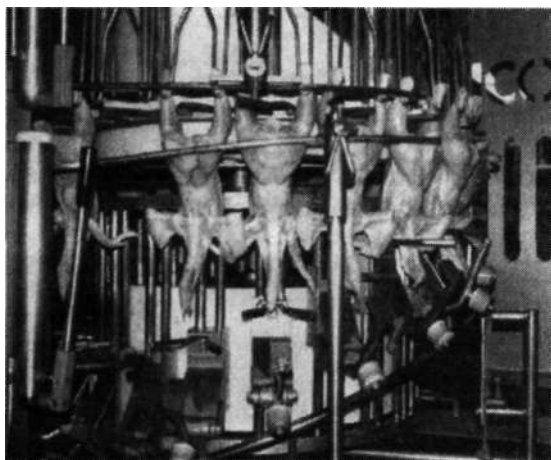


Рис. 3.8. Машина для перерезания шеи. Виден перемещающийся слева направо нож, который перерезает шею и ломает позвоночный столб

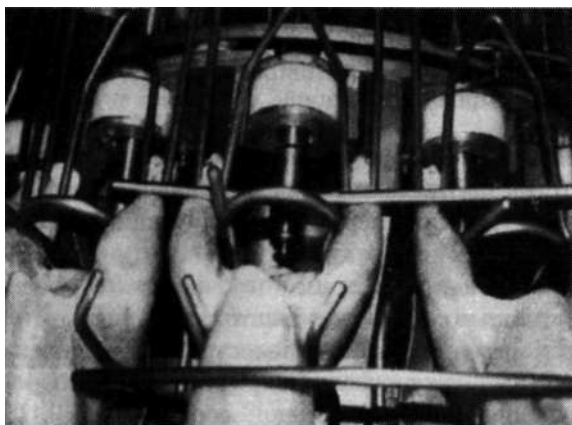


Рис. 3.9. Машина для вскрытия заднего прохода. Виден зонд, готовый войти в контакт с задним проходом птицы

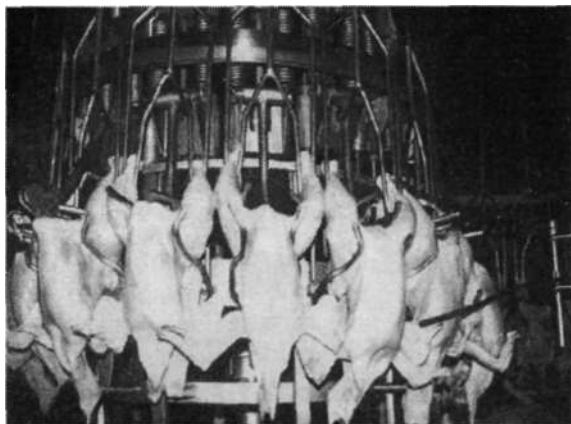


Рис. 3.10. Машина для вскрытия брюшной полости. Нож (слева) разрезает кожу



Рис. 3.11. Машина для потрошения или волочилная машина. Виден скребок, извлекающий внутренности из птицы. «Комплект» внутренностей виден за четвертой тушкой слева

Для снижения риска контаминации необходимо проведение санитарной обработки оборудования перед поступлением следующей птицы. Зонды и оборудование для потрошения обрабатываются хлорированной водой, возможна также их чистка в промежутках между поступлением тушек.

На следующем этапе потрошения отверстие в брюшной полости увеличивается с помощью специального автомата — вскрывателя тушек (рис. 3.10). Большой нож вставляется в брюшную полость и путем давления наружу от позвоночника до киля разрезает кожу и увеличивает тем самым отверстие. Это позволяет машине для потрошения, или «волочилной машине» (рис. 3.11 и 3.12), извлечь комплект кишок из тушки. Тушка плотно фиксируется, и в полость тела вводится ложкообразный скребок. Скребок перемещается вниз по внутренней стороне грудины, захватывая желудок и сердце. Затем он движется назад, извлекая из птицы комплект внутренностей.

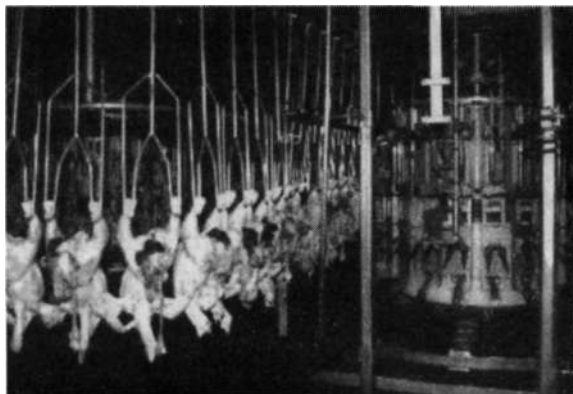


Рис. 3.12. Машина для потрошения. Виден конвейер с подвесками и сама машина. У тушек, выходящих из машины слева, видны комплекты внутренностей, подготовленные к осмотру

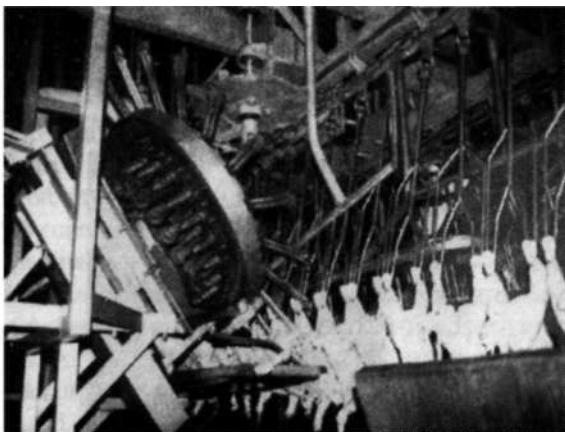


Рис. 3.13. Машина для вытягивания комплекта внутренностей. Видны зонды, которые входят в тушку при повороте колеса

Перед приближением тушек к пункту ветеринарно-санитарной экспертизы (см. гл. 5) их внутренности и внутренний жир должны быть расположены так, чтобы инспектор мог быстро осмотреть отдельные органы, главным образом ливер и воздушную сумку, и диагностировать возможные болезни. С этой целью рабочие располагают внутренности одним и тем же образом, максимально повышая эффективность процесса экспертизы. При возникновении у проверяющего сомнений или при необходимости особой обработки отобранные тушки подвешивают на специальную стойку для дополнительного осмотра. Тушки, отбракованные в ходе проверки, помещают в специальные емкости для последующей утилизации. После осмотра комплект внутренностей отделяют от тушки и направляют на участок переработки потрохов. Комплект внутренностей удаляется с помощью машины для вытягивания комплекта (рис. 3.13). Это устройство вводит зонд в брюшную полость до области

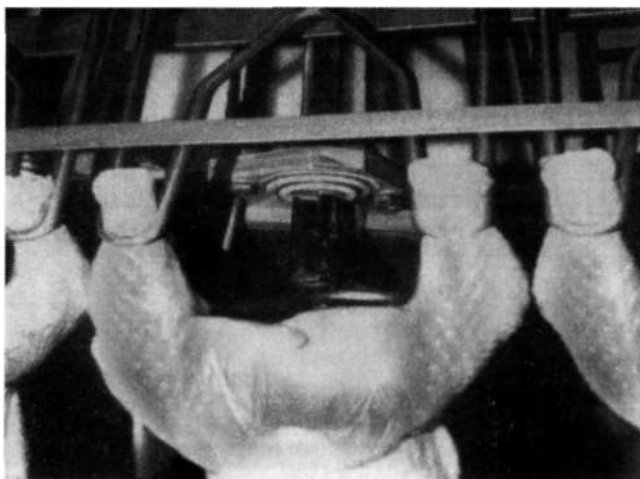


Рис. 3.14. Машина для удаления зоба. Зазубренный зонд вводится в брюшное отверстие

шеи, где зажимает пищевод. При перемещении птицы по кругу пищевод и прилежащие внутренние органы вытягиваются из нее через отверстие в брюшной полости. Затем внутренности насосом передают на участок сбора, где печень, желудок, и сердце собирают и отделяют от непищевых органов. При этом у сердца и печени удаляют соединительную ткань и кровеносные сосуды. Желудок разрезают и выстилающую его кутикулу удаляют с помощью вращающихся валиков с рифлеными заостренными краями, которые зажимают кутикулу и снимают ее с мускулатуры. Непищевые внутренности отправляют на переработку, где их смешивают с другими непищевыми отходами переработки птицы, варят и измельчают для производства кормовой муки.

С помощью машины, которую иногда называют «жнец», у птицы удаляется зоб (рис. 3.14). Эта машина вводит в тушку вращающийся зонд с заостренными краями, который захватывает зоб, и проталкивает его между кожей шеи и позвоночным столбом, пока он не выйдет из шеи там, где первоначально была голова. После выталкивания из тушки зонд с зобом проходит щетки и пункт мойки, где до возвращения зонда назад в тушку удаляется зоб. В этой операции очень важна стадия очистки, так же как и на других стадиях обработки, где происходит соприкосновение одних и тех же механических узлов с разными тушками.

На последней стадии потрошения машина для удаления легких вставляет вакуумный зонд (рис. 3.15) вниз в брюшное отверстие птицы и всасывает легкие с внутренней поверхности ребер. Эта операция может быть выполнена вручную с помощью вакуумных пистолетов.

На определенном этапе процесса потрошения тушки проходят пункт внешнего осмотра, где поверхность птицы проверяется на наличие дефектов типа обширных кровоподтеков или других повреждений кожных покровов. Тушки, признанные при внешнем или внутреннем осмотре нуждающимися в дополнительной обработке, отправляют на доработку, где их должным образом моют и обрезают забракованные

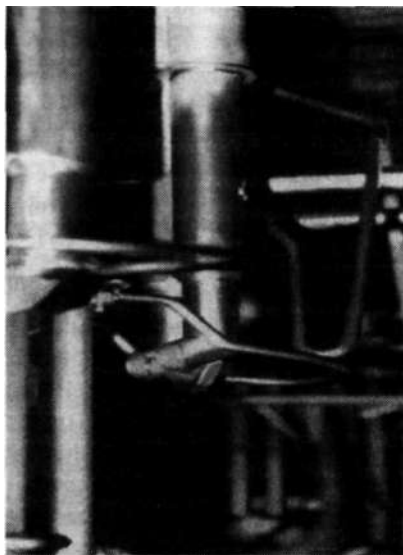


Рис 3.15. Вакуумный зонд машины для удаления легких. Видна двойная труба для извлечения обоих легких, расположенных на задней стенке грудной клетки

части. Иногда признают пригодной к использованию только часть тушки, в этом случае ее сохраняют, а остальную часть отправляют на переработку на технические цели. Поскольку такая доработка — трудоемкий процесс, в ходе которого приходится удалять тушку с конвейера, она требует дополнительных затрат, и на предприятиях стараются свести ее к минимуму. Фекальная загрязненность поверхности тушки может быть устранена на участке доработки или в специальных моечных отсеках с использованием хлорированной воды или другого антибактериального раствора, пригодного для непрерывной обработки.

После прохождения осмотра, но до поступления в емкость для охлаждения птица проходит внутреннюю и внешнюю мойку, которая осуществляется струями воды из распылительных форсунок, направленными на внешнюю и внутреннюю поверхности тушки и удаляющими все оставшиеся загрязнения. Вода, используемая для мойки и охлаждения, содержит хлор или другие антибактериальные вещества. До охлаждения возможно дополнительное ополаскивание или погружение тушки в раствор антимикробных препаратов типа тринатрийфосфата или кислого хлорита натрия.

Процесс потрошения полностью зависит от настройки оборудования, соответствующей размерам птицы. Плохо отрегулированные машины часто являются причиной разрывов кожи, раздробления костей и нарушения целостности кишечника, приводящего к фекальной контаминации тушки. Поэтому, несмотря на автоматизацию процесса, каждые 1–2 машины обычно обслуживает рабочий, задачей которого является исправление любых ошибок, возникающих при работе машины. Ручной труд также незаменим на стадии расположения внутренностей для осмотра ветеринарным инспектором и при сборе потрохов. Ветеринарно-санитарный осмотр — важная часть процесса потрошения; подробнее он рассмотрен в гл. 5.

3.2. Охлаждение

Основная цель охлаждения птицы — снижение количества микроорганизмов до уровня, позволяющего максимально повысить безопасность продукта и увеличить время его хранения. Как правило, как можно быстрее после потрошения (в течение 1–2 ч после убоя) должна быть достигнута температура 4 °С или ниже. В соответствии с нормами США продолжительность охлаждения до этой температуры не должна превышать 4 ч для бройлеров и 8 ч — для индейки. Двумя наиболее распространенными методами охлаждения являются водный и воздушный, оказывающие различное воздействие на продукт. На предприятиях США используется преимущественно водное охлаждение (охлаждение погружением), в то время как в Европе — воздушное.

При водном (иммерсионном) охлаждении обычно используют многоступенчатые емкости. Тушки снимают с подвесок и медленно погружают в воду с помощью устройства типа лопасти (рис. 3.16) или шнека. Первая стадия — предварительное охлаждение — проходит при 7–12 °С и продолжается от 10 до 15 мин. На этой стадии в целях уменьшения энергозатрат используется вода, отходящая из главной емкости охлаждения. Главная задача предварительного охлаждения — абсорбция воды, но при этом происходит дополнительная мойка и охлаждение тушек. На входе в емкость предварительного охлаждения температура тушки составляет примерно 38 °С, и липиды кожи находятся в жидком состоянии. Вода легко проникает через кожу и в гораздо меньшей степени — через фасции и другие подкожные ткани. Процесс абсорбции воды зависит от времени и температуры и регулируется нормами, установленными правительством США, в зависимости от дальнейшего использования продукта. При негерметичной упаковке готовых изделий поглощение воды ограничено 12% от массы тушки перед началом охлаждения. Для изделий в герметичной упаковке предел установлен на уровне 8%. Эти условия первоначально были разработаны в целях компенсации убытков от потерь влаги во время реализации. Зачастую проблема состоит в том, что потери влаги зависят от условий реализации (температура,

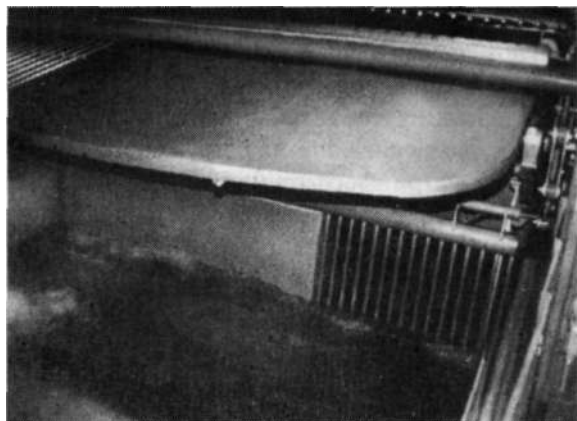


Рис 3.16. Лопасты емкости охлаждения для перемещения тушек. Открытая сторона весла чередуется с закрытой для более интенсивного перемешивания воды

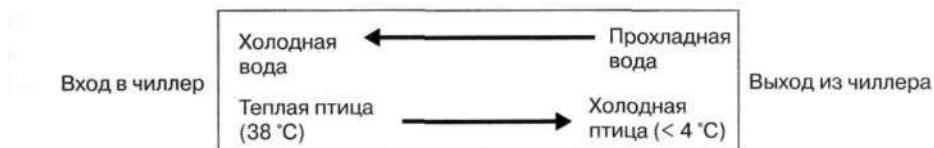


Рис. 3. 17. Схема системы охлаждения в противотоке

время, размещение), и могут приводить к несовпадению реальной и указанной на упаковке массы в случае применения негерметичных емкостей. Вода, впитанная при иммерсионном охлаждении, также повышает затраты на транспортировку и может оказывать влияние на направления дальнейшего использования продукта. Нормативы поглощаемой влаги время от времени пересматриваются правительством по мере изменения условий хранения и торговли.

После предварительного охлаждения тушки, температура которых примерно 30-35 °C, погружают в основную емкость охлаждения — «чиллер», которая выглядит в основном так же, как и емкость для предварительного охлаждения, но значительно больше нее по размерам. Температура воды в чиллере — около 4 °C на входе и 1 °C на выходе. Это позволяет быстро снизить температуру тушки в течение 45-60 мин пребывания в емкости. Поскольку температура тканей понижается, липиды затвердевают и блокируют воду, поглощенную при предварительном охлаждении. В целях увеличения теплообмена между тушками и водой, а также для улучшения чистоты тушек при водяном охлаждении в иммерсионных установках используется принцип противотока (рис. 3.17). Тушки и вода двигаются навстречу друг другу, поэтому птица охлаждается в чистой воде, температура которой по мере продвижения тушек понижается. Для дополнительного увеличения скорости охлаждения на дно емкости через инжекторы подается воздух (рис. 3.18). Пузырьки, создаваемые потоком воздуха, перемешивают воду и предотвращают формирование теплого слоя на поверхности тушки. При отсутствии перемешивания воды слои, прилегающие к поверхности

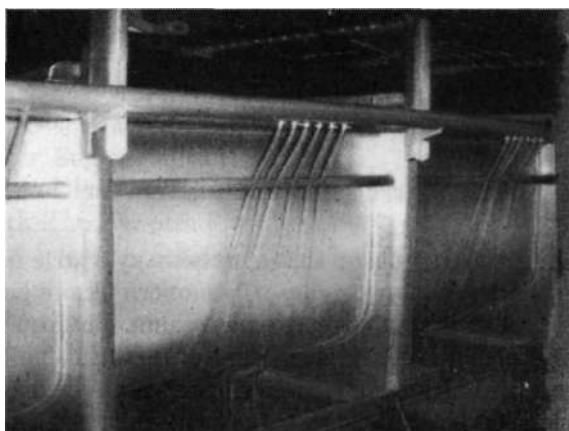


Рис. 3. 18. Водно-иммерсионный охлаждающий танкер со шлангами для перемешивания воды пузырьками сжатого воздуха

тушек, постоянно бы нагревались до выравнивания температуры тушек и воды. Этот слой теплой воды изолировал бы тушку и сильно замедлял теплообмен, поскольку интенсивность теплообмена между двумя материалами в значительной степени зависит от разницы температур между ними [7].

Воздушное охлаждение основано на прохождении в течение 1-3 ч конвейера с подвешенными тушками сквозь большие камеры с циркулирующим в них холодным воздухом (от -7 до 2 °C). Это возможно и при охлаждении птицы на рамах, но наиболее эффективно и чаще используется воздушное охлаждение на конвейере. Для улучшения охлаждения тушки можно опрыскивать водой, которая поглощает тепло при испарении. "Влажность в камерах, регулируется в целях максимального усиления способности воздуха поглощать тепло тушек и влагу с их поверхности для дополнительного охлаждения за счет испарения. После воздушного охлаждения тушки могут иметь сухой налет на коже, характерный для этого способа. Сухая кожа повторно увлажняется и приходит в норму после упаковки. Во время охлаждения воздухом тушки обычно немного теряют в массе, что прямо противоположно повышению массы при водяном охлаждении. Такие различия в выходах вызывают соответствующие ограничения в международной торговле между странами, использующими эти два различных способа охлаждения.

Две технологии охлаждения по-разному влияют на степень микробиологической обсемененности тушек птицы. При водном охлаждении поток воды смывает бактерии с поверхности кожи, приводя к уменьшению их количества. Однако многократные контакты птиц друг с другом через воду увеличивают возможность распространения бактерий (включая патогенных) между тушками в танке водяного охлаждения в гораздо большей степени, чем в воздушной камере, где тушки лучше изолированы друг от друга. Более высокая вероятность перекрестного обсеменения патогенной микрофлорой в процессе водного охлаждения является еще одним важным фактором, ограничивающим торговлю между странами, использующими два различных способа охлаждения. Другой микробиологический фактор, оказывающий влияние на торговлю — использование хлора при охлаждении тушек. Такая обработка проводится в США и некоторых европейских странах в качестве противомикробной защиты, но в других европейских странах она запрещена из-за возможного канцерогенного эффекта.

Выводы

Этап первичной переработки очень важен, поскольку в ходе него живой организм превращается в неодоушевленную ткань. Физиологические реакции животного и его тканей важны для гарантии качества продукции. Помимо качества продукции также важен и объем ее производства, обычно увеличивающийся за счет уменьшения потерь. Потери же могут возникнуть из-за низкой производительности труда персонала в результате наличия пустых подвесок на конвейере навешивания или неправильного закрепления, применения чрезмерной или ненужной дополнительной зачистки, а также плохо отрегулированного оборудования, делающего неправильные

надрезы. Поскольку первичная обработка является необходимой ступенью в процессе превращения живой птицы в набор различных продуктов, поступающих на рынок пищевых товаров, важно, чтобы весь цикл от убоя до охлаждения выполнялся правильно и эффективно.

Литература

1. Fletcher, D.L. Stunning of broilers // *Broiler Ind.*, 1993, 56, 40.
2. Craig, E. W., Fletcher, D.L., Papinaho, P.A. The effects of antemortem electrical stunning and postmortem electrical stimulation on biochemical and textural properties of broiler breast meat // *Poult. Sci.*, 1999, 78, 490.
3. Eisele, J.H., Eger, E.I., Muallem, M. Narcotic properties of carbon dioxide in the dog // *Anesthesiology*, 1967, 28, 856.
4. Mohan Raj, A.B., Gregory, N.G. Investigation into the batch stunning/killing of chickens using carbon dioxide or argon-induced anoxia // *Res. Vet. Sci.*, 1990, 49, 364.
5. Mohan Raj, A.B., Grey, T.C., Audsely, A.R., Gregory, N.G. Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers // *Br. Poult. Sci.*, 31, 725.
6. Lambooij, E., Pieterse, C, Hillebrand, S.J. W., Dijksterhuis, G.B. The effects of captive bolt and electrical stunning, and restraining methods on broiler meat quality // *Poult. Sci.*, 1999, 78, 600.
7. Suderman, D.R., Cunningham, F.E. // *J. Food Sci.*, 1981, 45 (3), 444.
8. Singh, R.P., Heldman, D.R. Introduction to Food Engineering, Academic Press, Orlando, FL, 1984.
9. Veerkamp, C.H., Chilling, freezing and thawing // *Processing of Poultry* / Mead, G. C, ed. — England: Elsevier Science, 1989. — P. 103.

Дополнительная литература

Stadelman, W.J., Olson, V.M., Shemwell, G.A., Pasdi, S. *Egg and Poultry-Meat Processing*— Chichester, England: Ellis Horwood Ltd., 1988.

Mountney, G.J., and Parkhurst, C.R. *Poultry Products Technology* — 3rd ed. — Binghamton, New York: The Haworth Press, Inc., 1995.

Lawrie, R.A. *Meat Science* — 5th ed. — Elmsford, New York: Pergamon Press, Inc., 1991.

Muscle Foods: Meat, Poultry, and Seafood Technology // Kinsman, D.M., Kotula, A. W., Breidenstein, B.C., eds. - New York: Chapman & Hall, 1994.

Poultry Meat Science, Poultry Science Symposium Series / Richardson, R. I. and Mead, G. C, eds. - Vol. 25. - Oxon, U.K.: CABI Publishing, 1999.

Processing of Poultry / Mead, G. C, ed. — New York: Elsevier Science, 1989.

4. Вторичная переработка: части тушки, обвалка и контроль порционирования

Алан Р. Сэме

Введение

После переработки и охлаждения до нужной температуры птица может быть упакована и выставлена на продажу как в виде целых тушек, так и в переработанном виде — как части тушек или бескостное мясо (филе). Различные способы обработки тушек после охлаждения объединены под общим названием «вторичная переработка». В целях сокращения времени, необходимого для приготовления продукта, специалисты птицеперерабатывающей промышленности предлагают потребителю (домохозяйкам, ресторанам и супермаркетам) птицу в виде отдельных частей, филе, порционных продуктов. Производители поняли, что потребители готовы платить за дополнительные услуги по разделке, поэтому оказание таких услуг стало основным направлением деятельности большинства компаний.

4.1. Дополнительная стоимость

Современный образ жизни предполагает сокращение свободного времени у человека при постоянном возрастании его доходов. Увеличение количества семей, в которых бюджет складывается из доходов двух ее членов, а также напряженный образ жизни привели к готовности сегодняшнего потребителя к дополнительной оплате за разделанный и подготовленный к кулинарной обработке продукт, произведенный на перерабатывающем предприятии. Люди не хотят тратить время на разделку тушки перед приготовлением. Кроме того, многие потребители готовы платить за возможность покупать не всю птицу, а только ее отдельные части. Если все, что им требуется — это грудки, то они могут приобрести упаковку грудок без крыльев и ног, которые они не желают использовать в пищу. Эти две концепции перестроили птицеперерабатывающую промышленность в 1960-х годах, и в 2000 г. наиболее распространенным способом реализации тушек птицы в США была их продажа в виде отдельных частей.

Таким образом, разделка тушки на части — это та дополнительная услуга, которая высоко ценится потребителями и за которую они готовы платить. Продукты глубокой переработки птицы, в том числе реструктурированные, являются следующим этапом изменения как формы готового продукта, так и их цены. Эти продукты будут рассмотрены в последующих главах. Дополнительная стоимость продукта может также изменяться в зависимости от месторасположения и времени (где и когда его можно приобрести). Примером таких наценок на различные продукты питания могут быть более высокие цены в магазинах при аэропортах и в круглосуточных магазинах.

4.2. Части тушки

Из тушки птицы можно получить части различных конфигураций и размеров. Ее можно разрезать просто на две половины (для гриля) или же на несколько частей. Части тушек, получаемые при основных способах разделки, описаны в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Основные продукты разделки тушек птицы, вырабатываемые в США

Часть	Описание
Половина тушки	Тушка разделена на две одинаковые части: правую и левую
Передняя четвертинка	Правая или левая передняя четвертинка, включающая половину позвоночника, ребра, пекторальные мышцы (большую и малую) и крыло
Задняя четвертинка	Правая или левая задняя четвертинка, включающая половину позвоночника, бедро и ножку
Крыло	Три сегмента крыла с различным количеством грудного мяса (в зависимости от пожеланий потребителя)
Грудка	Большая и малая пекторальные мышцы с ребрами, грудной или кожей или же без них
Бедро	Верхняя часть ноги с бедренной костью
Ножка	Нижняя часть ноги с большой и малой берцовыми костями
Плечо	Внутренняя часть крыла
Часть крыла	Средняя часть крыла вместе с нижней или без нее
Целая грудка	Верхняя часть тушки без крыльев, с обеими половинами грудки, соединенными в передней части и с позвоночником, соединяющим грудки сзади, или без него
Киль	Нижняя часть грудки (приблизительно одна треть)
Кусок грудки	Часть, оставшаяся после отделения килля, разделяется на правую и левую
Целая ножка	Бедро и ножка без позвоночника
Спинка или часть спинки	Позвоночник и таз; при производстве четвертинок эти части входят в состав соответствующих четвертинок
Грудная половинка или передняя половинка	Целая, неразделенная передняя часть тушки
Задняя (ножная) половинка или седло	Целая, неразделенная задняя часть тушки



Рис. 4. 1. Продукты, изготовленные из крылышек, некоторые с «держателями»

В некоторых странах существуют собственные правила разделки тушек. Например, в некоторых странах Азии предпочитают, чтобы части тушек были отделены таким образом, чтобы они как можно меньше соприкасались с руками во время еды. На рис. 4.1 показаны крылья, разделанные разными способами, в том числе оснащенные специальными палочками («держателями») для удобства обращения с куском при еде.

Разделка тушки на части очень выгодна, поскольку это повышает суммарную стоимость продукции. Дополнительная переработка птицы изменяет продукт и повышает его привлекательность для потребителя. Эта повышенная привлекательность отражается в повышенной цене на данный продукт. Готовность потребителя платить эту повышенную цену выражает ценность обработанного продукта. Прибыльность имеет место в том случае, если в соответствии с расчетами увеличение цены на продукт включает в себя дополнительные расходы на производство и дополнительную маржу, отражающую возросшую нематериальную ценность для потребителя. Разделка тушки на части — вероятно, самый простой пример процесса формирования дополнительной стоимости птицы.

Пример:

Тушка: 2,00 кг х \$1,5 = \$3,00

25% - грудка - 0,5 кг х \$5,00	= \$2,50
33% - ножки = 0,66 кг х \$1,77	= \$1,17
14% - крылья = 0,28 кг х \$3,00	= \$0,84
17% — спинка и шея = 0,34 кг х \$0,05	= \$0,07
11% - потроха - 0,22 кг х \$0,80	= \$0,18
ИТОГО	\$4,76

Расходы на разделку — \$0,05 за тушку

Дополнительная стоимость = \$4,76 - (3 + 0,05) = \$1,71

При разделке тушки следует помнить, что разные части имеют разное значение в глазах покупателей, и, следовательно, разную цену и прибыльность. В связи с этой целью разделки тушки на части является максимальное увеличение доли, из которой получаются дорогие части. Например, более выгодно оставлять мясо и кости спины на грудке и ножках, потому что они ценятся больше, чем спинка. Это увеличит прибыль

с тушки в целом. Вот почему мы обычно видим в продаже грудки с мясом реберной части, бедра — с мясом тазовой области.

Сортировка птицы будет рассмотрена более подробно в главе 5, но это еще один хороший пример дополнительной стоимости. Сортность тушки может быть снижена при наличии дефекта на одной ножке. Единичный дефект снижает цену целой тушки. Однако если дефектная часть может быть удалена при разделке, то в этом случае уменьшается цена только этой части, повышая стоимость оставшейся тушки, при этом общая цена за тушку может соответствовать тушке высшего сорта.

Пример:

Целая тушка сорта В (с переломом ноги)	2,00 кг x \$0,50	= \$1,00

Для сравнения:

Ножка с дефектом перелома	0,125 кг x \$0,50	= \$0,0625

Остальные части (сорт А)	1,875 кг x \$2,40	= \$4,50

\$2,40 — усредненная цена за части сорта Л

Стоимость разделанных частей тушки сорта В и сорта А практически одинакова

Дополнительная стоимость = (\$4,50 + \$0,0625) - \$1,00 = \$3,5625

Сортировка способствует повышению цены и другим способом. В результате сортировки потребитель получает определенные гарантии качества продукта. Эти гарантии также имеют некоторую стоимость, которую потребитель готов оплачивать, хотя она превышает реальные затраты переработчика на сортировку.

Разделка тушки может выполняться вручную с помощью ножа, пилы или же автоматически, с применением широкого набора всевозможных машин. На машинах разделка осуществляется при размещении ножей в строго определенных положениях по отношению к поступающим тушкам птицы. Для четкого выполнения такой сложной операции важно, чтобы ножи были хорошо заточены. Независимо от метода тушки обычно разделяют пополам (половинки), на четыре (четверти), восемь (грудки, крылья, бедра, ножки) или девять частей (грудки, крылья, бедра, ножки и киль). Последние два вида разделки называются восьми- и девятикусовая разделка и широко применяются в ресторанном бизнесе.

4.3. Выход

Выход является мерой эффективности. Его можно определить как соотношение продукта на выходе и на входе, выраженное в процентах:

$$\text{Выход} = \text{эффективность} = (\text{выход} / \text{вход}) \times 100.$$

Существует много способов выражения выхода, и каждый из них по-своему эффективен для экономики и управления перерабатывающим предприятием. Соотношение живой массы птицы и массы тушки после первичной переработки называется выходом продукта, готового к кулинарной обработке (ГКО). Это прямая оценка эффективности процессов отлова, транспортировки, разгрузки, потрошения

и зачистки. В результате любого из этих процессов могут происходить потери массы продукта и, следовательно, снижение выхода ГКО. Средний выход ГКО составляет 70-75%; он немного выше при комплектовании потрохов вместе с тушкой, нежели при реализации тушки без потрохов (БП). Это значение — 75% — является оценкой эффективности деятельности вертикально интегрированной производственной компании в целом, поскольку оно показывает эффективность усвоения корма живой птицей при откорме. Поскольку прибыль от реализации принесут только 75% птицы, более полезной оценкой эффективности откорма был бы расчет количества потребленного корма на единицу продукта, идущего на реализацию. Такая оценка соединила бы эффективность выращивания и откорма с переработкой. Из тушки БП примерно 60% составляет мясо, и 40% — кости. От общего количества мяса около 60% приходится на белое мясо и 40% — на красное. Это усредненные цифры, они различны для разных предприятий и зависят от возраста птицы и особенностей ее породы. Их полезно использовать при расчете количества мяса для некоей будущей операции, например, обвалки на следующий день или дальнейшей переработки.

Другая форма расчета выхода — оценка доли тушки, приходящейся на каждую часть (см. выше пример расчета по разделке). Как уже ранее упоминалось, этот вид выхода очень важен для получения прибыли при разделке на части.

4.4. Созревание и обвалка

Огромный спрос на бескостное мясо грудки стал причиной формирования не только высоких рыночных цен на этот продукт, но и чувствительности покупателя к качеству продукции. Потребители готовы платить за удобство, приобретая бескостное мясо, однако они ожидают получить за свои деньги существенно более высокое качество. В целях дальнейшего повышения привлекательности для покупателя филе грудки теперь реализуют без кожи, чтобы таким образом гарантировать отсутствие дефектов, подчеркнуть сочность и сохранить нежность. Качество грудок может заметно измениться как на перерабатывающем предприятии, так и на кухне. Поскольку почти все дефектные части могут быть срезаны или удалены при сортировке, то нежность мяса и выход — наиболее важные задачи для производителей бескостной грудки. Хотя обвалке подвергается мясо бедра и грудки, именно грудное мясо является первоочередной целью обвалки, поскольку оно имеет больший спрос при реализации и в качестве сырья для производства кулинарных изделий.

4.4.1. Созревание

При ранних исследованиях свойств мяса было обнаружено, что в мясе, отделяемом от костей сразу после наступления смерти птицы, появлялась нежелательная жесткость, которая через некоторое время снижалась. Технология выдержки тушек в течение определенного времени после убоя и перед обвалкой получила название «созревание». По мере расширения знаний о биохимии мышц и мяса стало очевидно, что для предотвращения жесткости мяса необходимо перед обвалкой изменить ход посмертного окоченения [1]. Ранее с этой целью тушку оставляли на ночь или больше

но теперь нормы производства заставляют свести время созревания к минимуму. На современных заводах охлаждение тушки и передней половинки в течение 4 ч после убоя (приблизительно 2,5-3,0 ч после охлаждения) представляет собой минимальный срок, требуемый для созревания мяса бройлеров. Этот процесс подробно рассмотрен в главе 7. Этап созревания мяса является достаточно дорогим для перерабатывающих предприятий в результате затрат энергии и труда рабочих, использования производственных площадей, а также из-за снижения выхода вследствие потерь влаги при холодильном хранении. Было установлено, что за период созревания на предприятии бройлер среднего размера теряет от 2 до 3% мяса грудки, что соответствует примерно пяти миллионам долларов США ежегодно [2]. В связи с этим ученые много лет пытаются найти способ сокращения периода созревания.

Стоит отметить, что проблемы жесткости мяса затрагивают только части, состоящие из целых мышц, типа филе грудки. Поскольку некоторая доля грудок бройлеров и основная часть бескостного грудного мяса индеек используются для производства реструктурированных продуктов, то подвергать это мясо дополнительному созреванию помимо охлаждения не обязательно. Производство целномышечных филе грудки обычно является основным направлением большинства компаний, поэтому достижение приемлемой нежности мяса при минимальном периоде созревания требует понимания динамики процесса посмертного окоченения и его влияния на мясо.

4.4.2. Посмертное окоченение

Посмертное окоченение (*rigor mortis*) — процесс гибели клеток [3,4]. Когда животное умирает, клетки его в течение некоторого времени остаются живыми, и их метаболизм продолжается с использованием сохраненной энергии. В результате потери крови как переносчика кислорода клетки постепенно переходят от аэробного (на основе кислорода) обмена веществ к анаэробному (независимому от кислорода). Они продолжают использовать энергию, но делают это медленнее, поскольку анаэробный обмен веществ менее эффективен, чем аэробный. Этот дисбаланс приводит к снижению поступления в клетки основного носителя энергии — аденозинтрифосфата (АТФ). При увеличении анаэробной активности также происходит выработка молочной кислоты, конечного продукта этой формы обмена веществ. У живого животного молочная кислота выводится с током крови, тогда как после его смерти это вещество аккумулируется в клетках мышц, что приводит к снижению pH от практически нейтрального (7,0) до слабокислого значения (5,7). Это понижение pH приводит к снижению активности некоторых ферментов, производящих АТФ, сокращая в дальнейшем выработку АТФ (рис. 4.2). Понижение pH во время посмертного окоченения оказывает влияние на функциональные свойства белков и на продукты глубокой переработки, что рассмотрено в соответствующих главах.

АТФ является одним из основных функциональных веществ мышечных клеток, поскольку не только обеспечивает энергией многие процессы, но также регулирует взаимодействие белковых мышечных волокон при сокращении. Мышечное волокно состоит из перекрывающихся друг друга белковых нитей: толстых, состоящих из белка миозина, и более тонких, формируемых белком актином (рис. 4.3). Эти нити являются

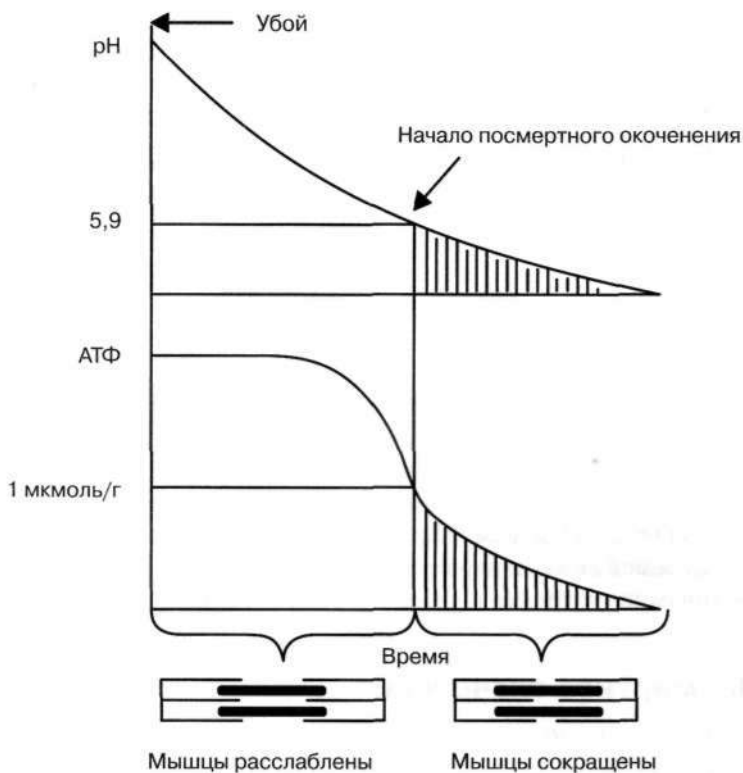


Рис. 4.2. Снижение уровня аденозинтрифосфата (АТФ) и pH по мере наступления посмертного окоченения

частью повторяющейся структуры — саркомера, которая является основной единицей сокращения мышцы. Один конец каждой тонкой нити закреплен в структуре, называемой «Z-пластина» или «Z-линия» на одном конце саркомера, а другой частично перекрывает один конец толстой нити в середине саркомера. Другой конец толстой нити накладывается на тонкие нити на другом конце саркомера.

После достижения мышцы нервный импульс вызывает высвобождение кальция из жидкости, окружающей волокна (рис. 4.3). В присутствии АТФ ионы кальция инициируют формирование на основе АТФ мостика между тонкими и толстыми нитями. Молекула АТФ высвобождает энергию, необходимую для того, чтобы растянуть тонкие нити вместе с концами саркомера, к которым они прикреплены. Затем новая молекула АТФ разрывает связь между нитями и позволяет мышце расслабиться до исходной длины. Таким образом, АТФ вызывает сокращение мышц, снабжая их энергией, и расслабление, разрушая связь между сокращенными толстыми и тонкими нитями. Минимальная концентрация АТФ, необходимая для выполнения этих функций, составляет приблизительно 1 мкмоль АТФ на 1 г мышцы (рис. 4.2) [3]. Поэтому при снижении концентрации АТФ в мышечных клетках ниже этого уровня мышца

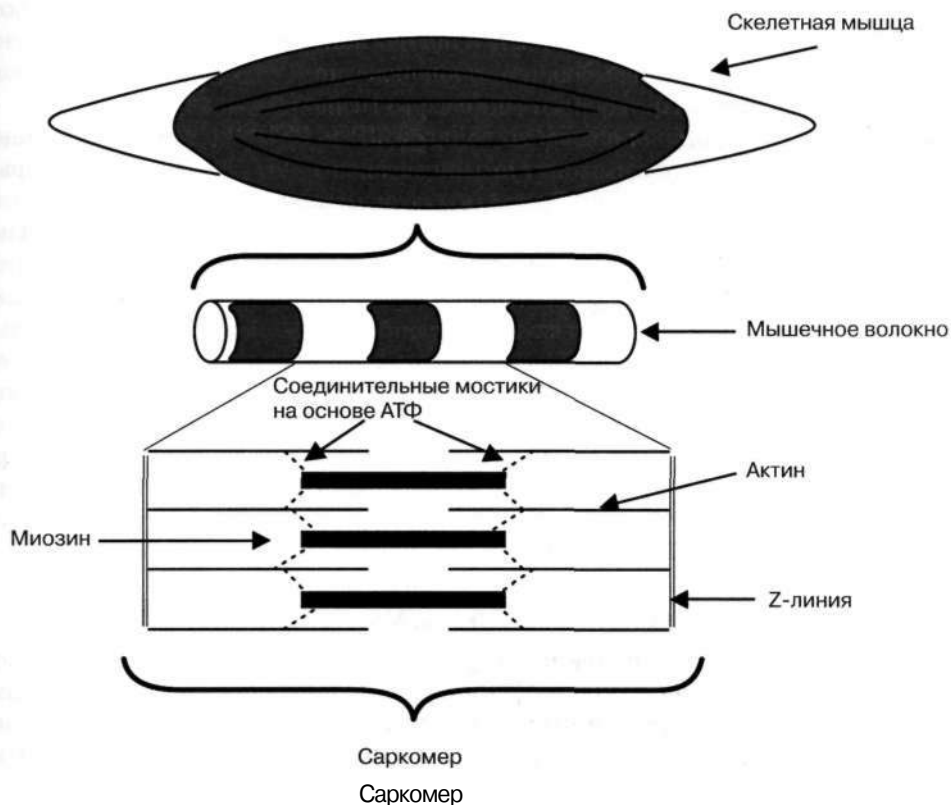


Рис. 4.3. Схема строения и процесса сокращения мышечных волокон перестает реагировать на нервные или другие импульсы и переходит в состояние посмертного окоченения.

Разделка и обвалка тушек до наступления посмертного окоченения вызывает в мышце нервный импульс и заставляет ее сокращаться. Более того, в этом случае степень сокращения освобожденной мышцы, не ограниченная строением скелета, будет больше, чем мышцы в составе тушки. После удаления мышцы из тела она охлаждается быстрее, потому что больше не имеет кожного покрова и окружающих мышц, изолирующих ее от окружающей среды. При быстром охлаждении мышцы происходит утечка содержащей кальций жидкости из внутримышечных полостей. Если это происходит сразу после смерти, то количества АТФ может оказаться достаточно для начала сокращения и уменьшения длины саркомера. Такой процесс называется «холодовое сокращение» [4]. Степень перекрытия сокращенных нитей влияет на жесткость, потому что мясо, в котором имеется большее количество перекрытий (укороченных саркомеров), становится более плотным; в нем на площадь поперечного сечения приходится большее количество нитей, что ощущается при пережевывании. Также в сокращенных саркомерах остается меньше места для жидкости, следовательно, ее содержание уменьшается [5]. Меньшее количество жидкости означает снижение

сочности — показателя, связанного с ощущением жесткости. Отделение мяса от костей — не единственная причина, вызывающая сокращение мышц и жесткость мяса до наступления *rigor mortis*. Кулинарная обработка мяса до наступления посмертного окоченения также приводит к повышению жесткости.

Нельзя путать мясо, жесткость которого вызвана перекрыванием сокращенных волокон («жесткость от сокращения»), с жесткостью мяса, полученного от старых животных. Жесткость старого мяса вызвана прежде всего поперечными связями соединительно-тканного белка, коллагена. У молодых животных нет поперечной исчерченности коллагена, поэтому он не устойчив к термической обработке и плавится при варке. Коллаген в мясе молодых животных слабо влияет на жесткость. Однако когда животное становится старше, у него коллаген формирует термоустойчивые поперечные связи внутри одной молекулы и межмолекулярные, образуя термоустойчивую пространственную сеть, которая не плавится при варке [4, 6, 7]. Наличие сети коллагеновых волокон делает мясо старых животных жестким независимо от протекания процесса посмертного окоченения. Эта сеть разрушается только при длительной термической обработке во влажной среде, что объясняет, почему именно этот вид обработки необходимо применять для мяса кур, чтобы получить приемлемую степень мягкости.

4.4.3. Пути снижения жесткости мяса

Одним из общепринятых приемов является простое созревание мяса в холодильной камере в течение 3 дней после обвалки [8]. Этого времени достаточно для ослабления мышечной структуры вследствие процессов, вызывающих естественное расслабление мышц. Однако эти три дня могут сократить срок хранения продукта, если только не использовать это время для доставки мяса с предприятия конечному потребителю. Другой способ уменьшения жесткости мяса, отделенного от костей до завершения посмертного окоченения, — это маринование и посол [9]. Эта тема рассмотрена в соответствующих главах. Следует лишь упомянуть, что добавление жидкости, фосфатов и соли к мясу делают его более сочным и менее жестким. За счет жидкости повышается влажность, в то время как фосфаты и соль удерживают ее в мышцах и разрушают часть жесткой белковой структуры, сформированной за счет поперечных связей между нитями. Посмертная электростимуляция — третий способ, который фактически предотвращает процессы, в ходе которых мясо становится жестче, и даже размягчает его [10]. При электростимуляции (которая существенно отличается от оглушения птицы перед убоем) импульс тока сразу после обескровливания проходит через тушку, вишащую на подвеске (рис. 4.4). Ток проходит от заряженной пластины, прижатой к голове, и выходит из тушки в месте контакта ног с металлическим крюком. В зависимости от электрических параметров и продолжительности возможны два эффекта. Первый — импульс вызывает сокращение мышцы, ускоряя высвобождение АТФ и начало посмертного окоченения. Второй — импульс вызывает такие сильные сокращения, что белковые нити просто рвутся, нарушая целостность белковой структуры, ответственной за жесткость мышцы. Важно, что при созревании с использованием этих способов снижается продолжительность созревания до достижения требуемой нежности мяса. Переработчик должен определить предпочтения своего потребителя

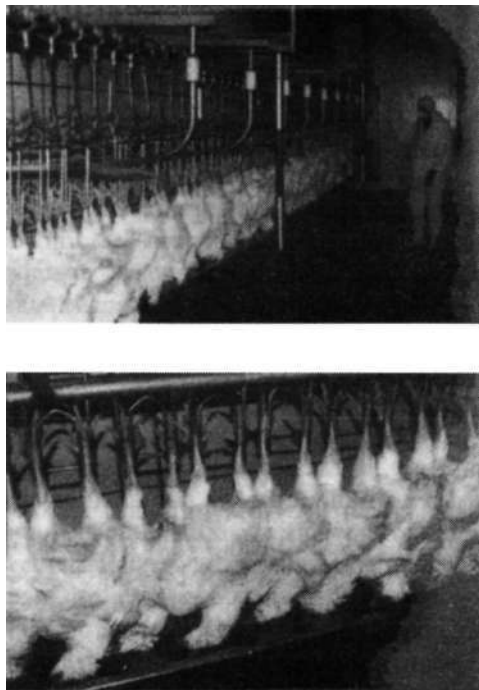


Рис. 4.4. Устройство для послеубойной электростимуляции на птицеперерабатывающем предприятии (А). Крупный план устройства для электростимуляции (Б). Виден контакт голов птиц с заряженной пластиной

и затем выбрать необходимую степень нежности мяса. Далее можно выбирать способ сокращения периода созревания или комбинировать их.

4.5. Контроль размера и однородности порций

Контроль размера порций является важным моментом в общественном питании, сегменте пищевой промышленности, связанном с отелями, ресторанами и другими предприятиями общественного питания. Этот сегмент рынка быстро растет, откликаясь на усиливающееся стремление американского потребителя питаться вне дома. Контроль порций можно рассматривать как попытку установить единые нормы размера порций, их внешнего вида и качества, направленную на то, чтобы каждый покупатель получал одинаковое количество пищи. В результате при буфетном обслуживании уменьшается отбор порций потребителем (остается меньше слишком больших или слишком маленьких кусков), что позволяет более точно осуществлять снабжение продуктами питания и ценовый контроль. Контроль порций важен также и при розничной продаже, поскольку покупатель, желающий приготовить мясо дома, предпочитает кусочки одинаковых размеров из-за простоты в их приготовлении (одинаковое время, температура, способ приготовления) и потребления (одинаковые внешний вид, степень готовности).

Производство частей тушки облегчается естественной пригодностью каждой части в качестве уже готовой порции. Это особенно важно для ресторанов, специализирующихся на жареных продуктах из цыплят (*fried chicken restaurant*), где каждый кусок должен содержать приблизительно одинаковое количество мяса, чтобы клиент получал одинаковое количество продукта независимо от того, какая часть тушки ему досталась. Это было одной из причин внедрения девятикусковой разделки тушки. Грудка промышленного бройлера была непропорционально большой по сравнению с другими частями тушки и поэтому ее нельзя было использовать как отдельную порцию наряду с другими частями. Решение заключалось в разделке грудки на три части и отделении крыла, чтобы включить часть грудного мяса в состав части с крыльями. Эта схема разделки была более равномерной. Далее контроль порций сводится к сортировке тушек по массе в соответствии с требованиями потребителя. Это приводит к тому, что все части данного вида (например, бедро) будут примерно одинакового размера. Весы для взвешивания тушек обычно находятся рядом с конвейером навешивания. Когда подвеска с птицей определенного веса проходит весы, тушка сбрасывается в приемник для разделки на части. Стоит отметить, что сортировать можно и еще живую птицу. Большинство производителей используют определенные породы и (или) осуществляют убой птиц определенного возраста, чтобы большинство тушек соответствовало заданному диапазону массы.

В связи с высокой ценностью и разнообразными возможностями использования филе грудки можно порционировать разными способами. Прежде всего, следует срезать соединительную ткань, пленки и жир с краев. Эта сложная операция в большинстве случаев все еще выполняется вручную (рис. 4.5). В зависимости от количества мышечной ткани такое сырье (обрезь или тримминг) можно использовать при производстве таких реструктурированных продуктов, как наггетсы или котлеты. Конечно, зачистка приводит к увеличению дополнительной стоимости филе, поскольку облегчает его последующую обработку, снижает потери при дальнейшей подготовке порции к кулинарной обработке, а также увеличивает однородность продукта. За счет более высокой цены зачищенного филе покрываются все дополнительные производственные расходы, и образуется прибыль, связанная с удобством обращения

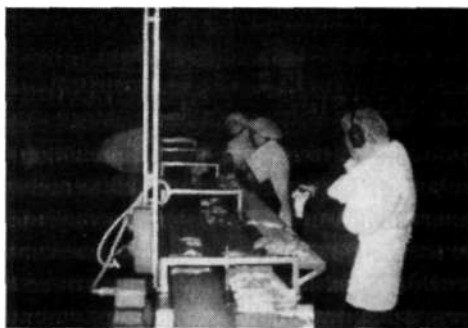


Рис. 4.5. Линия зачистки и порционной сортировки на предприятии, производящем филе грудки

с такой порцией. После зачистки куски филе могут быть рассортированы по массе. Они перемещаются на высокоскоростном конвейере и проходят ряд весов, каждые из которых настроены на определенную массу. Когда кусок соответствующей массы попадает на весы, в компьютер подается сигнал, приводящий в действие рычаг для сбрасывания филе в приемник. Компьютер может также отслеживать производительность и статистику, поскольку получает сигнал о каждом куске филе.

Совершенствование порционирования достигается путем разделения филе вертикальными или горизонтальными разрезами на части меньшего размера. Куски определенной длины, ширины и высоты могут быть нарезаны с помощью комбинации таких разрезов. Вертикальные ножи формируют длину и ширину куска. Эта операция может быть выполнена вручную или, что гораздо быстрее, машиной. В машине используются камера и компьютер, создающий цифровой образ движущегося по конвейеру филе. Учитывая заданные параметры куска желательного размера, компьютер определяет оптимальный способ разреза. Затем компьютер дает команду ножам. Такие устройства обычно оснащены водяными ножами — точно сфокусированными струями воды под большим давлением. Эти струи воды легко проходят через мягкую ткань мышцы. Как правило, таким образом вырезают центральную часть, а края потом используют в реструктурированных изделиях.

Горизонтальная нарезка формирует куски заданной толщины и иногда называется «продольной». Для этой нарезки кусок проходит между двух лент конвейера через горизонтально расположенное лезвие или водяной нож (рис. 4.6). Вторая лента фиксирует кусок для разрезания ножом. Расстояние между лезвием и лентами определяет толщину филе и отрегулировано согласно требованиям заказчика. Часть филе, имеющая исходную поверхность мышцы (от грудины), ценится выше, потому что она почти идентична первоначальной мышце. Куриное филе разрезается вдоль только один раз, тогда как филе индейки может разрезаться вдоль несколько раз в связи с большей толщиной.

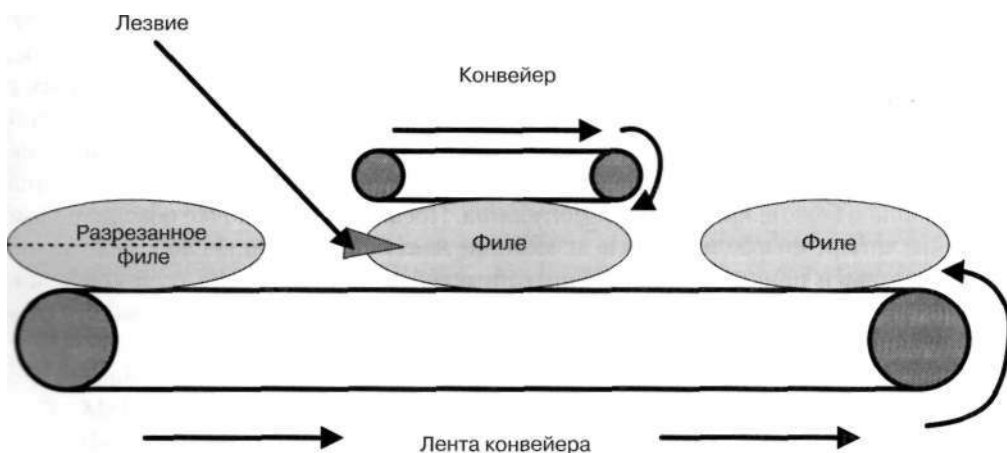


Рис. 4.6. Схема работы станка для продольной нарезки. Показаны конвейерные ленты, движущиеся в противоположных направлениях, и разрезаемый кусок

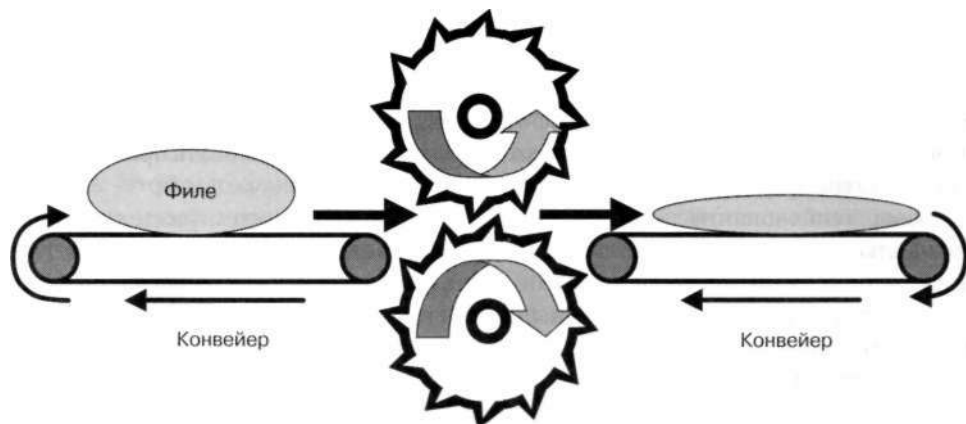


Рис. 4.7. Схема работы машины для раскатывания мяса (или «мощения») с противостоящими валиками, раскатывающими кусок мяса

Конечный этап формирования размеров куска филе — его обработка на станке для раскатывания, которая иногда называется «мощением». Филе проходит между двумя близко расположенными цилиндрическими валиками с выступами на поверхности (рис. 4.7). Филе сдавливается между валиками, которые раскатывают его, уменьшая толщину и увеличивая длину и ширину куска. Выступы протыкают соединительную ткань эпимизия, увеличивая площадь поверхности для впитывания рассола и улучшая нежность в результате физического нарушения целостности структуры мышцы.

Помимо однородности размера, важной задачей при переработке мяса является также однородность цвета. Генетические особенности, предубойный тепловой стресс и скорость охлаждения могут вызвать бледность мяса и уменьшение его влагоудерживающей способности [11-14]. На некоторых предприятиях при сортировке бледные филе не допускаются к дальнейшей переработке, поскольку их низкие функциональные характеристики могут стать причиной вариаций качества продукции. Мясо *PSE* {*pale, soft, exudative* — бледное, мягкое, водянистое) и *DFD* {*dark, firm, dry* — темное, плотное, сухое) представляет собой два аномальных состояния мяса, связанных с обменом веществ в мышцах [4]. Изменения цвета мяса также важны при розничной торговле филе грудки в упаковке [15,16]. Кроме состояний *PSEwDFD*, на изменение цвета мяса также может влиять концентрация пигментных мышечных белков типа миоглобина и белков крови типа гемоглобина. Поскольку в упаковке обычно рядом уложены четыре или больше филе, изменение цвета одного или нескольких кусков очень заметно и приводит к отказу потребителей от приобретения всей упаковки. Многие производители сортируют филе по цвету, укладывая однородные куски в одну упаковку.

Выводы

При вторичной переработке, в отличие от участка первичной переработки, используется значительное количество ручного труда для осуществления операций разделки,

зачистки и порционирования. Тем не менее в результате вторичной переработки происходит значительное повышение стоимости продукта и, таким образом, на этом этапе образуется значительная часть прибыли предприятия. Производство отдельных частей и филе грудки является основным направлением деятельности современных перерабатывающих предприятий и представляет собой превосходный пример формирования дополнительной стоимости. В птицеперерабатывающей промышленности постоянно возрастает значение контроля массы порций, поскольку тушки птицы легко можно превратить в отдельные порции и бескостные филе, готовые для потребления. Необходимо помнить, что при более высокой оплате продукта высокого класса потребитель ожидает, что уровень качества и консистенции этого продукта также будет высококлассным, т. е. «восприимчивость потребителя к качеству» очень велика.

Литература

1. de Fremery, R., Pool, M. R. Biochemistry of chicken muscle as related to rigor mortis and tenderization // *Food Res.*, 1960, 25, 73.
2. Hirscher, E. M., Sams, A. R. Commercial-scale electrical stimulation of poultry: the effects on tenderness, breast meat yield, and production costs // *Appl. Poult. Res.*, 1997, 7, 99.
3. Hamm, R. Post mortem changes in muscle with regard to processing of hot-boned beef // *Food Technol.*, 1982, 36(11), 105.
4. Lawrie, R. A., Meat Science — 5th ed. — Pergamon Press, New York, 1991.
5. Dunn, A. A., Kilpatrick, D. J., Gault, N. F. S. Contribution of rigor shortening and cold shortening to variability in the texture of pectoralis major muscle from commercially-processed broilers // *Br. Poult. Sci.*, 1995, 36, 401.
6. Nakamura, R., Sekoguchi, S., Sato, Y. The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens with different ages // *Poult. Sci.*, 1975, 54, 1604.
7. Light, N. D., Bailey, A. J. Molecular structure and stabilization of the collagen fibre // *Biology of Collagen* / Vudik, A., Vuust, J., eds. — New York, Academic Press, 1980.
8. McKee, S. R., Hirschler, E. M., Sams, A. R. Physical and biochemical effects of broiler breast tenderization by aging after pre-rigor deboning // *Food Sci.*, 1997, 65(5), 959.
9. Lyon, C. E., Lyon, B. C., Dickens, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat // *Appl. Poult. Res.*, 1998, 7, 53.
10. Sams, A. R. Commercial implementation of postmortem electrical stimulation // *Poult. Sci.*, 1999, 78, 290.
11. McKee, S. R., Sams, A. R. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat // *Poult. Sci.*, 1997, 76, 1616.
12. McKee, S. R., Sams, A. R. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 169.

13. Wang, L.-J., Byrem, T. M., Zarosley, J., Booren, A. M., Strasburg, G. M. Skeletal muscle calcium channel ryanodine binding activity in genetically unimproved and commercial turkey populations // *Poult. Sci.*, 1999, 78, 792.
14. Owens, C. M., McKee, S. R., Matthews, N. S., Sams, A. R. The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening // *Poult. Sci.*, 2000, 79, 430.
15. Boulianne, M., King, A.J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast // *Poult. Sci.*, 1995, 74, 1693.
16. Alien, C D., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K., Russell, S. M. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 361.

Дополнительная литература

Stadelman, W.J, Olson, V.M., Shemwell, G.A., Pasdi, S. *Egg and Poultry-Meat Processing* — Chichester, England: Ellis Horwood Ltd., 1988.

Mountney, G.J., and Parkhurst, C. R. *Poultry Products Technology* — 3rd ed. — Binghamton, New York: The Haworth Press, Inc., 1995.

Lawrie, R.A. *Meat Science* — 5th ed. — Elmsford, New York: Pergamon Press, Inc., 1991.

Muscle Foods: Meat, Poultry, and Seafood Technology // Kinsman, D.M., Kotula, A.W., Breidenstein, B.C., eds. - New York: Chapman & Hall, 1994.

Poultry Meat Science, Poultry Science Symposium Series / Richardson, R. I. and Mead, G. C, eds. - Vol. 25. - Oxon, U.K.: CABI Publishing, 1999.

Processing of Poultry / Mead, G. C, ed. — New York: Elsevier Science, 1989.

5. Экспертиза и классификация мяса ПТИЦЫ

Сацит Ф. Билжлили

Введение

Служба контроля безопасности пищевых продуктов (*Food Safety and Inspection Service — FSIS*) и Служба сельскохозяйственного маркетинга (*Agricultural Marketing Service — AMS*) — два подразделения Министерства сельского хозяйства США, в соответствии с законодательством осуществляющие надзор за ветеринарно-санитарной экспертизой и классификацией мяса птицы. Экспертиза птицы в США включает в себя осмотр каждой особи для оценки ее пригодности в качестве пищевого продукта и соответствия санитарным нормам, надзор за подготовкой, убоем, переработкой, упаковкой и маркировкой продуктов из птицы на соответствующих предприятиях. Экспертиза птицы, предназначенной для внешней торговли, является обязательной, связанные с этим затраты оплачиваются Министерством сельского хозяйства США.

С другой стороны, классификация представляет собой оценку птицы и продуктов из нее, а также их сортировку на группы по состоянию и показателям качества. Поскольку классификация является добровольной и производится за счет изготовителя продукта, птицеперерабатывающие предприятия могут устанавливать свои собственные стандарты качества (т. е. заводские сорта). Услуги по классификации, оказываемые Службой сельскохозяйственного маркетинга, осуществляются на основе национальных критериев качества с использованием подготовленного персонала и систем классификации Министерства сельского хозяйства США.

Федеральные стандарты и нормы качества и безопасности пищевых продуктов, которые распространяются на продукты из мяса и птицы, очень сильно изменились с момента их принятия. Скорее всего, они будут изменяться и в дальнейшем в связи с развитием производства продуктов из мяса и птицы, изменением их свойств, а также для отражения запросов потребителя.

5.1. Экспертиза мяса и птицы — историческая справка

Люди использовали мясо животных в пищу с древнейших времен. Многие древние культы и религии запрещали потребление мяса определенных видов животных. В большинстве древних цивилизаций убой и переработка животных регулировались, проводилась проверка мяса [1]. В Европе, начиная с 12 в., потребление мяса от больных и зараженных животных считалось опасным и было запрещено. Хотя в древних европейских государствах продажа поврежденного или испорченного мяса считалась серьезным нарушением, первый закон, регламентирующий инспекцию мяса, был издан только в 1835 г. в Англии.

В колониальный период в США производство и продажа мяса сельскохозяйственных животных относились к местной промышленности. Инспекция мяса была в зачаточном состоянии и осуществлялась фермерами, мясниками и потребителями. С ростом населения и увеличением размера поселений увеличивалась рыночная дистанция между производителем и потребителем. Развитие транспортных систем активизировало развитие торговли между штатами и экспорт мяса и мясных продуктов. В начале 1880-х гг. европейцы считали американское мясо вредным и ограничивали его импорт [2].

Первым законом по экспертизе мяса в США стал Закон об экспертизе мяса (*Meat Inspection Act*), вступивший в силу в 1890 г. и разработанный прежде всего в целях восстановления доверия европейцев к американской говядине — чтобы гарантировать соответствие экспортируемых продуктов европейским требованиям. В этом Законе была предусмотрена ограниченная экспертиза экспортируемого мяса и, несмотря на дальнейшие поправки в 1891 и 1895 г., она не повлияла на восстановление доверия на экспортном рынке. Многие зарубежные правительства продолжали отклонять экспертные документы США на экспортируемое мясо [3].

Антисанитарное состояние мясоперерабатывающих заводов Чикаго, описанное в книге Эптона Синклера в романе «Джунгли» [4], вызвало у общественности озабоченность условиями переработки мяса. В результате федерального расследования, предпринятого по инициативе Теодора Рузвельта, Конгресс принял в 1906 г. новый Закон об экспертизе мяса. Этот Закон, представлявший собой один из первых национальных документов по защите потребителя, предусматривал обязательную экспертизу мяса и мясных продуктов, поставляемых в другие штаты и страны. Данный документ устанавливал, помимо необходимых санитарно-гигиенических требований для предприятий, обязательное проведение ветеринарного осмотра крупного рогатого скота, свиней и мелкого рогатого скота в момент их убоя на наличие заболеваний, а также экспертизу изготовленных продуктов на наличие вредных добавок и оценку правильности и точности маркировки.

В начале 1900-х гг. птицеперерабатывающая промышленность в США была развита крайне слабо и представляла собой побочное занятие фермеров, выращивающих птицу для личного потребления. Цыплята и индейки выращивались на маленьких фермах и продавались на местных рынках либо в живом виде, либо в виде тушек. Поскольку птица считалась неполноценным мясным продуктом, действие законодательства 1906 г. на нее не распространилось. Не существовало стандартизированных

методов производства, убоя и маркетинга домашней птицы и продуктов из нее. Потребность населения в мясе птицы легко удовлетворялась мелкими фермерскими хозяйствами. Обычно птицу продавали в живом виде или обработанной нью-йоркским способом (с удалением только крови и оперения), затем хозяйки в домашних условиях обрабатывали и осматривали ее на наличие признаков патологии, брака или других дефектов [5].

По мере увеличения производства и потребления продуктов из птицы покупатели начали требовать проведения ветеринарно-санитарной экспертизы живой и забитой птицы. В то время Нью-Йорк был основным центром продажи птицы. Эпидемия птичьего гриппа заставила Ассоциацию торговцев живой птицей г. Нью-Йорка проводить с 1924 г. регулярные осмотры живой птицы [2]. Необходимость иметь гарантию доброкачественности продуктов из птицы заставила многие города, округа и штаты учредить свои собственные программы ветеринарно-санитарной экспертизы. В 1926 г. по соглашению между Министерством сельского хозяйства США, Ассоциацией торговцев живой птицей и Большой торговой палатой по живой птице г. Нью-Йорка была учреждена Федеральная служба ветеринарно-санитарной экспертизы птицы (*Federal Poultry Inspection Service — FPIS*), задачами которой были поддержка местных властей и осуществление программ по экспертизе птицы. Поскольку основная часть домашней птицы поставлялась обработанной нью-йоркским способом, экспертиза осуществлялась по месту доставки товара. Федеральная служба была уполномочена проводить добровольный послеубойный осмотр своими силами и обеспечивать экспертизу потрошеной птицы по просьбе розничных торговцев. Эта служба также выдавала сертификаты доброкачественности на консервированные продукты из птицы по требованию местных и зарубежных правительств. Добровольная программа ветеринарно-санитарной экспертизы птицы была разработана Министерством сельского хозяйства США в 1927 г., когда существовало только одно предприятие по убою птицы. В 1938 г. убой птицы на промышленных предприятиях был ограничен в результате распространения практики убоя птицы на фермах [6].

Вторая мировая война привела к увеличению спроса на продукты из птицы со стороны армии. Военное ведомство направило в Министерство сельского хозяйства США просьбу осуществлять экспертизу и сертификацию птицы на соответствие его запросам. Поскольку приоритеты сместились от живой птицы к обработанной нью-йоркским способом, а затем и к птице, готовой для кулинарной обработки, Министерство сельского хозяйства пересмотрело свои программы экспертизы и сертификации. Осмотр на месте доставки не подходил для птицы, готовой для кулинарной обработки, так как не учитывал оценку условий убоя и разделки. Потребности армии в птице удовлетворялись предприятиями, на которых все условия соответствовали нормам производства, установленным военными [5]. Впоследствии Министерство сельского хозяйства обязало перерабатывающие и консервные заводы использовать в производстве только ту обработанную нью-йоркским способом птицу, которая была закуплена на предприятиях, соответствующих всем санитарным требованиям министерства.

Совершенствование и стандартизация порядка проведения предубойной и послеубойной экспертизы в цехах первичной переработки усилили тенденцию к объединению первичной обработки и потрошения на едином предприятии. В это время

деятельность Федеральной службы ветеринарно-санитарной экспертизы птицы, направленная на обеспечение гарантий доброкачественности продуктов из птицы и их продвижение на рынке, была ограничена [5].

В 1957 г. в рамках реализации Закона об экспертизе продуктов из птицы (*Poultry Products Inspection Act — PPIA*) Конгресс США установил обязательную программу осмотра птицы. Термин «птица» распространялся на любую живую или битую домашнюю птицу: цыплят и кур, индейку, уток, гусей, цесарок. Дикие птицы — голуби и ратиты (т. е. страусы эму и нанду) — не попадали в эту категорию. В соответствии с этим Законом при межгосударственной и внутренней торговле было необходимо проведение нескольких видов экспертизы птицы и продуктов из нее [5]:

- осмотр птицы до убоя (прижизненная экспертиза);
- экспертиза каждой тушки после убоя и перед переработкой;
- оценка санитарно-гигиенического состояния производства;
- оценка всего процесса убоя и переработки;
- проверка полноты и достоверности информации, содержащейся в маркировке продукта;
- осмотр импортируемых продуктов из птицы в пункте прибытия.

Ответственность за внедрение Закона об экспертизе продуктов из птицы была возложена на Службу сельскохозяйственного маркетинга, курирующую программу добровольной экспертизы. Закон о гуманном убое (*Humane Slaughter Act*) от 1958 г. предусматривал ряд требований для осуществления гуманного убоя животных, использующихся при производстве продуктов для поставки государственным агентствам. В 1962 г. Конгресс одобрил Закон Талмаджа-Айкена (*Talmadge-Aiken Act*), устанавливающий порядок совместной работы, в соответствии с которым государственным служащим предоставлялась возможность осуществлять экспертизу приблизительно на 300 предприятиях. Эти предприятия считались «прошедшими государственную инспекцию» и, таким образом, имели право поставлять свою продукцию в другие штаты.

Закон о доброкачественности мяса (*Wholesome Meat Act*) 1967 г. стал первой большой поправкой, внесенной в Закон об экспертизе мяса. Этот закон расширял возможности экспертизы и ужесточал требования к мясным продуктам при торговле между штатами. Он также усиливал регламентацию импортируемого мяса и устанавливал совместную государственно-региональную программу экспертизы, в соответствии с которой Министерство сельского хозяйства США предоставляло другим учреждениям право проведения экспертизы при условии, что их требования «по меньшей мере равны» федеральным. В то время около 16% перерабатываемой птицы не проходили осмотр, поскольку их реализация осуществлялась в пределах штата, а в 31 штате еще не были введены собственные программы экспертизы птицы. В соответствии с законом о доброкачественности продуктов из птицы (*Wholesome Poultry Products Act*) 1968 г. требовался осмотр фактически всей продаваемой птицы, на которую распространялось действие либо государственной, либо региональных программ по ветеринарно-санитарной экспертизе. Этот закон предусматривал со стороны федеральных властей оказание технической помощи и до 50% финансирования фондов, участвующих в инспекционных программах. В случае решения какого-либо

штата прекратить действие своих программ экспертизы или несоответствия уровня экспертизы стандартам Министерства сельского хозяйства США ответственность за проведение экспертизы должна была принять на себя Служба контроля безопасности пищевых продуктов. Закон о доброкачественности продуктов из птицы внес коррективы в Закон об экспертизе продуктов из птицы, но не изменил процедур федеральной предубойной и послеубойной экспертизы. Законодательство по экспертизе птицы существенно не менялось с 1968 г., несмотря на значительное увеличение количества птицы, подлежащей экспертизе (табл. 5.1).

Таблица 5.1. История развития ветеринарно-санитарной экспертизы на птицеперерабатывающих предприятиях США [5]

Год	Количество предприятий	Живой вес птицы, прошедшей экспертизу, тыс. т
1927	1	
1928	7	1,5
1940	35	34,5
1954	260	454
1958	268	908
1964	201	3 000
1975	154	6 220
1981	371	9 080
1988	528	11 800
1991	508	15 500
1996	459	20 000

В 1978 г. в соответствии с Законом о гуманных методах убоя предыдущие законодательные акты о ветеринарно-санитарной экспертизе были дополнены требованием проведения экспертизы и сертификации только мяса, полученного при гуманном убое домашнего скота. Действие этого закона распространялось на предприятия, инспектируемые государственными службами, и на зарубежные предприятия, экспортирующие свою продукцию в США. Однако следует отметить, что птица и продукты из птицы не попадали под действие этого закона.

Служба контроля безопасности пищевых продуктов была учреждена в рамках Министерства сельского хозяйства США в 1981 г. в целях объединения контроля мясной и птицеперерабатывающей отраслей промышленности. С тех пор экспертиза мяса и птицы проводилась под эгидой Службы контроля безопасности пищевых продуктов.

Эффективность обязательной органолептической экспертизы каждой птицы часто подвергалась сомнению группами потребителей, промышленным и научным сообществом. В начале 1980-х гг. Служба контроля безопасности пищевых продуктов вышла в адрес Национального научно-исследовательского совета (*National Research Council — NRC*) с просьбой оценить научную основу программ ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и птицы. Отчеты совета, опубликованные в 1985 г. [7], и отдельно

по мясу птицы — в 1987 г. [8], по существу рекомендовали разработать программы экспертизы мяса и птицы на основе анализа рисков для обеспечения защиты здоровья потребителей.

В 1986 г. Конгресс передал полномочия по организации и проведению экспертизы Службе контроля безопасности пищевых продуктов, что позволило ей устанавливать вид и порядок проведения экспертизы на перерабатывающих заводах в соответствии с показателями работы предприятия, квалификацией руководства и типом продукции. Внедрение Системы контроля предприятий по результатам их деятельности *{Performance Based Inspection System — PBIS}* позволило компьютеризировать экспертизу и определять расписание и нормативы для каждого предприятия и отдельных технологических процессов на основе анализа рисков. Деятельность каждого предприятия отражалась в документации в соответствии с руководством по классификации дефектов.

В 1988 г. был учрежден Национальный Консультативный комитет по микробиологическим критериям оценки пищевых продуктов *{National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods — NACMCF}*, а в 1990 г. — Национальный Консультативный комитет по экспертизе мяса и птицы *{National Advisory Committee on Meat and Poultry Inspection — NACMPI}*. В задачи этих организаций входило оказание консультаций и рекомендаций министру сельского хозяйства по проблемам, связанным с микробиологическими критериями и программами экспертизы, а также оценка безопасности и доброкачественности мяса и птицы [9, 10].

- Значительной вехой в работе Национального научно-исследовательского совета было утверждение 26 июля 1999 г. окончательной редакции требований Министерства сельского хозяйства по снижению контаминации патогенными микроорганизмами *{Pathogen Reduction}* и системы *НАССР {Hazard Analysis and Critical Control Points}* — анализ рисков и критических контрольных точек) [11]. Согласно новым правилам, вводимым поэтапно с 1997 по 2000 г., каждое мясо- и птицеперерабатывающее предприятие должно было разработать и утвердить план внедрения системы *НАССР*, предусматривающий систематическое выявление всех существенных рисков и опасностей, связанных с производством. В целях снижения уровня сальмонеллы в сыром мясе и птице были также введены нормативы на этот микробиологический показатель. Помимо утверждения и внедрения санитарно-гигиенических стандартов (СГС) на условия производства *{Sanitation Standard Operating Procedures — SSOP}*, также требовалось проведение микробиологических исследований на *Escherichia coli* в целях мониторинга процесса контроля и проверки эффективности действий по снижению фекального загрязнения в процессе убоя [12]. Масштабы этой системы контроля предприятий в 1996 г. были расширены до национального уровня, предусматривалось введение компьютерной системы для организации экспертиз, планирования графика инспекций, и ведения записей о технических нарушениях на каждом предприятии. Также в целях усиления соответствия предприятий законодательным требованиям была внедрена система прогрессивных принудительных мер *{Progressive Enforcement Action — PEA}* — система контроля деятельности предприятия, предусматривающая все более жесткие средства принудительного воздействия.

5.2. Экспертиза птицы

Служба контроля безопасности пищевых продуктов внедрила в действие инспекцию в рамках Положений по экспертизе птицы (*Poultry Inspection Regulations*), (ч. 381.1-381.311). Эти детально проработанные Положения обязательны для выполнения и имеют силу закона. Они были созданы для решения четырех основных задач:

1. Обработка птицы с соблюдением всех санитарных условий и на аккредитованном заводе.
2. Обязательный осмотр птицы на доброкачественность (т. е. на пригодность для употребления в пищу).
3. Отсутствие фальсификации.
4. Правильная маркировка (полная и достоверная).

Полный перечень обязанностей службы контроля безопасности пищевых продуктов, выполнение которых обеспечивается деятельностью национальной сети ветеринаров и инспекторов, включает в себя следующие пункты [12]:

- предубойный и послеубойный осмотр птицы и других животных, предназначенных для производства продуктов питания и других изделий;
- проведение исследований микробиологических, химических и других необходимых показателей, а также выявление патологии в продуктах из мяса и птицы в целях обнаружения болезней, инфекций, примесей, лекарственных препаратов, посторонних химических веществ и других загрязнений;
- выполнение необходимых действий, включая сохранение, задержку или принудительное изъятие мяса, птицы и яиц, содержащих загрязнения;
- проведение эпидемиологических исследований для предупреждения опасности для здоровья потребителей и вспышек заболеваний;
- мониторинг эффективности программ ветеринарно-санитарной экспертизы в отдельных штатах и проверка их соответствия федеральным законам;
- внедрение совместных стратегических программ по контролю возможного снижения показателей безопасности пищевых продуктов в процессе переработки животных;
- контроль иностранных систем экспертизы и компаний, экспортирующих мясо, птицу и яйца в США в целях обеспечения соответствия американским стандартам;
- повторная инспекция импортированного мяса и птицы в пунктах прибытия, яиц — в местах назначения;
- предоставление общественности достоверной информации в целях гарантий безопасности мяса, птицы и яиц для переработчиков и потребителей;
- согласование представительства и участия США в работе Комиссии по *Codex Alimentarius*.

В настоящее время в проведении экспертиз задействовано около 8000 инспекторов, программами контроля охвачено свыше 6000 мясоперерабатывающих, птицеперерабатывающих и других предприятий по убою и переработке животных в США. Проверке службой контроля безопасности пищевых продуктов подлежат примерно 250 000 наименований различных продуктов из мяса и птицы, включая **готовые**

пищевые продукты, содержащие свыше 2% термически обработанного мяса птицы или свыше 3% сырого мяса [13].

Существует восемь основных программ экспертизы, выполняемых службой контроля безопасности пищевых продуктов на перерабатывающих заводах в целях защиты жизни и здоровья граждан:

1. Предубойная экспертиза.
2. Послеубойная экспертиза.
3. Конфискация и окончательная утилизация.
4. Санитарный убой и первичная обработка.
5. Охлаждение птицы.
6. Санитарно-гигиенические мероприятия на производстве.
7. Повторная проверка тушек.
8. Остаточное содержание вредных веществ.

5.2.1. Предубойная экспертиза

Инспекторы службы контроля безопасности пищевых продуктов проводят на предприятиях предубойный ветеринарный осмотр животных в целях выявления признаков заболевания или аномального состояния. Большинство компаний способствуют этому процессу, предоставляя службе контроля данные о наблюдаемых ранее заболеваниях, которые могут быть выявлены у птицы убойного возраста. Подозрительные по заболеванию группы птицы отделяются от здоровых, их забой осуществляют в специально отведенных местах. В процессе предубойного осмотра устраняется возможность первичной переработки мертвых и умирающих животных (табл. 5.2). Предубойный осмотр является лишь малой частью всей программы проведения экспертизы службой контроля, так как вследствие вертикальной интеграции почти все бройлеры, производимые в США, выращиваются в тщательно контролируемых условиях.

Таблица 5.2. Контроль процесса убоя птицы федеральными органами ветеринарно-санитарной экспертизы в течение 1999 г. [14]

	Цыплята		Индейки		Утки
	молодые	взрослые*	молодые	взрослые*	
Подвергнуто ветеринарному осмотру, тыс. голов	8 098 247	175 542	263 315	1 951	23 318
Средняя живая масса, кг	2,27	2,36	11,53	12,08	3,00
Конфисковано**, %:					
перед убоем	0,42	1,70	0,26	0,99	0,16
после убоя	1,50	6,10	1,97	6,70	2,20

* Взрослые куры и индейки.

** Количество выражено в процентах от общей живой массы птиц, прошедших ветосмотр.

2.2. Послеубойная экспертиза

соответствии с законодательством каждая птица, забитая на предприятиях, имеющих государственную аккредитацию, должна пройти ветеринарно-санитарную экспертизу. Инспекторы службы контроля безопасности пищевых продуктов осматривают внешние и внутренние поверхности тушек и внутренние органы после прошения в целях обнаружения загрязнений и признаков заболеваний, при наличии которых вся тушка или ее части признаются непригодными к употреблению (абл. 5.2). Ветеринарные врачи наблюдают за деятельностью инспекторов, чтобы обеспечить единый подход к проверкам, и проводят экспертизу в случае обнаружения признаков заболеваний.

В настоящее время существуют три системы ветеринарно-санитарной экспертизы, применяемые на птицеперерабатывающих заводах:

- система поточного осмотра (*Streamlined Inspection System — SIS*) позволяет добиться максимальной производительности линии потрошения 70 птиц в минуту; на линии требуются два инспектора (каждый осматривает разных птиц);
- новая ускоренная система (*Nezv Enhanced Line Speed — NELS*) позволяет добиться максимальной производительности линии потрошения 91 птица в минуту; на линии требуются три инспектора (каждый инспектор осматривает каждую третью птицу);
- две новые системы потрошения, одобренные службой контроля безопасности пищевых продуктов: *Maestro* (птицеперерабатывающий завод фирмы «Мег/п», Гейнсвилль, Джорджия) и *Nu-Tech (Stork Gamco, Inc.,* Гейнсвилль, Джорджия), а также *Sani-Vis (Johnson Food Equipment Inc.,* Канзас-Сити, штат Канзас), находящаяся на стадии опытной проверки службой контроля, позволяют увеличить скорость потрошения до 140 птиц в минуту; на линии требуются четыре инспектора (каждый инспектор осматривает каждую четвертую птицу).

При всех этих системах потрошенная тушка и ее внутренние органы должны быть расположены таким образом, чтобы их можно было быстро, но тщательно осмотреть. Сухожилия должны быть перерезаны для осмотра так, чтобы можно было осмотреть синовиальные мембраны и сухожилия. На линиях потрошения внутренние органы не отделяют от тушки, чтобы облегчить осмотр. Однако при работе по системам *SIS* и *NELS* тушка и ее внутренние органы должны быть представлены для осмотра определенным образом. Для облегчения осмотра рабочие завершают механический процесс потрошения, отделяя внутренние органы от прилегающих жировых тканей и открывая полость тушки для облегчения осмотра. Новые системы потрошения предусматривают отделение внутренних органов от тушки для снижения вероятности загрязнения содержимым пищеварительного тракта. В этом случае внутренние органы размещают для осмотра на поддоне или подвешивают на крюке параллельно тушке. Новые системы потрошения значительно сокращают трудозатраты, так как отделение внутренностей исключает необходимость присутствия человека на каждом пункте ветеринарного осмотра. В зависимости от используемой системы механические устройства — селекторы — отбирают каждую вторую, третью или четвертую тушку и ее «» и напоявляют их на соответствующий пункт контроля.

Инспекторы, работающие на линии, имеют в своем распоряжении помощника для удаления забракованных тушек, их частей и внутренних органов с конвейера для ветеринарного осмотра, отделения загрязненных (содержимое кишечника, фекалии, желток, желчь) и частично пригодных тушек с последующей маркировкой и зачисткой, а также для регистрации причин конфискации целой тушки в учетной ведомости по каждой партии. Тушки и внутренние органы, оставшиеся на конвейере, считаются прошедшими экспертизу. После удаления при помощи машин или вручную потрохов (сердце, печень, и желудок) тушки проходят последний участок обработки, где рабочие зачищают тушки, удаляя отмеченные части с обнаруженными дефектами, такими как грудные намыны, сломанные или смещенные кости, геморрагические изменения цвета кожи и синяки, кожные воспаления и т. д.

Существующие правила проведения экспертизы содержат подробное описание условий (т. е. расположения пунктов ветеринарно-санитарного осмотра (рис. 5.1), механизмов, контролирующих скорость конвейера, способов размещения тушки для осмотра, средств для ручной мойки и регистрации и т. д.) проведения послеубойного осмотра тушки. На пакеты и контейнеры для транспортировки птицы и продуктов из птицы, прошедших федеральную экспертизу, должен быть нанесен штамп экспертизы Министерства сельского хозяйства США (рис. 5.2).

5.2.3. Ветеринарно-санитарная оценка и окончательная переработка

Классификация тушек по результатам послеубойной экспертизы:

1. Прошедшие экспертизу — тушки и (или) внутренние органы без очевидных признаков заболевания или дефектов остаются на конвейере, до охлаждения возможна дополнительная зачистка и удаление дефектных частей для соответствия требованиям, предъявляемым к продуктам, готовым к кулинарной обработке.
2. Зачищенные (вымытые) и прошедшие осмотр — тушки с ограниченными или местными повреждениями, которые либо зачищаются помощником инспектора, либо маркируются для последующей зачистки на конвейере. Тушки с ограниченным участком патологии (умеренный аэросаккулит и целлюлит) и загрязнениями (желчь, желток или содержимое пищеварительного тракта) обычно маркируются, удаляются с конвейера и навешиваются на отдельной линии для зачистки. Зачистка этих тушек выполняется вне конвейера, после чего тушки до охлаждения должны пройти повторную экспертизу (рис. 5.3) [15].
3. Изъятые для осмотра ветеринаром — тушки с подозрительными повреждениями изымаются на пункте ветеринарно-санитарного осмотра для оценки ответственным инспектором.
4. Признанные полностью непригодными тушки [16-18] — признанные непригодными тушки регистрируются в учетных ведомостях и подразделяются на тушки с прижизненными патологиями или с дефектами, полученными в процессе переработки на предприятии.

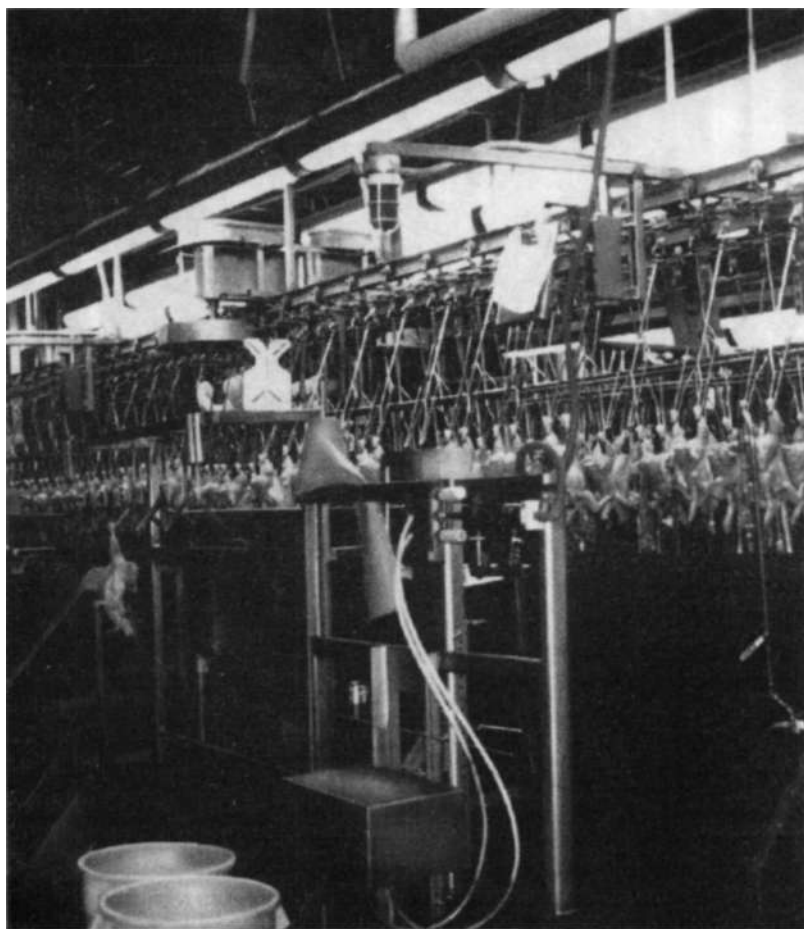


Рис. 5.1. Пункт ветеринарно-санитарного осмотра с тушками, навешенными спиной вперед и оставленными для дальнейшей экспертизы; на переднем плане — емкости для «сао». над подвесками находится устройство регистрации частоты появления дефектов



Рис. 5.2. Штамп экспертизы Министерства сельского хозяйства США

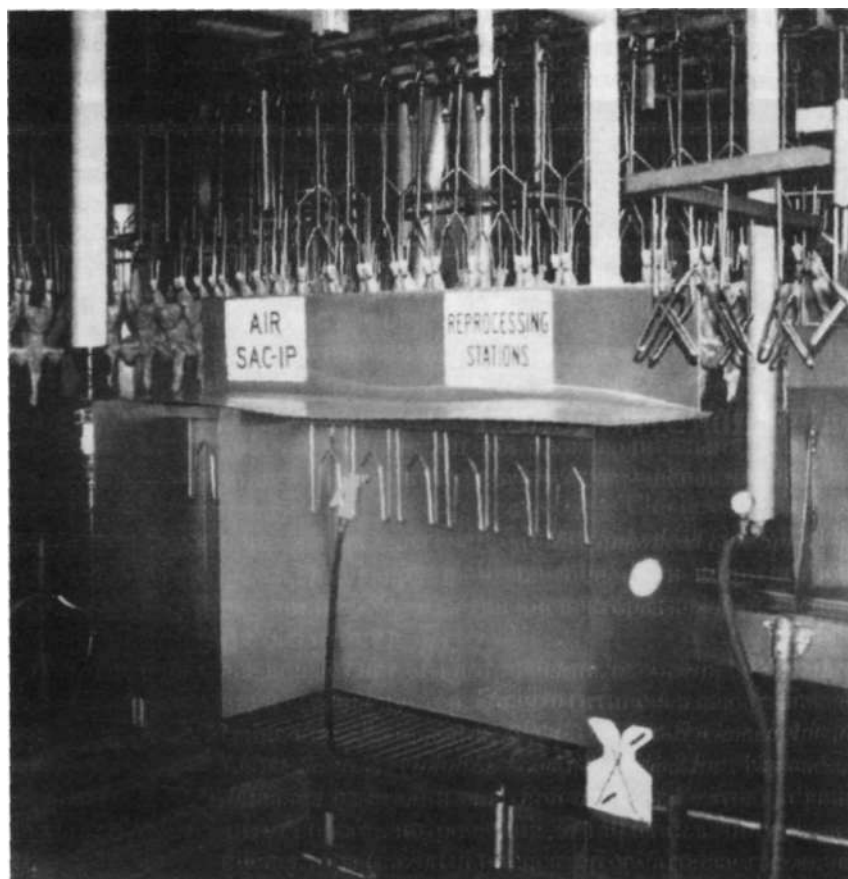


Рис. 5.3. Внеконвейерная станция повторной обработки с кабиной для обмывания Туі под душем и контейнерами для пригодных частей (на переднем плане)

Признание тушек полностью непригодными в результате прижизненных тологни:

Туберкулез: признание тушек бройлеров непригодными по этому заболеванию происходит крайне редко в связи с их молодым возрастом. Изредка туберкулез наруживается у более старшей птицы.

Лейкоз: это состояние обычно связано с развитием опухолей в результате болезни Марек, вызываемой вирусом герпеса (рис. 5.4). Болезнь Марек может проявляться в виде опухолей внутренних органов (селезенка, печень, органы размножения, т. е. цы, кости и нервы) и кожи (увеличение фолликул пера в связи с лимфоцитарной инфильтрацией).

Сепсис (токсемия): основной причиной признания тушек непригодными являются выраженные признаки поражения системным заболеванием. Зараженные тушки обычно бывают истощены в результате значительной потери мышечной и приобретают синюю или темную окраску в связи с обезвоживанием. Как пра



Рис 5.4. Лейкоз проявляется в виде опухолей печени

жировые пласты имеют коричневый цвет и могут включать точечные кровоизлияния вокруг коронарной области сердца.

Аэросаккулит: в дыхательной системе и воздушных мешках тушек птиц, подверженных этому заболеванию, имеются эксудат или гнойники. Тушки с признаками системной болезни признаются непригодными (рис. 5.5).

Синовит: признаками синовита являются покрасневшие, воспаленные и раздутые скакательные суставы тушек, особенно с эксудатом. Птицы с увеличенными или разорванными сухожилиями, при наличии зеленоватого оттенка в этой области или без него, обычно классифицируются как больные тендонитом или теносиновитом. Независимо от их состояния пораженные ноги птиц обычно удаляют. Целые тушки признаются непригодными только в явных случаях полного поражения (рис. 5.6).

Целлюлит: целлюлит или инфекционный процесс представляет собой воспаление ткани, лежащей под кожей птицы. Повреждения обычно локализованы, находятся в



Рис. 5.5. Аэросаккулит проявляется в виде мутной мембраны воздушного мешка

тазовой области тушки и могут быть удалены. Полностью непригодными признаются только тушки с диффузными повреждениями (рис. 5.7).

Опухоли: наиболее часто встречающейся у молодых цыплят опухолью является плоскоклеточная карцинома — разновидность рака, которая фактически регрессирует с возрастом. Опухоли имеют вид воронок, остающихся на коже после удаления перьев. В настоящее время тушки с двумя или более такими опухолями признаются непригодными (рис. 5.8).

Ушибы: свежие или старые кровоизлияния (ушибы) обычно удаляются еще на конвейере. Полностью непригодными признаются только тушки с обширными кровоизлияниями.



Рис. 5.6. Синовит проявляется в виде мутных жидких скоплений в скакательном суставе

Признание тушек полностью непригодными в результате производственных дефектов:

Трупы: птицы, смерть которых наступила не в результате обескровливания на конвейере. Их тушки и внутренние органы имеют вишнево-красный цвет и могут иметь неприятный запах. Обычно кровь скапливается в нижних отделах тушки, то есть в шейной части.

Загрязнения и увечья: полностью непригодными признаются тушки, загрязненные различными посторонними веществами (масло, краска, смазка и т. д.), чрезмерно загрязненные содержимым пищеварительного тракта, что не позволяет провести осмотр, поврежденные оборудованием и не имеющие частей, поддающихся зачистке, а также упавшие с конвейера.

Перешпарка: тушка с обваренными участками белого цвета в толще грудных мышц. Данный дефект обычно образуется в результате остановки конвейера из-за механических проблем или поломки оборудования.



Рис. 5.7. Целлюлит или инфекционный процесс проявляется в виде образования язв между кожей и грудной мышцей

5.2.4. Санитария убоя и обработки

Предотвращение загрязнения тушек содержимым пищеварительного тракта или попадания фекальных масс на поверхность мяса является наиболее важным аспектом убоя и первичной переработки птицы с соблюдением санитарных норм. Инспекторы службы контроля безопасности пищевых продуктов проводят мониторинг процессов снятия оперения и потрошения, направленный на обеспечение минимального загрязнения продукта. Тушки, загрязненные посторонними веществами, удаляются с конвейера потрошения на пунктах контроля и отправляются на отдельный участок для переработки. Такие тушки должны быть повторно обработаны путем вакуумирования, зачистки и ополаскивания водой, содержащей 20 мг/л хлора, а также подвергнуты

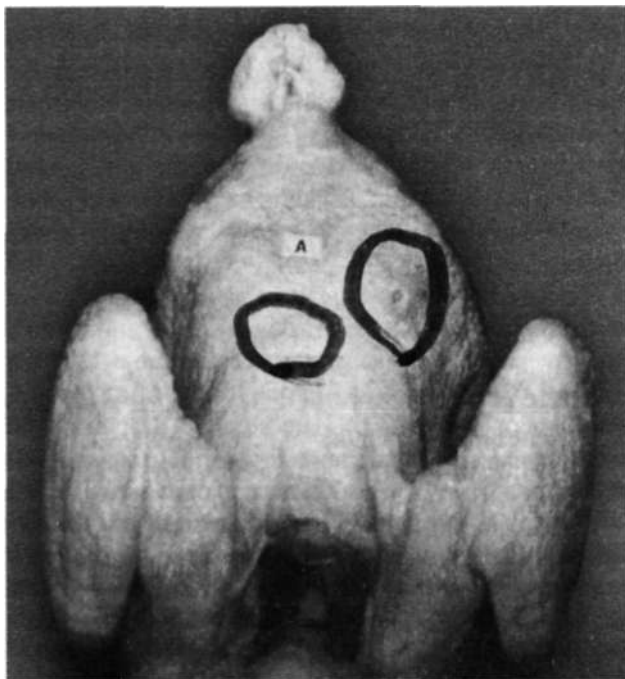


Рис. 5.8. Плоскоклеточная карцинома (обведена кругами) на поверхности кожи

повторному ветеринарному осмотру до охлаждения. Служба контроля безопасности пищевых продуктов не так давно изменила стандарты на готовую продукцию в целях внедрения политики «нулевой фекальной контаминации» тушек, поступающих на охлаждение [19].

5.2.5. Охлаждение птицы

Тушки, предназначенные для производства продуктов, готовых к кулинарной обработке, после осмотра, потрошения и удаления признанных непригодными участков, быстро охлаждают в иммерсионных холодильных установках, чтобы предотвратить рост бактерий. Температура в толще мяса должна понизиться до $4,4^{\circ}\text{C}$ в течение 4 ч для бройлера массой 1,8 кг, 6 ч (массой от 1,8 до 3,6 кг) и 8 ч (для бройлера или индейки массой более 3,6 кг) за исключением тех случаев, когда тушки замораживают или сразу же направляют на кулинарную обработку. Такая же процедура применяется по отношению к потрохам (сердце, печень, желудок и шейки): они должны охлаждаться в отдельных иммерсионных холодильных установках до температуры ниже $4,4^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч. Кроме того, представители службы контроля ведут постоянное наблюдение за уровнем воды в емкостях для охлаждения и шпарильных чанах (соответственно 11,5 и 7,5 л на каждую поступающую птицу), за температурой холодной воды и охлаждаемого продукта, а также регулируют степень поглощения влаги. Допустимые уровни влагопоглощения периодически пересматриваются.

5.2.6. Санитарно-гигиенические мероприятия на производстве

Инспекторы службы контроля безопасности пищевых продуктов на предприятиях проводят мониторинг средств и оборудования для проведения санитарно-гигиенических мероприятий. Также постоянно проверяется состояние всех помещений, систем водоснабжения и переработки отходов, оборудования для убой и переработки, персонала, холодильников, выполнение программ борьбы с вредителями и других связанных с гигиеной мероприятий.

Санитарные мероприятия также включают в себя осмотр тушек перед началом каждой стадии обработки и поддержание необходимых санитарно-гигиенических условий при убойе и переработке. С введением в действие в 1997 г. требований по снижению контаминации патогенными микроорганизмами (*Pathogen Reduction*) и системы *HACCP* [19] каждое предприятие должно разрабатывать и внедрять собственные санитарно-гигиенические стандарты (СГС) на условия производства. Эти стандарты представляют собой детальные программы, в которых описаны санитарно-гигиенические процедуры и указана частота их осуществления, определены обязанности предприятия и предписаны необходимые корректирующие действия и порядок ведения записей.

5.2.7. Повторная экспертиза тушек

После стандартного послеубойного осмотра, удаления признанных непригодными частей и зачистки необходимо провести повторную экспертизу тушек (до и после охлаждения) силами специалистов по контролю качества и инспекторов службы контроля безопасности пищевых продуктов. Дефекты обработки (присутствие содержимого ЖКТ, избыточный размер пеньков, остатки внутренних органов, пятна желчи), дефекты зачистки и охлаждения (отклонения температуры и примеси типа металлических частиц или смазки) проверяются повторно в соответствии с системой стандартов на готовую продукцию.

Согласно этой системе дефекты учитываются по принципу накопительного суммирования (*Cumulative Sum System — CUSUM*), заменившего нормативы допустимого уровня качества (*Acceptable Quality Level— AQL*), разработанные в 1973г. Также исследуют тушки перед охлаждением, чтобы обеспечить выполнение требований нулевого фекального загрязнения. Кроме того, зачищенную продукцию и тушки, дополнительно обработанные для удаления фекального загрязнения, также направляют на повторную экспертизу.

5.2.8. Контроль остаточного содержания посторонних веществ

Деятельность службы контроля безопасности пищевых продуктов также включает в себя контроль содержания посторонних химических веществ и лекарственных препаратов в тканях птиц: пестицидов, гербицидов, ветеринарных препаратов и пищевых добавок, накопившихся в результате их неправильного применения или

случайного попадания. При определении присутствия и содержания химических веществ в продуктах из птицы служба контроля безопасности пищевых продуктов сотрудничает с Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарственных препаратов (*Food and Drug Administration — FDA*) и Управлением по охране окружающей среды (*Environmental Protection Agency — EPA*), работая в рамках национальной Программы по контролю содержания вредных веществ. *FDA* и *EPA* устанавливают условия использования химических веществ и лекарственных препаратов в птицеперерабатывающей промышленности. Содержание посторонних веществ определяют в образцах тканей, отобранных по методу случайной выборки, в соответствии с их установленной токсичностью, воздействием и устойчивостью [20].

5.3. Другие виды деятельности

Служба контроля безопасности пищевых продуктов также применяет добровольные программы полного контроля качества (*Total Quality Control — TQC*) для мониторинга дополнительного технологического оборудования, поскольку многие компании используют различные системы контроля производства в соответствии с требованиями о разработке собственных стандартов качества. В дополнение к проведению экспертизы на предприятии служба контроля проверяет поставки мяса и птицы на предмет доброкачественности продукта и правильности маркировки по всей цепи реализации (склады, посредники, дистрибьюторы, сеть розничных магазинов и т. д.). Продукты, признанные опасными при употреблении человеком, изымаются из цепочки реализации посредством ареста, конфискации или отзыва продукции. Хотя огромное большинство контролируемых предприятий выполняют законодательство по ветеринарно-санитарной экспертизе, при наличии нарушений используются различные средства принуждения (письма с предупреждением, судебное преследование, судебные запреты, закрытие предприятия). Служба контроля безопасности пищевых продуктов также отвечает за обеспечение безопасности импортного мяса и птицы, которые должны соответствовать тем же нормативам, что и местные товары. Для того чтобы страна имела право экспортировать товары в США, ее ветеринарно-санитарные нормативы должны быть не ниже внутренних нормативов США. Наконец, импортные товары при поступлении в США проходят повторную экспертизу в службе контроля.

5.4. Снижение контаминации патогенными микроорганизмами и система *НАССР*

Служба контроля безопасности пищевых продуктов 25 июля 1996г. утвердила окончательную редакцию требований по снижению контаминации патогенными микроорганизмами (*Pathogen Reduction*) и системы *НАССР*. В этих требованиях нашли отражение четыре основных изменения в программах ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и птицы:

1. Требование разработать и внедрить на всех мясо- и птицеперерабатывающих предприятиях санитарно-гигиенические стандарты (СГС) на условия производства.
2. Принятие стандартов, обеспечивающие снижение обсемененности сальмонеллой, для боен и предприятий, производящих продукты из измельченного мясного сырья.
3. Внедрение микробиологического тестирования на общее количество *E. coli* в целях проверки действенности процессов контроля для предотвращения фекального загрязнения.
4. Необходимость разработки и внедрения на всех мясо- и птицеперерабатывающих предприятий программ *НАССР* в целях улучшения безопасности этих продуктов.

Введение требований в действие происходило поэтапно в течение четырех лет. Так, внедрение на всех предприятиях СГС на условия производства и тестирования на общее количество *E. coli* вступило в силу в январе 1997 г. Введение в действие программ *НАССР* и стандартов, обеспечивающие снижение обсемененности сальмонеллой, также происходило поэтапно в течение трех лет в зависимости от мощности предприятия. Сразу же после введения в действие окончательной редакции требований по снижению контаминации патогенными микроорганизмами и системы *НАССР* служба контроля безопасности пищевых продуктов внесла изменения в систему стандартов на готовую продукцию, предусматривающие обязательность нулевого значения показателя «видимое фекальное загрязнение» для тушек и частей тушек, направляемых на охлаждение [21]. Служба контроля рассматривает фекалии как благоприятную среду для развития патогенных микроорганизмов. Поскольку микробиологическое обсеменение является обычным явлением при убойе, на предприятиях необходимо внедрять системы контроля для предотвращения фекального загрязнения и обсеменения патогенными микроорганизмами. Для определения этого показателя после обмывания последней тушки под душем и перед охлаждением исследуют выборку из 10 тушек (дважды за смену) на наличие фекального загрязнения. Как и в других видах экспертизы, при обнаружении видимого загрязнения регистрируется его природа, и предприятию предписывается принять меры в соответствии с системой *НАССР* [22].

5.5. Санитарно-гигиенические стандарты на условия производства

Поддержание надлежащего санитарно-гигиенического состояния в процессе переработки мяса и птицы является необходимым условием гарантии безопасности продукта. В соответствии с требованиями службы контроля безопасности пищевых продуктов все предприятия, связанные с переработкой мяса и птицы, должны разрабатывать, внедрять и придерживаться СГС на условия производства. Антисанитарное состояние помещений и оборудования, неблагоприятные условия переработки, несоблюдение персоналом гигиенических требований и другие негативные ситу-

ации создают условия для обсеменения продукта микроорганизмами, в том числе патогенными. Традиционно служба контроля добивается соблюдения требований санитарии посредством нормирования, разработки детальных инструкций, а также путем проведения экспертиз на местах. Разработка СГС на условия производства предполагает перенос ответственности за санитарное благополучие с инспекторов службы контроля на предприятия по убою и переработке животных и птицы. Считается, что окончательная редакция требований к СГС на условия производства [23] позволила службе контроля безопасности пищевых продуктов существенно продвинуть реформирование и повысить согласованность нормативно-правовых актов по экспертизе мяса и птицы.

СГС на условия производства разрабатываются, утверждаются и внедряются на каждом отдельном предприятии. Основные требования к содержанию СГС включают в себя следующие положения:

- должны быть описаны все санитарно-гигиенические мероприятия, проводимые ежедневно до начала и в течение технологического процесса, обеспечивающие предотвращение прямого обсеменения и загрязнения;
- должны быть указаны периодичность санитарно-гигиенических мероприятий и лицо, ответственное за их внедрение и выполнение;
- все надлежащие корректирующие действия, включая восстановление санитарно-гигиенического состояния, предотвращение случаев возврата продукции, размещение непригодного продукта, его переоценку, а также изменение порядка проведения санитарной обработки, должны строго регистрироваться;
- для документального подтверждения внедрения и мониторинга СГС в течение 6 мес. должны составляться ежедневные отчеты по санитарной обработке за подписью ответственных специалистов;
- СГС на условия производства утверждаются и подписываются уполномоченным на это лицом.

Служба контроля проверяет соответствие и эффективность каждого стандарта путем проверки его повседневного выполнения и письменной документации, прямым наблюдением и проверяя санитарное благополучие на предприятии. Считается, что внедрение санитарно-гигиенических стандартов на условия производства и правильная производственная практика (*Good Manufacturing Practices — GMPs*) [24] являются существенными предпосылками для внедрения системы *HACCP*.

5.6. Система анализа рисков и контроля критических контрольных точек {HACCP}

HACCP представляет собой прямую, логическую и систематизированную систему контроля, сосредоточенную на предотвращении риска, связанного с пищевыми продуктами. Принципы системы и ее применение в цепочке производства продуктов детально описаны в литературе [23-27] и одобрены Национальной академией наук (*National Academy of Sciences*) [7], Международной комиссией по пищевой микро-

биологии (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods*) [28], комиссией *Codex Alimentarius* [29] и Национальным консультативным комитетом по микробиологическим критериям для пищевых продуктов (*National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food — NACMCF*) [30]. Существует семь основных принципов HACCR

- Принцип 1: Проведение анализа рисков. Готовится перечень тех этапов технологического процесса, где вероятен риск возникновения опасности, и описываются методы превентивного контроля данных рисков. Риск с точки зрения безопасности пищевого продукта определяется как «любое биологическое, химическое или физическое свойство, которое может привести к тому, что продукт будет опасен для потребления человеком». Риск в смысле безопасности продукта может возникнуть в результате наличия природных токсинов, микробиологической обсемененности, химических загрязнений, пестицидов, остатков лекарственных препаратов, зоонозных болезней, разложения тканей, паразитов, использования несертифицированных прямых и косвенных пищевых добавок и красителей, а также механических примесей (т. е. металла, стекла, пластмассы). Анализ рисков включает ситуации, которые могут возникнуть до, во время и после поступления объекта контроля на предприятие.
- Принцип 2: Определение критических контрольных точек. Такой точкой называется «точка, стадия или процедура в процессе производства пищевой продукции, в которой возможно проведение контроля, в результате чего предотвращается, исключается или снижается до допустимого уровня риск с точки зрения безопасности пищевого продукта». Для разграничения критических и других контрольных точек процесса было разработано несколько «Древ принятия решений» [30].
- Принцип 3: Идентификация критических значений для всех измерений, проводимых в каждой из критических контрольных точек. Критическое (предельное) значение показателя определяется как «максимальное или минимальное значение параметра, по которому в критической контрольной точке должны контролироваться физические, химические или биологические риски для предотвращения, исключения или снижения до приемлемого уровня идентифицированных показателей пищевой безопасности». Величины предельных значений показателей обычно являются объективными и имеют количественное значение, например, время или температура, влажность, активность воды, pH, содержание соли или хлора.
- Принцип 4: Создание системы мониторинга критических контрольных точек. Мониторинг — это запланированное сочетание измерений и наблюдений не только для контроля критических контрольных точек, но также и для ведения объективных записей в процессе верификации. Мониторинг может осуществляться непрерывно, например, при использовании оборудования для автоматического контроля времени и температуры при варке, или периодически, когда измерения проводят в соответствии с графиком. Периодичность замеров зависит от особенностей процесса, и для установления графика замеров может

потребуется использование схем отбора проб, основанных на статистических методах.

- Принцип 5: Описание корректирующих действий. Необходима разработка системы действий, которые следует предпринимать в случае выявления при мониторинге отклонений от установленного предельного показателя (например, достижение предельных значений при аварии). Корректирующие действия планируются заранее и должны включать: изъятие не соответствующего нормативам продукта; устранение причины несоответствия для предотвращения повторных случаев; доказательства проведения контроля в критической контрольной точке; регистрация корректирующих действий и сохранение записей.
- Принцип 6: Документирование всех процедур и запись сведений, относящихся к *НАССР*. Типичный пакет форм для записей в системе *НАССР* включает в себя формы описания изделий, продукции и ингредиентов, технологические схемы процесса, анализа рисков и профилактических мер, установления критических контрольных точек, предельных значений, данных мониторинга и корректирующих действий, формы верификации и план-мастер *НАССР*.
- Принцип 7: Определение процедур верификации и валидации для подтверждения корректного функционирования системы *НАССР*. Верификация предусматривает применение аналитических методов исследования или аудита для оценки правильности проведения мониторинга, калибровки приборов, методов отбора проб для микробиологических исследований, ведения журналов регистрации, проведения внутренних экспертизы и аудита технологического процесса, а также методов отбора проб продукции и объектов окружающей среды. Валидация является более многоплановой процедурой, проводимой в целях подтверждения того, что внедрение системы *НАССР* обеспечивает предотвращение, исключение или снижение уровня рисков, идентифицированных в технологическом процессе. Для валидации системы *НАССР* применительно к отдельным продуктам могут служить научная литература, результаты экспериментальных исследований, научно обоснованные требования, стандарты или другие документы, разработанные на предприятии.

5.7. Микробиологические исследования

В соответствии с требованиями по снижению контаминации патогенными микроорганизмами и системы *НАССР* каждое предприятие, на котором проводится федеральная ветеринарно-санитарная экспертиза, должно осуществлять микробиологические исследования на общее количество *E. coli* в целях мониторинга действенности процессов контроля и на наличие сальмонелл в соответствии со стандартами на сырые мясные продукты. Выбор показателей и нормативов основан на национальной программе сбора данных по микробиологическим показателям (*Nationwide Microbiological Baseline Data Collection Program*), проводимой службой контроля безопасности пищевых продуктов [31].

5.7.1. Исследования на *E. coli*

Предприятия по убою должны после охлаждения тушек проводить исследование на универсальную (биотип *Г*) *E. coli* для подтверждения того, что в ходе технологического процесса обеспечивается предотвращение загрязнения продукции фекалиями или их удаление в случае попадания. Этот показатель выбран в связи с тем, что универсальная *E. coli* является прекрасным индикатором фекального загрязнения, метод ее обнаружения прост и относительно недорог.

Исследование на *E. coli* не относится к обязательным согласно стандартам на продукцию, однако оно является показательным для объективной оценки эффективности контроля технологического процесса. Каждое птицеперерабатывающее предприятие должно иметь сборник инструкций с подробным описанием методов проведения анализа, включая отбор проб (надежность, места отбора проб, составление средней пробы), осуществление (отбор проб, чистота образца, условия транспортировки), посев (утвержденный метод с пределом обнаружения менее 5 КОЕ/см³ смыва) и обработку результатов (таблицы или карты контроля процесса). Целные тушки птицы отбирают для исследования методом случайной выборки после охлаждения и стекания жидкости в соотношении 1 из 22 000 (бройлеры) и 1 из 3000 (индейка), ополаскивают специальным раствором, собирая смыв в специальную емкость. Затем количество *E. coli* в смывах (КОЕ/см') определяют с помощью одного из утвержденных методов, описанных в сборнике официальных методов исследований Ассоциации зарегистрированных химиков-аналитиков (*Association of Official Analytical Chemists — AOAC*) [32]. Последние 13 полученных результатов анализа обычно отражаются в карте контроля. Санитарно-гигиеническое положение на предприятии считается удовлетворительным, если ни один из 13 последних результатов анализа не превышает верхнего предела критического диапазона (1000 КОЕ/см³) и менее трех результатов находится в диапазоне между нижним (100 КОЕ/см³) и верхним пределом критического диапазона.

5.7.2. Исследование на сальмонеллы

Результаты ветеринарно-санитарной экспертизы, проводимой службой контроля безопасности пищевых продуктов на птицеперерабатывающих предприятиях, должны соответствовать требованиям национального стандарта на наличие сальмонелл в сырых продуктах. В отличие от показателя *E. coli*, исследование на сальмонеллы является обязательным, но проводится не при постоянном контроле партий, а с определенной периодичностью в соответствии с установленной системой контроля. Федеральные инспекторы устанавливают периодичность, время проведения и метод исследования на сальмонеллы. Национальный норматив определения сальмонеллы для бройлеров составляет 20%. Это соответствует возможности обнаружения сальмонеллы в 12 из 51 исследованного образца. Предприятия, не удовлетворяющие нормативным требованиям, должны произвести корректирующие действия или обратиться в службу контроля для проведения экспертизы каждого продукта. В течение первого года внедрения исследований на сальмонеллы, охвативших около 200 крупных мясо- и

птицеперерабатывающих предприятий с сентября 1998 г. по январь 1999 г., средняя по стране распространенность сальмонеллы существенно снизилась.

5.8. Программа разработки моделей экспертизы на основе *НАССР*

В соответствии с окончательной редакцией требований по снижению контаминации патогенными микроорганизмами и системой *НАССР* [11] служба контроля безопасности пищевых продуктов отходит от работы по принципу «команда-контроль» и предоставляет предприятиям право самим разрабатывать системы *НАССР*, обеспечивающие соответствие продукции нормативам пищевой безопасности. В ближайшем будущем существующие нормативы пищевой безопасности, помимо требований низкой обсемененности сальмонеллами и нулевого фекального загрязнения, будут дополнены микробиологическими (например, *Campylobacter jejuni* и *coli*) и другими показателями [34]. Программа разработки моделей экспертизы на основе *НАССР* (*НАССР-Based Inspection Models Project — НИМП*) предусматривает главным образом новую модель ветеринарно-санитарной экспертизы, которая заменит существующие системы: поточного осмотра, новую ускоренную, а также *Maestro* и *Nu-Tech*, позволяя предприятиям разрабатывать свои собственные системы контроля процессов экспертизы по принципу «птица-за-птицей» или сортировки тушек. Работа по этой модели позволит выявление многих органолептических дефектов, выполняемое инспекторами в процессе экспертизы, хотя и считающееся имеющим отношение к защите потребителя, поручить обученному персоналу предприятия. Добровольное внедрение программы на 28 предприятиях (из которых 20 занимаются переработкой кур, 5 — индеек, 3 — свиней) предусматривает расширение их программ *НАССР* и других системы управления производством, направленное на повышение ответственности предприятия за предотвращение попадания потребителю неблагополучного или недоброкачественного мяса и птицы.

Хотя возможны дальнейшие модификации порядка проведения ветеринарного осмотра, обнаруженные во время послеубойной экспертизы болезни и патологии классифицируются в соответствии с их пищевой безопасностью или другими показателями, относящимися к защите потребителя. На основании этой классификации, сепсис (токсемия) и фекальные загрязнения считаются двумя наиболее важными показателями пищевой безопасности и должны соответствовать «нулевому» нормативу. Другие болезни или отклонения в основном являются дефектами внешнего вида, которые крайне редко представляют угрозу для здоровья человека и в то же время также считаются неприемлемыми в продуктах из мяса и птицы. В настоящее время к таким дефектам отнесены следующие: инфекции животного происхождения, опухоли и процессы распада тканей (целлюлиты, аэросаккулиты, туберкулез, синовит и тендовагинит, внутренние инфекции, лейкоз, карциномы и саркомы, асцит); различные повреждения без распада тканей (ушибы, грудные намины, перешпарка, воспаления на коже, падеж); загрязнение содержимым пищеварительного тракта и дефекты переработки при контакте с пищеварительным трактом (клоака, кишечник, зоб) и без него (остевое и волосовидное перо, легкие, трахея). Служба контроля безопасности

пищевых продуктов устанавливает нормативы для параметров пищевой безопасности и других показателей, обеспечивающих защиту потребителя, обязательные для каждого экспериментального предприятия. В рамках программы разработки моделей экспертизы случаи недопустимого уровня дефектов отслеживаются и регистрируются на основе статистических методов контроля технологического процесса.

Предприятия выполняют указанную программу под надзором инспекторов службы контроля и в процессе верификации, предусматривающем экспертизу образцов продукции специалистами службы для подтверждения соответствия продуктов из мяса птицы установленным требованиям. Инспекторы службы контроля по-прежнему имеют полномочия прекратить или замедлить ход линии потрошения, задерживать продукты, которые могут оказаться некачественными или не соответствующими торговой марке, отказывать в нанесении штампа экспертизы (рис. 5.2) и прекращать работу на оборудовании, средствах или любом участке предприятия, если условия обработки не соответствуют нормативам. В дополнение к описанной программе, служба контроля безопасности пищевых продуктов разрабатывает экспериментальную программу «движение товара» в целях проверки возможности снижения качества продуктов из мяса и птицы, выработанных на предприятиях, подлежащих федеральной экспертизе, в процессе движения по системе реализации к потребителю. Служба контроля осуществляет проверку возможности использования ресурсов экспертизы для проведения работ на производстве и в системе реализации. Испытание модели «движение товара» началось в 2000 году [35].

5.9. Классификация птицы

Термин «классификация» обозначает распределение и сортировку домашней птицы и продуктов из нее, яиц в скорлупе, а также кроликов в соответствии с категориями и показателями качества. Разработка нормативов классификации и инструкций по ее проведению осуществляется в соответствии с Законом о сбыте сельскохозяйственной продукции (*Agricultural Marketing Act*) 1946 г. Федеральные нормативы показателей сортности развивались постепенно: с момента организации Комитета по рынкам (*Office of Markets*) в 1913 г. до второй мировой войны, в период которой армейские службы потребовали проведения регулярной экспертизы качества продуктов, поставляемых армии США [38]. Сегодня департамент по переработке птицы Службы маркетинга сельскохозяйственной продукции (*Agricultural Marketing Service — AMS*) при Министерстве сельского хозяйства США издает бюллетень «*Poultry and Egg Market News*» («Новости рынка продуктов из птицы и яйцепродуктов»), а также осуществляет деятельность по стандартизации и классификации. Бюллетень «*Poultry and Egg Market News*» — издание, которое служба маркетинга распространяет по всем регионам страны. В нем публикуются данные о поставках, спросе и ценах на более чем 50 наименований продукции. Помимо внедрения услуг по классификации на основе официальных нормативов, департамент по переработке птицы Службы маркетинга сельскохозяйственной продукции также занимается сертификацией птицы и цельного яйца в рамках сквозных контрактов для контроля количества, качества, условий, рецептур, массы нетто, упаковки, хранения и транспортировки [36].



Рис. 5.9. Официальный знак Министерства сельского хозяйства США для обозначения категории

Классификация и сертификация осуществляются на добровольных началах. Помимо оплаты за проведение классификации предприятия, пользующиеся услугами Службы маркетинга сельскохозяйственной продукции, должны также обеспечить ее специалистам помещение, оборудование, освещение и другие условия, соответствующие требованиям инспектора или установленным нормативам [37]. Классификация производится инспектором Министерства сельского хозяйства, работающим на предприятии полный или неполный рабочий день в зависимости от объемов и вида производимой продукции. Обычно при больших объемах инспекторам помогают работники предприятия. Однако именно инспектор осуществляет окончательную проверку классификации и сертификации в соответствии с утвержденным планом. Компании при определенном уровне развития могут использовать свои собственные спецификации и категории (т. е. категории предприятия). Тем не менее, буквы «U.S.» или «USDA» могут использоваться только в том случае, если птицу оценивал инспектор, сертифицированный Министерством сельского хозяйства США (рис. 5.9).

Перед классификацией государственными инспекторами вся домашняя птица должна пройти экспертизу на доброкачественность. После проведения ветеринарно-санитарного осмотра продукт классифицируется в соответствии с официальными нормативами качества. Все продукты, как в виде целых тушек или готовых к кулинарной обработке частей, так и в виде сырья для дальнейшей переработки, должны быть отнесены к определенной категории. Готовая к кулинарной обработке птица, имеющая дефекты, полученные в процессе переработки (чрезмерно выступающее перо, ушибы, которые требуют зачистки, остатки легких, трахеи и других органов, примеси любого типа), или некондиционная (имеющая слизистые, скользкие, гнилые или имеющие кислый запах участки) не подлежит классификации и должна быть повторно обработана для удаления дефектных участков.

Для готовых к кулинарной обработке тушек и их частей тушек нормативы качества включают в себя следующие показатели:

1. Экстерьер: деформация скелета может оказывать влияние на нормальное распределение мышечной ткани. Вдавленная, изогнутая, узловатая или V-образная грудка, деформированные крылья и ноги, клиновидная грудная клетка представляют собой примеры дефектов, отличающих тушку от нормальной.
2. Мясность: количество мякотных тканей соотносится со строением тушки и ее частей. Основная часть мякотных тканей расположена на грудке, бедренных и ножных частях тушки. Разумеется, существуют различия по мясности в

зависимости от пола — так, на спинной части тушек курочек больше мяса, чем у петушков.

3. Жировой слой: положительным признаком является хорошо развитый и распределенный под кожей слой жира. Обычно жир накапливается около ребер вдоль спины и тазовой части.
4. Перо: для соответствия требованиям готовности к кулинарной обработке классификации тушка или ее части не должны иметь обычных и волосовидных перьев (не является обязательным для уток и гусей).
5. Оголенные ткани: оголение тканей может возникнуть в результате разрыва разрыва и зачистки тушки. При наличии этого дефекта категория продукта снижается, он может привести к уменьшению пищевой ценности продукта из-за возможного подсыхания тканей при хранении или в процессе приготовления.
6. Изменение цвета: зоны легкого потемнения кожи вследствие неполного об кровливания или наличия кровоизлияний без сгустков крови. Кровоподте темно красного, синего или зеленого цвета перед классификацией должны быть удалены.
7. Разъединенные или сломанные кости и отсутствие частей: тушки и части туп не должны иметь разъединенных или переломанных костей.
8. Дефекты замораживания: потемнение или высушивание кожи или поверхности продукта с удаленной кожей вследствие замораживания и хранения (т холодильный ожог).
9. Точность разделки: при отделении частей в области сустава он должен быть разрезан посередине. Кроме того, части должны соответствовать анатомическому расположению тканей. Например, «целая ножка» должна содержать только ножку и бедро без участка спины, в то время как «четвертинка» должна включать ножку, бедро и половину спины.

При проведении оценки необходимо помимо класса (вида), возраста и пола птицы учитывать указанные нормативы качества, расположение, степень и площадь дефектов. Не существует нормативов категорий на потроха (сердце, печень и желудок), отделенные шеи и гузки, кончики крыльев и кожу. Стандарты категорий ; филе грудок с удаленной кожей допускают наличие костей, сухожилий и хрящей изменение цвета и наличие сгустков крови, а также некоторые другие отклонения характерные для продукта.

В соответствии с потребительской классификацией, принятой в США, целые тушки и их части подразделяются на категории *A*, *B* и *C*. Сводная спецификация для категории *A* представлена в табл. 5.3 [38]. Целые тушки более низких категорий (*B* и *C*) часто разделяют на отдельные части, поскольку в этом случае части могут быть отнесены к категории *A* и, таким образом, станут более дорогими. Взаимосвязи степени снижения категории птицы (рис. 5.10) и количества дефектов, недопустимых для готового к кулинарной обработке продукта, по данным 1999 г. представлен в виде табл. 5.4.

Современные технологии переработки птицы предусматривают проведение классификации работником предприятия, прошедшим обучение и имеющим <

Таблица 5.3. Сводная спецификация для птицы категории А [38]

Экстерьер:	Нормальный					
Грудная кость	Слегка изогнута или вогнута					
Спина	Слегка изогнута					
Ноги и крылья	Нормальные					
Мясность	Хорошая, соответствует виду и категории					
Жировой слой	Хорошо развит, особенно между ребрами					
Удаление оперения: (длина остатков оперения, см)	Индейка		Утки и гуси ¹		Другая птица	
остатки оперения, %	(не более 1,9)		(не более 1,3)		(не более 1,3)	
	тушка	части	тушка	части	тушка	части
	4	2	8	4	4	2
Оголенные ткани ² , см:	тушка		крупные части тушек (полу- тушки, передние и задние половинки)		другие части ³	
диапазон массы, кг	от	до	грудки и ноги	другое	грудки и ноги	другое
—		0,9	0,62	2,50	0,62	0,62
свыше 0,9		2,7	0,62	3,75	0,62	0,62
свыше 2,7		7,3	1,25	5,00	1,25	1,25
свыше 7,3		—	1,25	7,50	1,25	1,25

Продолжение таблицы 5.3

Экстерьер:		Нормальный			
Грудная кость		Слегка изогнута или вогнута			
Спина		Слегка изогнута			
Ноги и крылья		Нормальные			
Изменение цвета тушек, см		Слабо выраженное		Значительно выраженное ⁴	
диапазон массы, кг					
от	до	грудки и ноги	другое	окорочка	другое
—	0,9	1,88	3,12	0,62	1,56
свыше 0,9	2,7	2,50	5,00	1,25	2,50
свыше 2,7	7,3	3,75	6,25	1,88	3,12
свыше 7,3	—	5,00	7,50	2,50	3,75
Изменение цвета крупных частей (полу- тушки, передние и задние половинки), см		Слабо выраженное		Значительно выраженное ⁴	
диапазон массы, кг					
от	до	грудки и ноги	другое	окорочка	другое
—	0,9	1,25	2,50	0,62	1,25
свыше 0,9	2,7	1,88	3,75	0,94	1,88
свыше 2,7	7,3	2,50	5,00	1,25	2,50
свыше 7,3	—	3,12	6,25	1,56	3,12

Продолжение таблицы 5.3

Экстерьер:		Нормальный	
Грудная кость		Слегка изогнута или вогнута	
Спина		Слегка изогнута	
Ноги и крылья		Нормальные	
Изменение цвета других частей, см		Слабо выраженное	Значительно выраженное ⁴
диапазон массы, кг			
от	до		
—	0,9	1,25	0,62
свыше 0,9	2,7	1,88	0,94
свыше 2,7	7,3	2,50	1,25
свыше 7,3	—	3,12	1,56
Разъединенные или сломанные кости:		Тушка — допускается наличие одной разъединенной и отсутствие сломанных костей Части — для бедер с частью спины, ног или задней четвертинки допускается разъединение бедренной и тазовой костей Остальные части — не допускается наличие разъединенных костей	
Отсутствие частей:		Допускается отсутствие кончика крыла и гузки	
Дефекты замораживания:		Допускаются легкое потемнение на тыльной стороне ножки при светлой поверхности в целом, пятна от пересыхания поверхности, небольшие участки красного или розового льда.	

¹ Для уток и гусей допускается наличие волосовидного пера на тушках или их частях.² Максимально допустимые общие размеры оголенной поверхности.³ Для всех частей допускается удаление кожи по краям при условии, что оставшееся количество кожи составляет не менее 75% от нормального покрова.⁴ Допускается значительное потемнение и изменение цвета вследствие кровоизлияний при условии отсутствия сгустков, ограничения в размерах и расположении в местах, иных чем грудка и ноги, кроме зоны окорока.

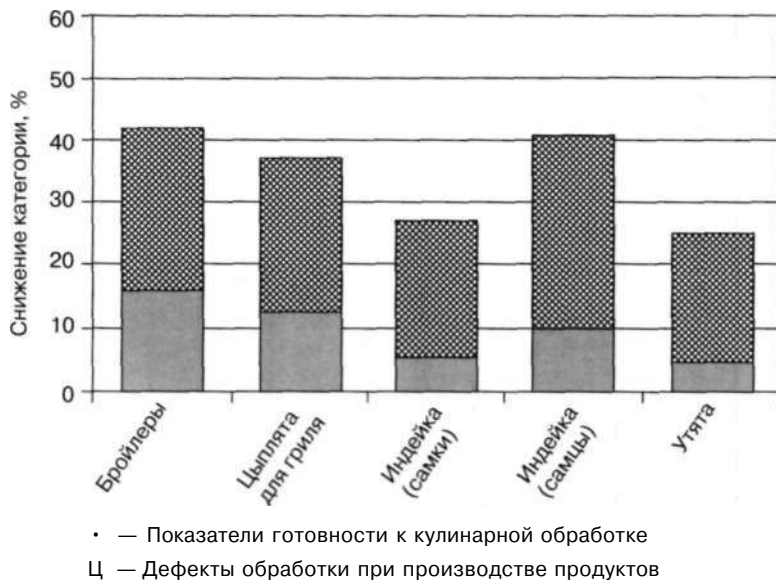


Рис. 5.10. Снижение категории птицы по результатам экспертизы (поданным 1999 г.) в зависимости от вида выявленных дефектов

детельство Министерства сельского хозяйства США, и контроль его деятельности государственным инспектором по классификации. Основная часть тушек и их частей проходят классификацию на линии переработки или после охлаждения. При контроле продукта, прошедшего классификацию, официальный представитель использует нормативы допустимого уровня качества (*Acceptable Quality Level — AQL*) для отбора средней пробы в целях определения общего количества тушек или их частей с дефектами или пониженной категории. В случае превышающего норму количества дефектов продукт классифицируется как «изъятый госэкспертизой» до проведения его повторной обработки до уровня, соответствующего определенной категории.

Поскольку продукты из мяса птицы очень разнообразны по своему составу и особенностям производства, программы поставки продуктов глубокой переработки могут включать в себя дополнительные требования к процессам подготовки и переработки, обнаружения металлических включений, замораживания, к упаковке, маркировке, измерению массы, контролю порций, температуре, условиям хранения и транспортировки.

Стандарты и категории широко используются на рынках США и обеспечивают единый язык общения для покупателей и продавцов птицы и продуктов из нее. Промышленное производство также использует стандарты и сорта как основу для разработки своих собственных спецификаций на продукт, для рекламирования товара и создания фирменных товаров (брендов).

~эблиця 5.4. **Количество выявленных после охлаждения дефектов обработки I % от общего количества прошедшей экспертизы птицы) [39]**

	Продукт				
	Цыпленок для жарки	Цыпленок для гриля	Молодая индейка		Утята
			самки	самцы	
Экстерьер	0,1	0,2	0,1	0,1	0
Кровоизлияния на отдельных частях тушки:					
грудка	1,3	1,4	1,2	1,4	0,3
ножка	1,8	1,1	0,7	0,8	0,9
бедро	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3
крыло	2,6	1,9	1,5	1,7	0,8
плечо	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1
Обширные кровоизлияния	6,7	5,0	4,0	4,6	2,3
Изменения цвета	1,1	0,8	0,5	0,8	6,7
Разъединенные в суставах кости	0,2	0,6	0,2	0	0
Перелом:					
ноги	2,1	2,3	0,2	0,2	0,4
крыла	1,4	2,8	0,3	0,8	0
Обширная зачистка	2,2	1,0	4,2	8,5	1,8
Обширная поверхность разъединенных тканей	3,5	2,0	3,6	2,7	1,3
Отсутствие:					
крыла	6,7	8,9	5,4	8,0	3,9
бедр	0,6	0,3	1,2	1,4	0,6
ножки	0,8	0,4	1,1	1,1	1,5

Литература

1. Forrest J. C, Aberle, E. D., Hedrick, H. B. Judge, M. D., Merkel, R. A. Meat inspection // *Principles of Meat Science* / Freeman, W. H., ed. — San Francisco, 1975, 316.
2. Libby J. A. History // *Meat Hygiene* — 4th ed. — Philadelphia: Lea & Febiger, 1975, 1.
3. Olsson, P. C. Johnson, D. R. Meat and poultry inspection: Wholesomeness, integrity, and productivity // *Seventy-Fifth Anniversary Commemorative Volume of Food and Drug Law* / Food and Drug Law Institute, ed. — Washington, D.C.: Food and Drug Law Institute, 1984, 220.
4. Sinclair, U. B., Jr. *The Jungle* — New York: Doubleday, 1906.
5. Poultry Inspection: The Basis for a Risk-Assessment Approach / NRC // *Committee on Public Health Risk Assessment of Poultry Inspection Programs* — Washington, D.C.: National Academy Press, 1987.
6. Foods from Animals: Quantity, Quality and Safety / CAST // *Report No. 82* — Ames, IA: Council for Agricultural Science and Technology, 1980.

7. Meat and Poultry Inspection: The Scientific Basis of the Nation's Program / NRC. Food and Nutrition Board // *Report of the Committee on the Scientific Basis of the Nation's Meat and Poultry Inspection Program* — Washington, D.C.: National Academy Press, 1985.
8. Poultry Inspection: The Basis for a Risk-Assessment Approach / *Report of the Committee on Public Health Risk Assessment of Poultry Inspection Programs* // — Washington, D.C.: National Academy Press, 1987.
9. Meat and Poultry Inspection / NRC. Food and Nutrition Board // *Report of the Secretary of Agriculture to the U.S. Congress* // USDA. Food Safety and Inspection Service — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1988.
10. Meat and Poultry Inspection / USDA. Food Safety and Inspection Service // *Report of the Secretary of Agriculture to the U.S. Congress* — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1991.
11. Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems; Final Rule / USDA // *Fed. Regis.* - 9 CFR Part 304, 1996.
12. Meat and Poultry Inspection / Report of the Secretary of Agriculture to the U.S. Congress // USDA. Food Safety and Inspection Service — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1996.
13. Food Safety and Inspection Service / USDA // 9. *Food Safety, Agriculture Fact Book* — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1998, 1.
14. Poultry Slaughter / USDA. 02.01.00, National Agricultural Statistics Service (NASS) // *Agricultural Statistics Board* — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 2000
15. *Guidelines for Offline Salvage of Poultry Parts* / USDA. Food Safety and Inspection Service // *Meat and Poultry Inspection Technical Services* — Washington, D.C.: U. S. Department of Agriculture, U.S. Government Printing Office: 0-617-013, 1988.
16. Ewing, M., Exiey, S., Page, K., Brown, T. Understanding the disposition of broiler carcasses // *Broiler Ind.*, 1977, March 28.
17. Meat and Poultry Inspection Regulations / USDA. Food Safety and Inspection Service // *Code of Federal Regulations, 381.81-381.92, Title 9, Chapter III, Subchapter C*— Washington, D. C: U.S. Department of Agriculture, 1970.
18. Meat and Poultry Inspection Manual / USDA. Food Safety and Inspection Service — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1987.
19. Pathogen Reduction; Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Systems: Final Rule/ USDA. Food Safety and Inspection Service//9 CFR Part 304 - Washington, D.C.: U. S. Department of Agriculture, 1996.
20. FSIS Facts: The National Residue Program / USDA. Food Safety and Inspection Service // *FSIS-18* - Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1984.
21. Enhanced Poultry Inspection; Revision of Finished Product Standards with Respect to Fecal Contamination / USDA. Food Safety and Inspection Service // *Docket No.94-016F*- Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1996
22. Poultry Post-Mortem Inspection and Reinspection-Enforcing the Zero Tolerance for Visible Fecal Material / USDA. Food Safety and Inspection Service // *Directive 6150.1* - Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1998.

23. Sanitation / USDA. Food Safety and Inspection Service // *9 CFR part* — Washington, D. C.: U.S. Department of Agriculture, 1996.
24. Current Good Manufacturing Practice in Manufacturing, Packing, or Holding Human Food / DHHS // *21 CFR Part 110* - Washington, D.C.: Food and Drug Administration, 1996.
25. Bauman, H. HACCP: Concept, development, and application // *Food TechnoL*, 1990, 44(5), 156.
26. Adams, C Use of HACCP in meat and poultry inspection // *Food TechnoL*, 1990, 44(5), 169.
27. Stevenson, K. E. Implementing HACCP in the food industry // *Food TechnoL*, 1990, 44(5), 179.
28. Microorganisms in Foods 4 / ICMSF // Application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System to Ensure Microbiological Safety and Quality — Boston, MA: Blackwell Scientific, 1988.
29. Report of the 24th session of the Codex Committee on Food Hygiene / CAC // *Alinorm 88/13A* — Rome: Codex Alimentarius Commission, 1988.
30. NACMCF. Hazard Analysis Critical Control Point System // *Int.J. Food Microbiol.*, 1992, 16, 1.
31. *Nationwide Broiler Chicken Microbiological Baseline Data Collection Program* / USDA. Food Safety and Inspection Service — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1996.
32. *Official Methods of Analysis* / AOAC - 16th ed. - Gaithersburg, MD: Official Analytical Chemists International, 1995.
33. *One- Year Progress Report on Salmonella Testing for Raw Meat and Poultry Products* — USDA. Food Safety and Inspection Service — Washington, D.C.: Backgrounders, U.S. Department of Agriculture, 1999, 1.
34. *HACCP-Based Inspection Models* / USDA. Food Safety and Inspection Service — Washington, D.C.: Backgrounders, U.S. Department of Agriculture, 1998, 1.
35. *HACCP-Based Inspection Models Project: Models Phase* / USDA — Washington, D.C.: Backgrounders, Food Safety and Inspection Service, U. S. Department of Agriculture, 1999, 1, pp. 1-5
36. United States Classes, Standards, and Grades for Poultry / USD A // *AMS 70.200 et. seq. Agricultural Marketing Service, Poultry Programs* — Washington, D.C.: U. S. Department of Agriculture, 1998.
37. Brant, A. W, Goble, J. W, Hamann, J. A., Wabeck, C J., Walters, R. E. *Guidelines for establishing and operating broiler processing plants* / Agriculture Handbook No. 581 - U.S. Department of Agriculture, 1982.
38. Poultry Grading Manual / USDA // *Agriculture Handbook No. 31* - U.S. Department of Agriculture, 1998.
39. Grade Yield Survey / USDA // Agricultural Marketing Service, Poultry Grading Branch Marketing and Regulatory Programs — Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 2000

6. Упаковка

Пол Л. Доусон

Введение

Птицеперерабатывающая промышленность США в настоящее время сконцентрирована приблизительно на 60-70 предприятиях, и почти 50% продукции вырабатывается пятью основными компаниями. В связи с тем что количество частей, на которые можно разделить тушку, ограничено, а крупных переработчиков относительно немного, то на основном производстве птица обычно расфасовывается на небольшие порции, готовые к продаже. Продавцы принимают на себя дополнительную стоимость этой операции, но при этом экономят на трудозатратах, оборудовании, упаковке, избавляясь от проблем, связанных с обсеменением и загрязнением продукта, а также с низкой окупаемостью операций по мелкой расфасовке продукции в условиях торговли.

Прежде чем рассматривать конкретные системы упаковки продуктов из птицы, следует обсудить функции упаковки и упаковочных материалов. В качестве последнего утверждения необходимо напомнить, что упаковка может увеличивать срок хранения мяса птицы, однако она не способствует улучшению качества изделия. Таким образом, правильная производственная практика и обработка должны обеспечивать высокое качество продукта.

6.1. Основные положения: функции упаковки

Функции упаковки продукта можно разделить на четыре составляющих: содержание, информация, удобство и защита [1]. *Содержание* подразумевает способность упаковки удерживать в себе продукт без обязательной его защиты. Помещение в упаковку отдельных частей цыплят, таких как ножки, бедра, крылья или грудки позволяет продавать их в различных комбинациях. *Информация* является инструментом как государственного регулирования, так и продвижения на рынке. На упаковке в соответствии с законом должна содержаться информация о пищевых свойствах, необходимых условиях хранения, характеристиках продукта и сведения, позволяющие

идентифицировать продукт¹. Кроме того, на упаковку также наносят цену изделия, способы приготовления и инструкции по утилизации тары. *Удобство* — еще одна функция упаковки. Размеры порционно нарезанного мяса и соответствующая упаковка, пригодная к обработке в микроволновой печи, позволяют готовить или разогревать продукт, не вынимая его из упаковки. *Защита* — наиболее важная функция упаковки, позволяющая предохранить изделие от воздействия микроорганизмов, грызунов, пыли, внешних загрязняющих примесей, влажности, света и воздуха. Упаковка также должна защищать изделие от внешних повреждений при хранении. Мясо без упаковки быстро обезживается, поэтому упаковка должна предотвращать потерю влаги. Мясо птицы с высокой концентрацией пигментов должно быть защищено от потери ярко-красного цвета, свойственного оксимиоглобину. Такие продукты, как ножки и мясной фарш упаковываются в пленки с высокой проницаемостью для воздуха, чтобы сохранить оксимиоглобин. Мясной фарш упаковывается в картонные коробки, пропускающие воздух и защищающие фарш от попадания солнечных лучей.

Функции упаковочных материалов также могут быть классифицированы согласно их значимости в общей системе упаковки. Материал классифицируется по его *барьерным, прочностным или герметизирующим* характеристикам. Например, алюминиевая фольга часто добавляется как слой, улучшающий защитные свойства и исключающий воздействие света и газов. Алюминиевая фольга также служит поверхностью для нанесения маркировочных знаков. Полиэфир (полиэтилентерефталат, ПЭТ) часто добавляется для повышения жесткости. Полиэтилен — превосходный герметик; используется как самостоятельно, так и в комбинации с другими материалами.

Основные функции упаковочного материала обусловлены следующими свойствами:

- барьерные: алюминиевая фольга, этилвиниловый спирт (*ethylene vinyl alcohol — EVOH*), сополимер винилиденхлорида (Саран), поливинилхлорид (ПВХ), акрилонитрил (Барекс);
- прочностные: полиэфир, ПЭТ, нейлон, полипропилен (ПП);
- герметизирующие: полиэтилен (ПЭ), Сурлин, полистирол (ПС).

6.2. Основные виды упаковки

С практической точки зрения упаковку мяса птицы можно разделить на упаковку первого, второго и третьего уровня или первичную, вторичную и третичную. Упаковка первого уровня (потребительская) — та, с которой знакомо большинство потребителей. Именно на эту упаковку наносится маркировка и любая дополни-

В соответствии с ГОСТом Р 51074-2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» информация о продуктах из птицы должна содержать следующие сведения: наименование продукта, включая вид и возраст птицы, сорт или категория, наименование, местонахождение и товарный знак изготовителя, способ обработки (для целых тушек), защитные покрытия, консерванты, пищевые продукты нетрадиционного состава, слово «Госветназор» (для целых тушек), термическое состояние, масса нетто, пищевая ценность, срок годности и условия хранения, дата изготовления и дата упаковывания, обозначение документа, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт, информация о подтверждении соответствия. — *Примеч. ред.*

тельная информация. Наиболее часто встречающаяся потребительская упаковка — полимерная (пластиковая) пленка или оболочка. Однако она может также быть металлической в случае консервированного мяса птицы в собственном соку или в соусе. Первичная упаковка может состоять из нескольких материалов одновременно: бумаги, фольги и целлофана, что позволяет улучшить свойства упаковки или наносить специальные знаки при маркировке. Потребительская упаковка может быть гибкой, полужесткой или жесткой. Гибкие упаковочные материалы включают в себя «пластик» (полимеры), бумагу или тонкие ламинаты; полужесткие материалы представляют собой термоформуемые полимеры, алюминиевую фольгу или картон; к жестким материалам относятся упругие полимеры, металл или стекло [2]. Пластик — общий термин, использующийся для целого семейства полимеров. Структура этих полимеров обычно представляет собой цепочки и является относительно простой по сравнению со структурой большинства пищевых компонентов.

Упаковка второго уровня (транспортная тара) — коробка, ящик или другая упаковка, содержащая несколько потребительских упаковок. Вторичная упаковка не контактирует с продуктом, а служит для предохранения первичной упаковки от повреждения и загрязнения в ходе транспортировки. Вторичная упаковка чаще всего представляет собой картонную коробку, внутри которой в несколько рядов расположены промаркированные упаковки с частями цыпленка. Более сложные системы упаковки мяса могут предусматривать заполнение вторичной упаковки инертным газом и размещение в ней свежего мяса в первичной упаковке, представляющей собой газопроницаемую пленку. Эта пленка позволяет мясу сохранять свежесть при извлечении его из вторичной упаковки, однако является проницаемой для инертного газа, проникающего внутрь упаковки до извлечения продукта. Такая система способствует снижению роста микроорганизмов в течение транспортировки, одновременно создавая условия для цветообразования.

Третий уровень упаковки объединяет несколько вторичных упаковок для транспортировки, например, на поддонах. Для фиксации третичной упаковки в процессе погрузки, разгрузки и транспортировки используют эластичную стрейч-пленку.

6.2.1. Упаковочные материалы

Существует относительно немного различных типов материалов, разрешенных для упаковки пищевых продуктов. Однако внутри каждого типа существует множество разновидностей, используются также комбинации разных материалов. Упаковки, используемые для мясных продуктов, изготавливают на основе волокнистых материалов (бумага, картон), стекла и металла. Кроме того, практически все виды упаковок для продуктов из птицы содержат пластиковые покрытия, подложки, наружные обертки или пакеты. Наиболее широко используемые полимерные материалы, особенности их использования и свойства приведены в табл. 6.1.

6.2.1.1. Бумага, картон и фибровый картон

Бумага, картон и фибровый картон отличаются по относительной толщине, наиболее тонкий материал — бумага, более толстый — картон, его лист более твердый, фибровый картон изготавливается из нескольких слоев бумаги.

Таблица 6.1. Полимерные материалы, используемые для упаковки мясных продуктов

Вид полимера	Использование	Характеристики
Иономер	Теплоизолирующий слой	Защищает от загрязнений
Нейлон (без покрытия)	Пленки, термоформуемые лотки	Также используется для защиты от прокола костью
Нейлон (с покрытием из ПВДХ)	Пленки, термоформуемые лотки	
ПЭТ (без покрытия)	Пленки, лотки	Прозрачность
ПЭТ (с покрытием из ПВДХ)	Пленки	
ПЭНП	Пакеты, пленки для обертывания	Низкая стоимость, высокая газопроницаемость
ППЭНП	Теплоизолирующий слой	Прозрачность
Сополимер ЭВА и ПЭНП	Герметизирующие слои, пленки для упаковки и обертывания	Высокая термоусадка
ПП (неориентированный)	Полужесткие контейнеры	
ПВХ	Пленка для обертывания свежего мяса	Уровень газопроницаемости зависит от пластификации
ПВДХ	Защитный слой	Наиболее высокие барьерные свойства по отношению к влаге

Примечание: ПВДХ — поливинилиденхлорид; ПЭТ — полиэтилентерефталат (полиэфир); ПЭНП — полиэтилен низкой плотности; ЛПЭНП — линейный полиэтилен низкой плотности; ЭВА — этил винил ацетат; ПП — полипропилен; ПВХ — поливинилхлорид.

Наиболее часто в качестве вторичной упаковки мяса птицы используется гофрированный картон, названный так из-за волнистого внутреннего слоя, придающего листу жесткость. Хотя обычно этот материал относится к картону, в тароупаковочном производстве используется термин «гофрированный картон». Иногда картонные коробки для транспортной тары изготавливают из древесной массы и повторно переработанной бумаги, готовый картон отбеливается и покрывается воском, синтетическими смолами, лаком или пластиком. Нанесенный слой повышает влагостойкость, прочность, жиронепроницаемость и улучшает внешний вид упаковки. Кислотная обработка бумажной массы позволяет получить пергамент, имеющий повышенную жиро- и водостойкость. Кислота изменяет структуру целлюлозы, вызывая образование длинных волокон древесной массы, придающих бумаге дополнительную прочность.

6.2.1.2. Металлическая тара

Для изготовления упаковки мяса птицы используют в основном сталь и алюминий. Сталь обладает большей прочностью, что предотвращает деформацию тары, в то время как алюминиевая банка легче и в меньшей степени подвергается коррозии. Одно время сталь покрывали оловом, чтобы предотвратить коррозию поверхности

при соприкосновении с продуктом, однако теперь наносят слой легированной стали, например хромированной, которая намного дешевле, чем олово. Металл может быть также покрыт дополнительным органическим слоем как внутри, так и снаружи банки. Такая обработка в течение длительного времени предупреждает коррозию тары при соприкосновении с компонентами пищи и, с другой стороны, защищает продукт от попадания металла, особенно от процессов разложения, начинающихся в присутствии металлов. Органический слой на основе фенольных соединений используется для мясных пастообразных продуктов, в то время как для других мясосодержащих продуктов питания применяют модифицированные эпоны. В мягких упаковках используется алюминиевая фольга, зачастую в сочетании с пластиком и бумагой. Фольга обеспечивает полную защиту от воздействия света, кислорода и влаги.

6.2.1.3. Пластики (полимеры)

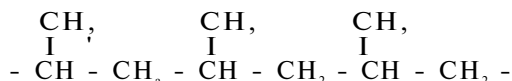
Пластики (полимеры) являются наиболее используемым материалом при упаковке продуктов из мяса птицы благодаря многосторонности их свойств, стоимости и удобству.

6.2.1.3.1. Полиэтилен (ПЭ)



Молекулярное строение полиэтилена можно представить как цепочку из повторяющихся звеньев ($-\text{CH}_2-$) с короткими ответвлениями цепочек этилена, предотвращающими сближение полимерных молекул и способствующими формированию менее плотной структуры. Существуют три типа ПЭ, которые отличаются по структуре, свойствам и способу производства. Это полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) и линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП). Разновидности полиэтилена низкой плотности (ПЭНП и ЛПЭНП) имеют различное молекулярное строение, но близкое значение плотности (от 0,910 до 0,925 г/см³). ПЭНП и ПЭВП отличаются по длине боковых цепей и, следовательно, имеют различную плотность. У ПЭВП более высокая плотность, он менее прозрачен, более прочный и жесткий, чем ПЭНП. Линейный полиэтилен (ЛПЭНП) производится при более высоком давлении и имеет плотность, близкую к плотности ПЭНП, а прочность — близкую к ПЭВП. Также ЛПЭНП обладает хорошими герметизирующими свойствами при низких температурах и имеет более высокую жиростойкость, чем ПЭНП. В качестве упаковочного материала ЛПЭНП обладает большей жесткостью и имеет более широкий диапазон герметизации, чем ПЭНП. Он используется как ламинирующий слой при изготовлении упаковки из других материалов.

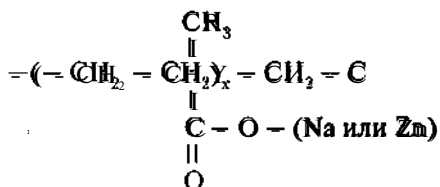
6.2.1.3.2. Полипропилен (ПП)



Структура полипропилена представляет собой углеродную цепочку, в которой каждый второй углеродный атом имеет метиленовую ($-\text{CH}_2-$) боковую группу, а не

только водород, как в ПЭ. Такая структура приводит к получению более тяжелого и упругого полимера, чем ПЭВП, с водо- и газопроницаемостью, сравнимой с ПЭНП и ЛПЭНП. Структура ПП может быть различной, в том числе ориентированной или неориентированной. Полимерные пленки могут вырабатываться методом экструзии или выступать в качестве покрытия для достижения термической стойкости и изменения других характеристик материала. Основное направление использования данного полимера применительно к упаковке мяса — продукты, предназначенные для термообработки в упаковке, поскольку ПП выдерживает достаточно высокие температуры, а также обладает водонепроницаемостью, удобной при варке на пару.

6.2.1.3.3. Иономеры (Сурлин)



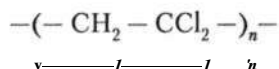
Мономерами (ионосодержащими полимерами) называются полимеры, которые были сополимеризованы с кислотой. Некоторая часть кислотных остатков в структуре пленки находится в виде солей аммония или металла, обычно цинка или натрия. Внедрение этих ионов усиливает липофильные свойства полимера. Пленки из таких полимеров гибкие, жесткие и прозрачные, являются превосходными теплоизоляторами. При упаковке мяса иономеры используются в качестве внутреннего, контактирующего с продуктом и теплоизолирующего слоя в многослойных материалах. Они обладают теплоизолирующими свойствами в широком диапазоне температур, непроницаемы для жира и хорошо сочетаются с другими упаковочными материалами, включая алюминиевую фольгу.

6.2.1.3.4. Поливинилхлорид (ПВХ)



Структура этого полимера подобна полиэтилену, за исключением атома хлора, замещающего один атом водорода в этилене. Обработка ПВХ достаточно сложна, поскольку он начинает разрушаться уже при 80 °С. ПВХ идеален для высокоэластичной термоусадочной упаковки, требующей высокой проницаемости для воздуха и паров воды (по сравнению с ПВДХ) при небольшом сроке хранения. Этот материал часто используется для упаковки деликатесных мясных продуктов, свежего мяса и соленых мясных продуктов.

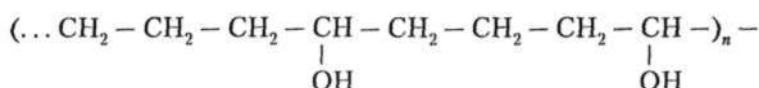
6.2.1.3.5. Поливинилиденхлорид (ПВДХ)



Саран — торговое название ПВДХ, структура которого имеет еще один атом хлора, включенный в молекулу этилена, по сравнению со структурой ПВХ. Пленки из этого

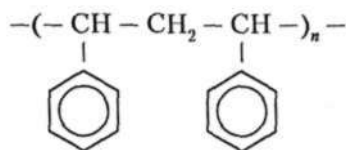
полимера также прозрачны и прочны, обладают низкой газо- и влагопроницаемостью. Используется как дополнительный слой многослойных упаковочных материалов для мяса, его функция — барьер по отношению к влаге и воздуху. ПВДХ может служить теплоизолирующим слоем, на его поверхность легко наносится маркировка, он устойчив в процессе приготовления продукта. Этот материал используется при упаковке сосисок, нарезки, ветчины или при упаковке в модифицированной газовой среде.

6.2.1.3.6. Этилвиниловый спирт (*Ethylene vinyl alcohol — EVOH*)



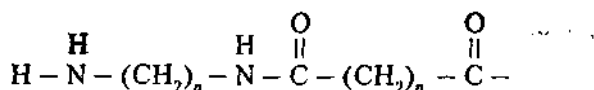
Пленки из этого материала имеют превосходные барьерные свойства по отношению к кислороду, однако они гидрофильны. Таким образом, его проницаемость для кислорода будет изменяться в зависимости от влажности. Гидроксильные группы молекулы полимера придают ему способность растворяться в воде. Для повышения влагостойкости слой этилвинилового спирта помещают между слоями ПП, ПЭ и (или) ПЭТ.

6.2.1.3.7. Полистирол (ПС)



В структуре ПС присутствует фенильная (стирольная) группа, замещающей атом водорода в структуре ПЭ. ПС — прозрачный, плотный, хрупкий и непрочный материал. Он используется при изготовлении как одноразовых контейнеров, так и упаковочных пленок. ПС может применяться во вспененном состоянии, образуя этом случае пенополистирол (ППС) или Стирофом, из которого формуются лотки в упаковке с мясом птицы. Прозрачные и пенопластовые термоформуемые лотки: проницаемы для кислорода. Ударопрочный полистирол (УПС, *high impact polystyrene — HIPS*) имеет высокие предел прочности и жесткость. Стирол является одним из немногих материалов, обладающих термостойкостью в расплаве, необходимо для формования лотков.

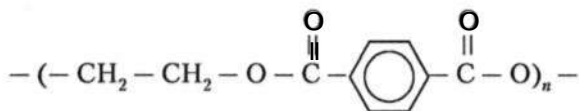
6.2.1.3.8. Полиамиды (нейлон)



Полиамиды (нейлон) представляют собой полимеры, образованные при $n < \infty$ конденсации некоторых аминокислот, и это единственный вид пластиков и

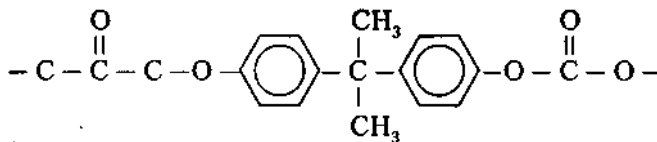
использующихся для упаковки продуктов, содержащий азот. Полиамиды обозначают двойными числами, первое из которых соответствует номеру атома углерода, к которому присоединена аминогруппа, а второе указывает номер атома углерода при карбоксильной группе. Этот вид полимеров имеет относительно высокую температуру плавления и низкую газопроницаемость, но во влажной среде абсорбируют влагу, теряя при этом прочность. Полиамидную упаковку применяют для продуктов, приготовляемых в пленке, иногда в сочетании с Сурлином (иономер).

6.2.1.3.9. Полиэфиры



Наиболее часто используемый полиэфир — полиэтилентерефталат (ПЭТ), используемый при производстве емкостей для газированных напитков. Этот материал имеет высокую прочность, прозрачность и термостойкость и используется для вакуумной упаковки мяса и для продуктов, приготовляемых в упаковке. ПЭТ имеет низкую водо- и газопроницаемость. ПЭТ также используется при изготовлении стерилизуемой тары.

6.2.1.3.10. Поликарбонаты (ПК)



ПК представляют собой полиэфиры угольной кислоты. Они обладают жесткостью, прозрачностью, прочностью и твердостью. ПК имеют высокую газопроницаемость и абсорбируют влагу, теряя при этом прочность. Несмотря на относительно высокую стоимость, их инертность по отношению к пищевым продуктам стимулировала использование ПК при производстве емкостей для обедов, разогреваемых в печи.

6.2.1.3.11. Целлофан

Целлофан является пленкой, изготовленной из регенерированной целлюлозы, и производится из листов древесной массы. Волокнистая древесная целлюлоза при восстановлении образует неволокнистую форму, добавление пластификаторов обеспечивает необходимую степень гибкости. Целлофан представляет собой хороший барьер для газа и жира, но разрушается в присутствии влаги, поэтому его часто покрывают гидрофобным слоем.

Физические свойства полимерных пленок приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Физические свойства упаковочных материалов

Упаковоч- ный мате- риал	Плотность, г/см ³	Прочность на разрыв, кгс/мм ²	Относительное удлинение при разрыве, %	Паропроницае- мость при 38 °С и влажности 90 %, г/м ² · 24 ч	Проницаемость по кислороду при 25 °С и влажности 0 %, см ³ /м ² · 24 ч · 1 атм	Температура плавления, °С
ПЭВП	0,945-0,967	1,8-4,2	200-600	6,2	1550-3100	135-155
ПЭНП	0,91-0,925	1,1-3,5	200-600	15,5-31,0	7750	120-175
ЛПЭНП	0,918-0,923	2,1-5,6	400-800	15,5-31,0	7000-9300	105-170
ЭВА	0,93	1,4-2,1	500-800	31,0-46,5	11000-14000	65-150
Иономер	0,94-0,96	2,5-3,5	300-600	23,3-31,0	4700-7000	105-150
ПЭТ	1,3-1,4	17,5-23,1	70-130	15,5-23,3	45-95	135-175
ПВХ	1,22-1,36	2,8-5,6	100-400	31-465	450-9300	140-170
ПВДХ	1,6-1,7	5,6-11,2	500-100	0,8-4,7	1,5-15,5	120-150
ЕVОН	1,14-1,19	0,8-1,2	120-280	45-95	0,15-0,30	175-205
ПК	1,2	6,3-7,7	100-150	186	2800-4700	205-215
Полиамид (нейлон 6)	1,1-1,2	4,2-17,0	30-300	341	40	205-290
ПС	1,0-1,2	4,2-5,6	1-30	110-170	5400	—
ПП	0,90-1,2	3,2-4,2	100-600	170-185	—	125-145

Примечание: ПЭВП — полиэтилен высокой плотности; ПЭНП — полиэтилен низкой плотности; ЛПЭНП — линейный полиэтилен низкой плотности; ЭВА — этилвинилацетат; ПЭТ — полиэтилентерефталат (полиэфир); ПВХ — поливинилхлорид; ПВДХ — поливинилиденхлорид; ЕVОН — этилвиниловый спирт; ПК — поликарбонаты; ПС — полистирол; ПП — полипропилен.

6.2.2. Проницаемость упаковки для водяных паров и кислорода

Для упаковки мясных продуктов большое значение имеют барьерные свойства полимеров. Упаковочный материал противодействует проникновению газов, паров воды и запахов сквозь упаковку. Это противодействие известно как барьерные свойства пленки. Скорость проникновения водяных паров (ПВП) или паропроницаемость и проницаемость по кислороду (ППК) — два критических свойства упаковочных материалов, влияющие на качество мяса птицы. Паропроницаемость определяют, измеряя скорость проникновения воды через единицу площади поверхности определенной пленки, а при определении проницаемости по кислороду, помимо этого, учитывают также толщину пленки и градиент относительной влажности по обеим сторонам пленки. ПВП и ППК выражаются как скорость перехода газа или пара сквозь пленку толщиной 1 мм при давлении в 1 атм и определенных значениях влажности воздуха и температуры. При описании ПВП и ППК упаковочных пленок используется несколько различных единиц измерения.

ПВП	ППК
$\text{см}^3/\text{м}^2 \cdot 24 \text{ ч}$ при 38 °C и влажности 90%	$\text{см}^3/\text{м}^2 \cdot 24 \text{ ч}$ при 20 °C и 0% влажности
$\text{см}^3/\text{м}^2 \cdot 24 \text{ ч}$ при 25 °C и 75% влажности	$\text{см}^3/\text{м}^2 \cdot 24 \text{ ч}$ при 25 °C и 50% влажности
г/100 кв. дюймов $\cdot 24 \text{ ч}$ при 100 T (38 °C) и влажности 90%	г/100 кв. дюймов $\cdot 24 \text{ ч}$ при 77 T (25 °C) и влажности 0%

Единица измерения проницаемости, принятая в США (1 г/100 кв. дюймов), соответствует 15,5 г/м² (Примеч. ред.).

Применительно к упаковке мяса полимерные пленки можно разделить по уровням ППК, выраженным в $\text{см}^3/\text{м}^2 \cdot 24 \text{ ч}$, — от 0 до 1200 — низкий уровень проницаемости; от 1200 до 5000 — средний; свыше 5000 — высокий. Для некоторых материалов ППК зависит от изменений температуры и влажности. Для полиамидов и *EVON* проницаемость существенно изменяется вследствие гидрофильности этих полимеров.

При упаковке мяса птицы также важны теплофизические свойства пластиков. Большинство контейнеров и лотков, использующихся при упаковке мяса, состоит из двух сплавленных полимерных слоев. Упаковка мяса часто требует эффекта «второй кожи», который возникает при усадке пленки под действием высокой температуры.

Свойства упаковочных материалов могут быть модифицированы несколькими способами: как в процессе изготовления отдельных полимеров (добавки, ориентация и т. д.), так и при сочетании нескольких полимерных слоев для достижения желаемых свойств. Существует два метода производства многослойных полимеров — ламинирование и соэкструзия. Выбор метода зависит от свойств материалов, которые следует комбинировать. Ламинирование представляет собой склеивание двух полимерных листов вместе, в то время как при соэкструзии слои соединяются в процессе плавления или литья.

Герметизация упаковки — основная контрольная точка для предотвращения попадания загрязнений в упакованное мясо птицы. Термин «герметичный» используется для описания упаковки, непроницаемой для пыли, грязи, бактерий, плесени, дрожжей и газов. Металл и стеклянные емкости — истинные герметичные контейнеры. Некоторые гибкие упаковочные материалы изначально создаются проницаемыми для определенных газов, поэтому они негерметичны по определению. Эти виды гибкой упаковки не позволяют проникать сквозь их структуру микроорганизмам. Этап закупоривания зачастую является слабым местом в технологическом процессе и играет важную роль в предотвращении попадания загрязнений в продукт и потерь продукта.

6.3. Свежая птица

6.3.1. Современные технологии

Самый старый метод упаковки и транспортировки мяса свежей птицы — «влажный груз». Влажный груз представляет собой покрытый воском гофрированный короб, в котором целые тушки птицы размещены среди льда (рис. 6.1). «Сухой груз» упаковывается так же, как и влажный, но без использования льда. Позднее целые тушки помещали в полимерные пакеты, которые затем запаивали или клипсовали (рис. 6.2). В настоящее время почти 90% всех частей цыпленка упаковывают в виде потребительских порций в полистироловые лотки с высокой проницаемостью по кислороду, обтягивая их стрейч-пленкой из ПВХ или других полимеров с высокой проницаемостью по кислороду. Примеры такой упаковки грудок, бедер, ножек и частей крыла показаны на рис. 6.3. Большинство остальных частей птицы упаковывается на центральном предприятии в виде замороженных блоков, но после фасовки на торговых предприятиях куски поступают на прилавки в подобных лотках (рис. 6.4).

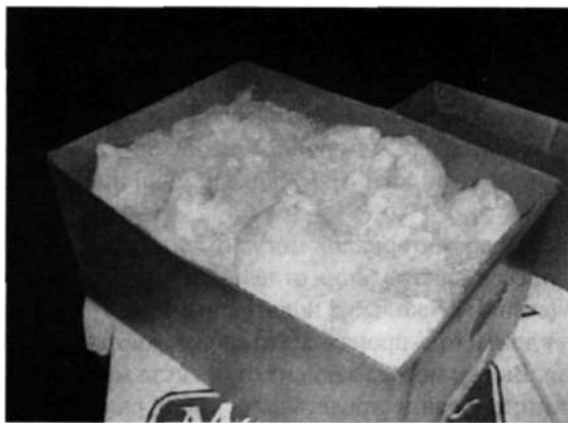


Рис. 6.1. Бройлеры «во льду», упакованные в покрытый воском гофрированный короб («влажный груз»). Предоставлено *Mountaire Farms, Selbyville, DE*



Рис. 6.2. Целые тушки, упакованные в запаивные или заклепанные полимерные пакеты



Рис. 6.3. Части цыпленка, упакованные в полистироловые лотки и обтянутые пленкой, проницаемой для кислорода



Рис. 6.4. Порционная упаковка ножек индейки, расфасованных на предприятии розничной торговли в полистироловый лоток и обтянутых пленкой

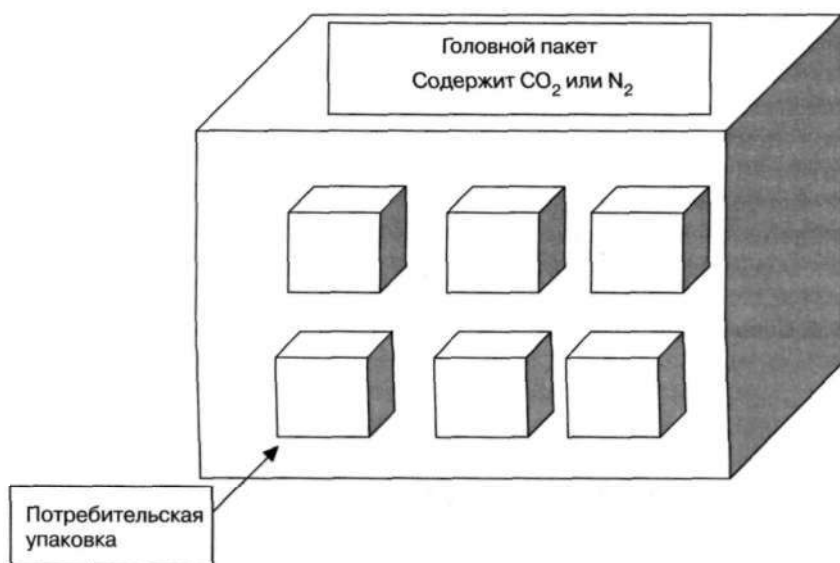


Рис. 6.5. Головной пакет, содержащий несколько единиц потребительской упаковки в модифицированной газовой среде

В системе транспортной упаковки, описанной Тиммонсом [3], потребительскую упаковку помещают в гофрированные контейнеры с пластиковыми вкладышами. Вкладыши заполняются газом, создающим модифицированную газовую среду, затем контейнер герметизируется (рис. 6.5). Использование этой системы позволяет увеличить срок хранения приблизительно на пять дней по сравнению с упаковкой в немодифицированной среде. Использование материалов с высокой проницаемостью по кислороду, таких как соэкструдированный ПЭВП/ПЭНП, способствует удалению из упаковки запахов, образующихся в процессе хранения. В связи с наличием подобных запахов барьерные материалы используются в птицеперерабатывающей промышленности очень ограниченно. Лишь около 1-2% мяса птицы, включая готовые изделия, требует упаковки с высокими барьерными свойствами по кислороду. Другие необходимые требования для упаковки свежих и замороженных продуктов из птицы — отсутствие конденсата и морщин, высокая чистота, прочность на прокол и герметичность.

Части птицы в обтянутых лотках могут быть подвергнуты глубокому охлаждению или замораживанию с образованием ледяной корки путем прохождения через охлаждающий тоннель ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже) в течение приблизительно одного часа. Этот процесс приводит к подмораживанию поверхности мяса без замораживания внутренних слоев, что значительно увеличивает продолжительность хранения изделия. В соответствии с требованиями Министерства сельского хозяйства США мясо птицы может характеризоваться как «свежее» при условии температуры в центре куска выше $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Типичная упаковка свежего мяса для розничной продажи представляет собой пластиковый лоток, обтянутый прозрачной пленкой. Для поглощения выделяющегося

сока под мясо обычно помещают гигроскопичную подложку. Подложка состоит из гигроскопичного материала типа целлюлозы, расположенной между слоями пористого, неабсорбирующего влагу пластика. Внешняя пленка, обтягивающая упаковку, имеет относительно высокую проницаемость для кислорода, что позволяет протекать реакциям цветообразования с участием пигментов сырого мяса. Упаковочные материалы для свежего мяса — стрейч-пленки из ПВХ или усадочные стрейч-пленки из ПЭ в сочетании с лотками, сделанными из пенополистирола (ППС).

Сырое мясо птицы является скоропортящимся продуктом даже при хранении на холоде. Рост психротрофных бактерий — наиболее частая причина порчи. В то время как воздействие большинства факторов ограничивает срок хранения мяса птицы (особенно начальная бактериальная обсемененность), упаковка под вакуумом или в модифицированной газовой среде может увеличить этот срок. В целом сочетание вакуума или среды CO_2 с охлаждением позволяет достичь существенного увеличения срока хранения. Кроме того, повышая содержание CO_2 до 80 и 100%, можно снизить скорость роста бактерий по сравнению с 20% CO_2 и вакуумной упаковкой.

Существует три основных метода вакуумной упаковки мяса птицы в зависимости от вида продукта:

1. Целые тушки упаковывают в термоусадочные полиэтиленовые пакеты с низкой проницаемостью по кислороду, с использованием перекрутки или камеры с запечаткой клипсой или термическим запаиванием.
2. Разделанную птицу перед термическим запаиванием вакуумируют.
3. Рубленое мясо птицы поступает в термоформовочный или горизонтальный упаковочный автомат, где мясо расфасовывают в лотки, вакуумируют, затем упаковку заполняют газом и закупоривают.

Рубленое мясо птицы требует различных способов упаковки для сохранения цвета. Рубленые грудки индеек являются популярным продуктом, их иногда смешивают с рубленным мясом с бедер индеек. Рубленное бедренное мясо цыпленка имеет менее устойчивую окраску, поэтому продолжительность его хранения меньше. Все рубленые продукты упаковывают в лотки из ПСП в среде кислорода (от 70 до 90%) и закрывают пленкой или крышкой, непроницаемой для кислорода (рис. 6.6). Свободное пространство над продуктом обычно устанавливается из расчета соотношения объемов газа и мяса 1: 1 или более.



Рис. 6.6. Рубленое мясо цыплят и индейки упаковано в модифицированной среде с высоким содержанием кислорода, в лотках из полистирола, обтянутых барьерной пленкой

6.3.2. Результаты исследований

6.3.2.1. Проницаемые пленки

Проницаемые пленки оказывают воздействие на рост бактерий в свежем мясе птицы. Как правило, понижение содержания кислорода в пакете останавливает рост большинства микроорганизмов, вызывающих порчу мяса. В целях исследования пленок с высокой и низкой проницаемостью по кислороду были проведены исследования охлажденной птицы, упакованной в тару из ПЭ, сополимера ПВХ/ПВДХ и модифицированного ПЭ [4]. Сополимер с высокой проницаемостью по кислороду замедлил появление запахов и способствовал повышению концентрации кислорода в свободном пространстве над продуктом. Образование флуоресцентного пигмента, липолитическая и протеолитическая активность бактерий, вызывающих порчу, зависят от

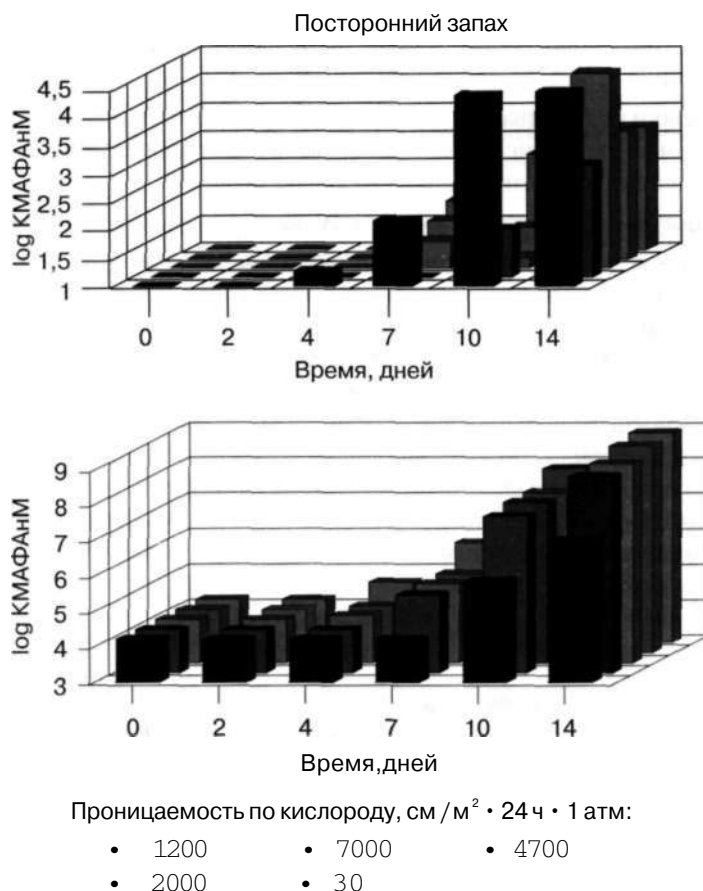


Рис. 6.7. Влияние проницаемость пленки по кислороду на продолжительность хранения рубленого мяса ножек цыпленка [7]

присутствия кислорода и, соответственно, от способа упаковки [5]. Общее количество бактерий прямо пропорционально увеличению биохимической активности. Кроме того, внутри упаковки со свежим мясом птицы должна поддерживаться постоянная влажность, что позволяет сохранить качество продукта и ограничить рост микроорганизмов [6]. Использование пленок с различной газопроницаемостью сказывается на бактериальном росте, цвете и аромате охлажденного мяса птицы [7]. Обычно пленки с низкой ППК замедляют рост бактерий, в то время как пленки с высокой ППК уменьшают проникновение внешних запахов внутрь упаковки (рис. 6.7).

6.3.2.2. Упаковка под вакуумом и в модифицированной газовой среде

Создание в упаковке вакуума или модифицированной газовой среды (МГС) используется для увеличения срока хранения продуктов до нескольких месяцев. Существует несколько систем упаковки свежего мяса птицы в МГС: мягкие лотки с вакуумированием или заполнением внутренней среды газом, жесткие лотки с крышками, заполненные газом, запаиваемые пакеты с вакуумом или газовой средой, а также головной пакет из нескольких потребительских упаковок с вакуумированием или заполнением газом его внутренней среды [8]. При создании МГС критичным для контроля роста аэробных бактерий показателем является содержание двуокиси углерода. Ингибирующее действие CO_2 на рост аэробных бактерий было впервые отмечено в 1933 г. [9].

При дальнейших исследованиях было установлено, что при вакуумной упаковке замороженной птицы происходит рост главным образом молочнокислых бактерий и, в некоторых случаях, холодоустойчивых бактерий группы кишечной палочки [10].

Использование в упаковках газовых сред, обогащенных CO_2 , основано на исследованиях, показавших, что отношение срока хранения мяса птицы в CO_2 к сроку хранения в воздухе может быть выражено как линейная функция концентрации CO_2 [11]. Углекислый газ воздействует на лаг-фазу роста и время генерации бактерий. При концентрации CO_2 в свободном пространстве над продуктом не менее 20% срок хранения существенно увеличивается [11, 12]. В процессе хранения свежих цыплят при температуре 1,1 °C рост патогенных микроорганизмов полностью ингибировался при повышении концентрации CO_2 , однако рост имеющихся молочнокислых бактерий не подавлялись в связи с их факультативно-анаэробными свойствами [14]. Другие исследования подтвердили [15], что насыщенная CO_2 (внутренняя среда упаковки) замедляет рост бактерий в мясе птицы по сравнению с упаковкой в обычной атмосфере. Свежее рубленое мясо птицы или части тушки без кожи, упакованные в среде с повышенным до 70-80% содержанием кислорода, в остаточной среде CO_2 сохранило цвет, при этом заметно снизилась скорость роста бактерий, вызывающих порчу. При использовании этой системы срок хранения замороженного мяса составляет 14 дней и несколько увеличивается в сочетании с глубоким охлаждением. В потребительской упаковке концентрация CO_2 должна быть не выше 35%, поскольку иначе возможно сжатие пакета и чрезмерное обесцвечивание продукта. В целях снижения обесцвечивания без добавления кислорода для создания внутренней среды часто используется азот.

6.4. Готовые продукты из мяса

6.4.1. Современные технологии

Готовые продукты из мяса включают в себя обработанное и не обработанные нитритом мясо, подвергнутое термической обработке. Их обычно упаковывают в термоусадочные соэкструдированные пленки, такие как ЭВА/ПВДХ/ЭВА или полиамид/evon#/иономер (рис. 6.8). Также для готового мяса используются поамидные или ПЭТ-пленки с термозапаивающимся слоем из иономера или ЭВА. Продукты из сушеного мяса хранятся при комнатной температуре и требуют упаковки в пленки с высокими барьерными свойствами по кислороду и влаге типа ПВДХ или *EVOH*. Некоторые сухие продукты упаковывают в пленку из алюминиевой фольги, ламинированной ПЭ. При упаковке птицы наиболее часто используются два вида лотков с барьерными свойствами:

- лоток из ППС (пенополистирола), не обладающего барьерными свойствами, обернутый пленкой с хорошими барьерными свойствами;
- лоток из ППС (пенополистирола) с внутренним барьерным слоем и герметично запаиваемой крышкой.

Структура слоев упаковки:

- лоток: УПС/ППС/УПС/адгезивный слой/барьерная пленка;
- барьерный слой: ЛПЭНП/адгезивный слой/ПВДХ, покрытый полиамидом/термоплавкое покрытие;
- верхний слой: ПВДХ, покрытый ПЭТ/ЛПЭНП/ВАЭ.

В качестве барьерного материала используется либо ПВДХ, либо *EVOH*. Полиамид (нейлон) применяется для упаковки горячих крылышек и жареных ножек цыпленка в связи со своими барьерными свойствами по отношению к кислороду, прочностью, термостойкостью и формовкостью (рис. 6.9). ПЭТ используется с учетом возможности нанесения на него маркировки, прозрачностью и относительно низкой



Рис. 6.8. Готовое к употреблению мясо в порционных упаковках с МА и в термоусадочной упаковке



Рис. 6.9. Жареные цыплята, упакованные в лотки из пенополистирола, обтянутые верхней термоусадочной пленкой

по сравнению с полиамидом стоимостью. ЛПЭНП добавляет упаковке прочность и снижает ее стоимость, тогда как ЭВА обеспечивает возможность термозапаивания и, соответственно, лучшую изоляцию при охлаждении.

В упаковке изготавливаются такие деликатесные продукты, как ветчина из индейки, грудки индейки и рулет из индейки, которые подвергаются термообработке в упаковке уже после того как она запечатана. Преимущества этой технологии включают увеличенный срок хранения, более высокое качество изделия и увеличение выхода. Упаковка или оболочка должны быть способны выдерживать высокие температуры, необходимые для полной термообработки мяса. Такая упаковка состоит из нескольких слоев, выполняющих различные функции. Слой *EVON* играет роль барьера для водяного пара и газа, однако от упаковки требуется и некоторая степень адгезии с «ясным продуктом». Слои, обеспечивающие адгезию, формируются из полиамида пи Сурлина (иономера). Адгезия позволяет свести к минимуму обесцвечивание после варки и хранения.

Упаковка с низкой адгезией может использоваться для изделий, которые проходят с ней термообработку, а затем извлекаются для дальнейших технологических операций, например, копчения, обжаривания или добавления специй и ароматизаторов. Процесс непрерывного производства продукции для термообработки в упаковке требует сочетания укладчиков, клипсаторов, шприцов-наполнителей и термоусадочных тоннелей.

6.4.2. Результаты исследований

При исследовании разных способов упаковки было показано, что на франкфуртских сосисках, упакованных под вакуумом, плесень не развивалась в течение 24 дней хранения в холодильнике, в то время как на сосисках в таком же пакете, упакованных без вакуума, плесень была обнаружена [16]. Венские сосиски, упакованные в модифицированной газовой среде, состоящей из азота (70%) и углекислого газа (30%), хранились без признаков порчи в течение 30 дней [8]. Упаковка консервированных мясopодуKтов в пленки с низкой газопроницаемостью с последующим удалением кислорода из тары позволяет сохранить цвет и аромат продукта при полной остановке роста бактерий, вызывающих порчу.

Взаимодействие поверхности мяса и прилегающего к нему слоя пленки подобно взаимодействию миофибриллярных белков, переходящих на поверхности мяса в растворимую форму во время изготовления рубленых продуктов [17, 18]. В связи с этим степень прилипания пленки к мясу зависит от содержания экстрагируемых миофибриллярных белков в продукте [19]. Оценку адгезии мяса и пленки производят путем испытания на «счищаемость» [19, 20]. Проблема этого метода испытаний состоит в соотношении измеренной силы с взаимодействием мясо-пленка или мясо-мясо. Микрофотографии, полученные при электронном сканировании поверхности пленки, позволяют оценить количество прилипшего к упаковке мяса, которое было незначительным или отсутствовало в случае упаковки эмульгированных продуктов из куриного мяса при нагревании в пленку с низкой адгезией (рис. 6.10а). Однако при упаковке этого же продукта в пленку с сильной адгезией количество мяса, прилипшего на поверхности пленки, было существенным (рис. 6.10б) [21].

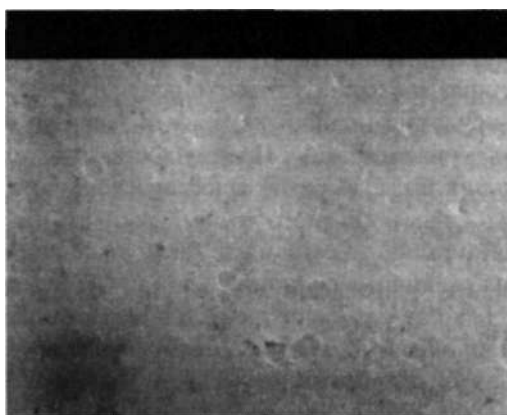


Рис. 6.10а. Окрашенная четырехоксидом осмия пленка с низкой адгезией, снятая с куриного фарша [21]

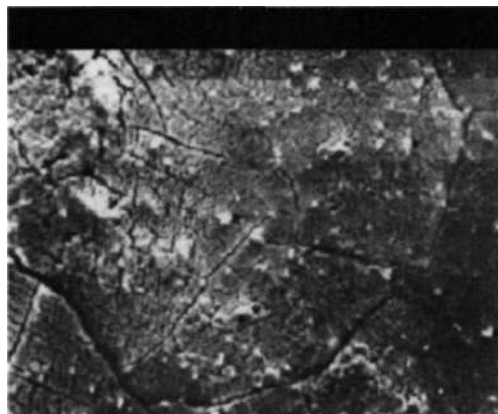


Рис. 6.10б. Окрашенная четырехоксидом осмия пленка с высокой адгезией, снятая с куриного фарша [21]

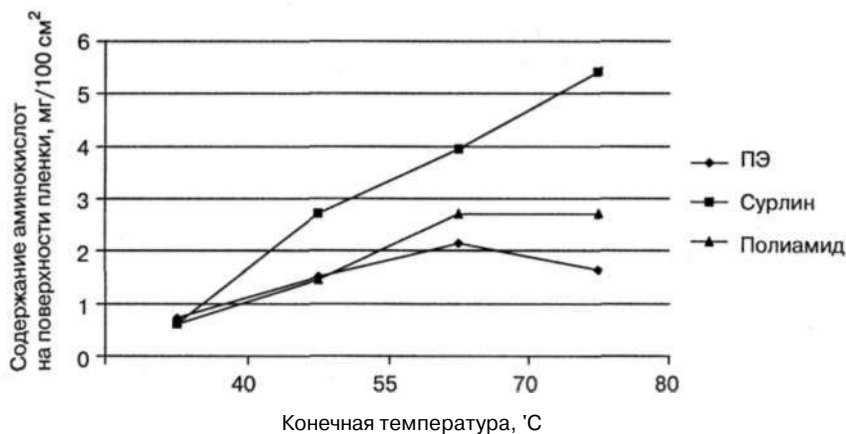


Рис. 6.11.1. Содержание связанных аминокислот на поверхности трех пленок после нагревания разбавленного раствора белков (12 мг/см^3) до различных конечных температур. Скорость нагревания образцов составляла 1°C/мин

Разбавленный белковый раствор, извлеченный из мяса грудок цыпленка, был подвергнут термообработке в трех различных пленках (полиэтилен, полиамид и пленка на основе сурлина). Определялось общее содержание связанного белка и вид связанных аминокислот в образцах, находившихся в водяной бане при постоянной температуре и в водяной бане со ступенчатым нагреванием. Адгезия белков имела место на всех трех типах пленки, однако после 60 мин выдержки при $25,8^\circ\text{C}$ степень адгезии различалась в следующем направлении: сурлин > полиамид > полиэтилен [22]. При нагревании от 55 до 80°C количество удерживаемого на пленке белка увеличилось для сурлина, в то время как для полиэтилена и полиамида отмечен низкий и нулевой рост адгезии соответственно. На основе изучения видов аминокислот в мясе, прилипшем к пленке, выявлено, что в процессе адгезии мясо-пленка участвуют как гидрофобные, так и гидрофильные частицы (рис. 6.11).

6.5. Разработка новых технологий

Активные системы упаковки можно описать как системы, взаимодействующие с окружающей средой и (или) непосредственно с продуктом. Активные системы упаковки включают в себя материалы, поглощающие кислород, абсорбирующие влагу, имеющие избирательную газопроницаемость или изменяющие проницаемость при изменении температуры.

6.5.1. Поглотители кислорода

Использование поглотителей кислорода является новым подходом, который может иметь большое значение для хранения некоторых продуктов из птицы. Размещение внутри упаковки веществ, поглощающих кислород, наряду с обычным физическим

барьером — ПВДХ или *EVONH* — может обеспечить снижение содержания кислорода практически до 0%. Химические системы окисления, например, адиамида метаксиден в сочетании с солями кобальта в качестве катализатора, или ферментативные системы, использующие глюкозооксидазу и каталазу, могут фактически удалять кислород из внутренней среды упаковки [23]. Существует система, использующая смесь порошка железа и гидроокиси кальция, которые поглощают как кислород, так и диоксид углерода [24]. Использование упаковки, понижающей количество кислорода, приводит к ингибированию роста аэробных бактерий, но может создавать благоприятную среду для патогенных анаэробов.

6.5.2. Поглотители влаги

Поскольку мойка тушек под душем приводит к усилению роста микроорганизмов, поглотитель влаги, помещенный в упаковку или введенный в состав пленки, замедляет развитие бактерий. Гигроскопичные подложки, размещенные под свежей птицей, улучшают ее товарный вид, впитывая выделяющийся сок. Пленки, содержащие полипропиленгликоль, адсорбируют влагу с поверхности мяса при соприкосновении с ним и могут применяться при длительном хранении свежей птицы.

6.5.3. Компенсирование температуры

Существуют пленки, способные резко изменять свою проницаемость при определенной температуре. Изменение проницаемости происходит благодаря наличию в молекуле полимера боковых цепей, полученных при использовании высокомолекулярных жирных спиртов. Эти боковые цепи при определенных температурах переходят в линейно ориентированную структуру из неориентированной, тем самым изменяя проницаемость материала. Хотя эта технология первоначально была разработана для упаковки растительного сырья, способного к дыханию, она может использоваться в целях сохранения качества мяса птицы и ингибирования роста микроорганизмов при заморозке и транспортировке, а затем при оттаивании для розничной продажи.

6.5.4. Бактерицидная упаковка

В материал упаковки в целях подавления роста микроорганизмов, вызывающих порчу, и патогенных бактерий, вводят бактерицидные вещества. Съедобные пленки и покрытия могут быть носителями таких соединений наряду с выполнением роли микробиологического барьера. В большинстве работ, посвященных противомикробным пленкам и покрытиям, использовались кислоты, вводимые в ряд материалов [25–31]. Так, введение сорбиновой кислоты в состав зеина кукурузы [25], метилцеллюлозы и гидроксипропилметилцеллюлозы [2] позволило получить покрытия, ингибирующие бактериальный рост на поверхности продуктов. При исследовании возможности снизить содержание *Listeria monocytogenes* на поверхности говядины в качестве носителя уксусной и молочной кислот использовался альгинат кальция.

Освоено промышленное производство пленки, при изготовлении которой хлорфенильные соединения включаются в свободное пространство полимерной матрицы.

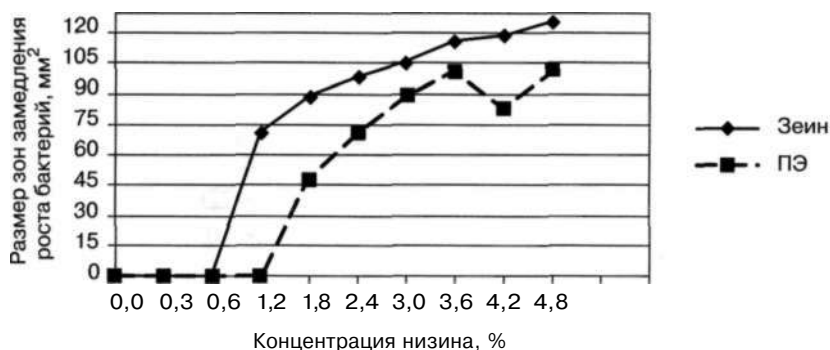


Рис. 6.12. Размер зон замедления роста бактерий для пленок из протеина кукурузы (зеина) и полиэтилена (ПЭ), содержащих различное количество низина [34]

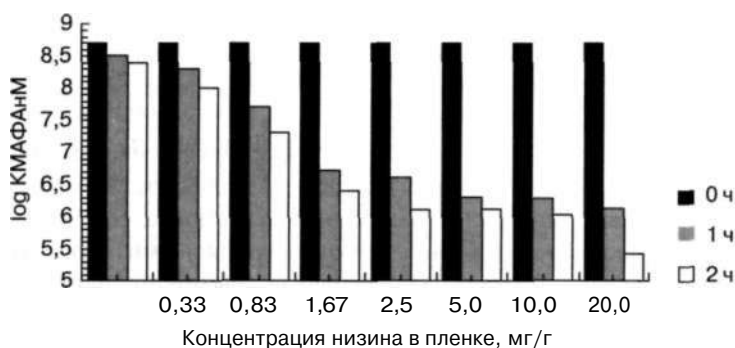


Рис. 6.13. Снижение количества *Listeria monocytogenes* после выдержки на пленках, имеющих различное содержание низина

Почти все виды упаковки и пленок для вакуумной упаковки производятся методом термоэкструзии. Исключение составляют некоторые оболочки для мясных продуктов, получаемые из коллагена. Термоэкструзия применялась для формирования пленок, содержащих белки сои и кукурузы и являющихся носителями бактерицидных веществ внутри своей структуры [32]. Производство пленок из белков методом термоэкструзии представляет собой новую технологию, позволяющую белковым пленкам быть носителями бактерицидных свойств [33]. Низин и лизоцим в сочетании с ЭДТА при внедрении в структуру пленки из соевого и кукурузного белка ингибируют рост некоторых грамположительных и грамотрицательных бактерий [32]. Низин также внедряли в белковые и полиэтиленовые пленки, что обеспечивало их противомикробную активность (рис. 6.12) [34].

Дальнейшее испытание этих пленок позволило оценить их эффективность против *Listeria monocytogenes* (рис. 6.13) и *E. coli*. При выдержке бактерий непосредственно на пленках было установлено снижение количества *Listeria monocytogenes* на три-четыре порядка [33] и *E. coli* на два порядка [32]. Низинсодержащими составами также

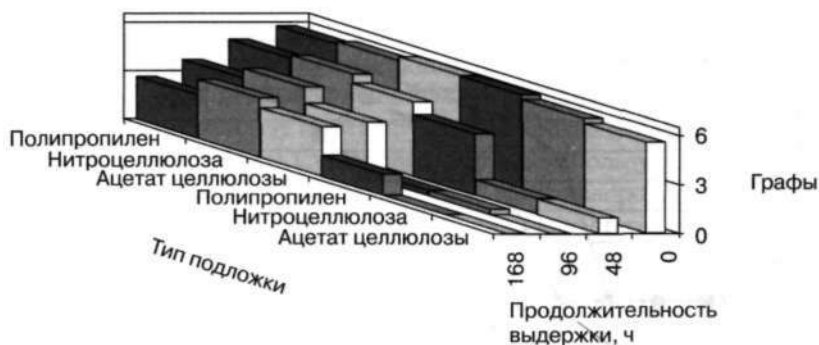


Рис. 6.14. Эффект ингибирования *Salmonella typhimurium* при использовании подкладок, содержащих низин

были обработаны поверхности свежего мяса птицы с помощью агара и альгината кальция [33]. Содержание *Salmonella typhimurium* снизилось на три порядка после 72 и 96 ч выдержки при 4 °С. Добавление этих же низинсодержащих составов к гигроскопичным подложкам для лотков с мясом привело к снижению содержания *S. typhimurium* в 4-5 раз, а в некоторых случаях бактериальные клетки полностью отсутствовали (рис. 6.14) [36].

В последние годы разрабатывается новый вид покрытия для мясных продуктов на основе хитозана — углевода, полученного из панцирей моллюсков. Панцири являются промышленными отходами при ловле моллюсков, после определенной обработки из них можно получить покрытие, обладающее противогрибковыми и противобактериальными свойствами. Использование хитозановых покрытий приводит к снижению микробиологической обсемененности куриных бедрышек на 90% по сравнению с необработанным мясом [33].

Внесение комбинированных антибактериальных препаратов в упаковочные пленки привело к замедлению роста штаммов сальмонелл и *E. coli* (рис. 6.15) [34].

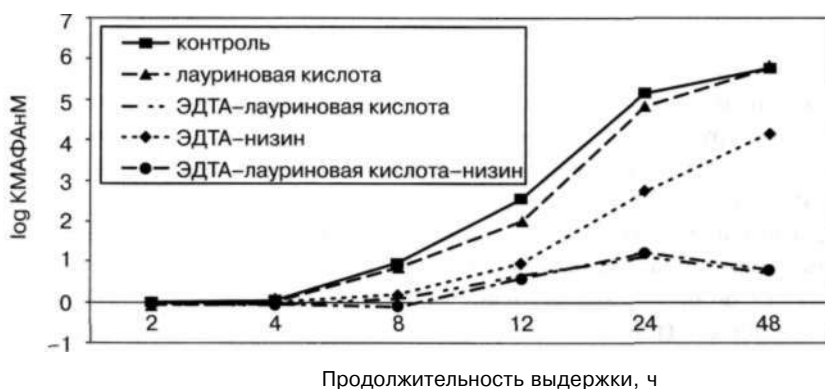


Рис. 6.15. Воздействие различных бактерицидных препаратов на рост сальмонелл (10^4 КОЕ/см³) на зеиновых пленках

Использование комбинаций ЭДТА-низин, ЭДТА-лауриновая кислота или ЭДТА-лауриновая кислота-низин приводит к ингибированию роста *E. coli*, а сочетание ЭДТА-лауриновая кислота или ЭДТА-лауриновая кислота-низин эффективно подавляет *S. enteritidis*.

6.5.5. Асептическая упаковка

Изделия из мяса птицы, которые можно помещать в асептическую упаковку, должны представлять собой небольшие кусочки мяса в различных соусах, супах и тушеных блюдах. Эти кусочки могут быть получены как из целых тушек, так и из реструктурированного мяса. Асептическая упаковка и асептическая обработка неразрывно связаны между собой в процессе производства продукта. Основное преимущество асептической упаковки — понижение начального уровня микробиологического обсеменения продукта и поддержание чистоты упаковки после стерилизации. Полный процесс может быть описан как предварительная стерилизация продукта перед его помещением в стерилизованную упаковку в стерильной среде с последующим закрытием пакета стерильным способом. Хотя большинство упаковочных материалов стерильны сразу после их производства, они легко загрязняются в ходе хранения и перед использованием. Поэтому стерилизация тары при асептическом процессе переработки и упаковки должна производиться непосредственно перед ее заполнением продуктом. Стерилизация пищевых продуктов в асептической системе наиболее часто выполняется посредством кратковременной высокотемпературной обработки. Для термической обработки продуктов, содержащих кусочки мяса птицы, используются также и другие методы, такие как электрический или СВЧ-нагрев. Эти процессы стерилизации пищевых продуктов аналогичны традиционной методике достижения тепловой гибели бактерий для обеспечения промышленной стерильности.

Методы стерилизации упаковки разнообразны — от паровой и высокотемпературной обработки металлических контейнеров до не требующих нагревания способов обработки гибкой упаковки, например, с применением перекиси водорода, ультрафиолетового (УФ) или ионизирующего излучения. Чтобы гарантировать полную стерильность поверхности упаковки, обработка перекисью водорода может быть дополнена сушкой горячим воздухом, ультразвуковой обработкой, УФ или ионизирующим облучением. УФ-облучение имеет ряд недостатков: ограниченное проникновение в жидкостях, отсутствие стерилизации поверхностей, находящихся в тени или покрытых пылью. Кроме того, при обработке УФ-облучением некоторые виды выживают и в конечном счете могут исправлять поврежденную ДНК. В медицинской и фармацевтической промышленности широко используется стерилизация с использованием ионизирующего гамма-излучения, однако в пищевой промышленности этот метод не применяют в связи с необходимостью повысить надежность измерений для защиты рабочих. Однако обработка электронным излучением получила одобрение применительно к пищевым продуктам и может быть адаптирована для стерилизаций упаковки. Наиболее перспективное применение — стерилизация уже упакованного продукта с использованием ионизирующего излучения, поскольку в этом случае не требуется ни поддержания стерильной рабочей зоны, ни предварительной стерилизации продукта и упаковки.

6.5.6. Су вайд (под вакуумом)

Су вайд (*sous vide*) — метод обработки и упаковки, при котором пищевые продукты упаковывают под вакуумом, затем подвергают термообработке, охлаждают и хранят в холодильнике. Такие изделия обычно перед употреблением разогреваются. Преимущества процесса су вайд состоят в том, что мясо готовится в собственном соку, в упаковке сохраняются летучие ароматические соединения и гарантируется минимальная потеря влаги или питательных веществ; в результате получается более сочный, нежный, полноценный в плане пищевой ценности продукт. Изделия су вайд сохраняют свой вкус свежеприготовленного блюда в течение нескольких недель хранения [37]. Вопрос безопасности мяса, упакованного данным способом, возник вследствие того, что процесс, разработанный в целях достижения желательных органолептических показателей, не всегда обеспечивает требования промышленной стерильности [38]. Относительно мягкая термическая обработка может не обеспечить гибель всех вегетативных клеток и заведомо не инактивирует споры. В рецептурах продуктов, изготовленных по технологии су вайд, не содержится консервантов или их дозировки очень низки, тепловая обработка минимальна, что приводит к снижению сроков хранения, поскольку упаковка под вакуумом подавляет рост бактерий, вызывающих порчу, но является идеальной средой для роста некоторых патогенных микроорганизмов [38]. Мягкая термическая обработка и вакуумирование создают благоприятные условия для развития *Clostridium botulinum*. Вероятность появления спор *C. botulinum* и последующего образования токсина повышается при наличии этих спор в продукте в результате отсутствия гарантированной промышленной стерильности [39]. Несмотря на то что охлаждение предотвращает рост *C. botulinum*, это не гарантирует безопасность продукта [40,41].

Национальный консультативный комитет по микробиологическим критериям оценки пищевых продуктов (группы мяса и птицы) рекомендовал проведение термической обработки охлажденных пищевых продуктов, содержащих термообработанное неконсервированное мясо, что позволяет снизить содержание *L. monocytogenes* в 4 раза [42]. Для достижения 12-13-кратного снижения уровня *Streptococcus faecalis* была рекомендована более интенсивная термическая обработка этих изделий [43]. Другие психротропные патогенные микроорганизмы, вызывающие беспокойство, — это *Yersinia enterocolitica* и *E. coli*. При неправильных температурных режимах хранения, транспортировки или приготовления продуктов су вайд повышается риск пищевого отравления патогенными штаммами *C. botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus* и *Salmonella spp.* В ходе транспортирования и реализации продукции необходимый температурный контроль зачастую отсутствует. Так, было установлено, что 7 из 10 проверенных мест розничной продажи не имели удовлетворительной системы регулирования температуры [44]. Кроме того, было обнаружено, что в 7, 17, 26 и 23% случаях крупных холодильников розничной торговли, магазинов независимых владельцев, семейных магазинов и магазинов-кулинарий, соответственно, продукты хранились при температуре 10,5 °C или выше [45]. В витринах со свежим мясом регулирование температуры было лучше по сравнению с другими секциями (лишь в 4% случаев температура была выше 10 °C), а наиболее

неблагоприятные условия были выявлены в секции деликатесной продукции — 26,1 % продуктов хранилось при температуре выше 10°C [46].

Близкими аналогами продуктам су вайд являются продукты из мяса, прошедшие термообработку и упакованные в условиях модифицированной газовой среды (с низким содержанием кислорода). Эти продукты часто содержат наряду с мясом приготовленные овощи, макароны или рис. Продукты, обработанные таким способом, подвержены воздействию тех же патогенных микроорганизмов, что и продукты су вайд. Особое беспокойство вызывают споры *C. botulinum*, особенно применительно к домашней птице, поскольку они способны прорасти уже при 5 °C. В связи с этим всегда существует опасность серьезного пищевого заболевания даже при неистекшем сроке годности таких продуктов.

Выводы

Упаковка птицы имеет множество функций в дополнение к очевидной — способности содержать в себе продукт. Эти функции зависят от свойств упаковочных материалов и их взаимодействия с продуктом и окружающей средой. Новейшие разработки систем упаковки включают в себя активную упаковку, которая может повышать качество изделий, и более эффективные системы, облегчающие транспортировку путем снижения объема или степени необходимого охлаждения.

Литература

1. Barren, F.B. *Food Packaging and Shelf Life: Practical Guidelines for Food Processors* — South Carolina Cooperative Extension Service and Clemson University. EC 686, 1995.
2. Miltz, J. Food Packaging // *Handbook of Food Engineering* / Heldman, D. R. and Lund, D.B., eds. - New York: Marcel Dekker, 1992.
3. Timmons, D. «Dryer fryer» — is CVP the ultimate bulk pack? // *Broiler Bus.*, 1976, Dec. 10.
4. Shrimpton, D.H., Barnes, E.M. A comparison of oxygen permeable and impermeable wrapping materials for the storage of chilled eviscerated poultry // *Chem. Ind.*, 1960, 1492.
5. Rey, C.R., Kraft, A.A. Effect of freezing and packaging methods on survival and biochemical activity of spoilage organisms on chicken // *J. Food Sci.*, 1971, 36, 454.
6. Stollman, U., Johansson, E., Leufven, A. Packaging and Food Quality // *Shelf-life Evaluation of Food* / Man, C. M. D., Jones, A.A., eds. — New York: Blackie Academic, 1994.
7. Dawson, P.L., Han, I.Y., Vollar, L.M., Clardy C.B., Martinez, R.M., Acton, J.C. Film oxygen transmission rate effects in ground chicken meat quality // *Poult. Sci.*, 1995, 74, 1381.
8. Lawlis, T.L., Fuller, S.L. Modified-atmosphere packaging incorporating and oxygen-barrier shrink film // *Food Technol.*, 1990, 44(6), 124.
9. Haines, R.B. The influence of carbon dioxide on the rate of multiplication of certain bacteria as judged by viable counts // *Soc. Chem. Ind.*, 1933, 52, 13.

10. Barnes, E. M., Impey, C.S., and Griffith, N.M., The spoilage flora and shelf life of duck carcasses stored at 2 or -1 °C in oxygen-permeable or oxygen-impermeable film // *Br. Poult. Sci.*, 1979, 20, 491.
11. Ogiivy, W.S. and Ayres, J.C. Post-mortem changes in stored meats. II. The effect of atmospheres containing carbon dioxide in prolonging the storage life of cut-up chicken // *Food Technoi*, 1951, 5, 97.
12. Shaw, R. MAP of meats and poultry // *Conference Proceedings, Modified Atmosphere Packaging (MAP) and Related Technologies, September 6- 7* — U.K., Campden: Campden & Chorleywood Food Research Association, 1995.
13. Greengrass, J. Films for MAP foods // *Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods* / Parry, R.T., ed. — G.B., Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1993 - P. 63.
14. Sander, E.H., Soo, H.M. Increasing shelf-life by carbon dioxide treatment and low temperature storage of bulk pack fresh chickens packaged in nylon surlyn film // *J. Food Sci.*, 1978, 43, 1519.
15. Thomson, J.E. Microbial counts and rancidity of fresh fryer chickens as affected by packaging materials, storage atmosphere, and temperature // *Poult. Sci.*, 1970, 49, 1104.
16. Baker, R.C., Darfler, J., Vadehra, D.V. Effect of storage on the quality of chicken frankfurters // *Poultry Sci.*, 1972, 51, 1620.
17. Seigel, D.G. Technical aspects of producing cook-in-hams // *A/ea£ Process.*, 1982, 11, 57.
18. Terlizzi, EM., Perdue, R.R., Young, L.L. Processing and distributing cooked meats in flexible films // *Food Technoi*, 1984, 38(3), 67.
19. Rosinski, M.J., Barmore, C.R., Dick, R.L., Acton, J.C. Research note: FUM-to-meat-adhesion strength for a cook-in-the-film packaging system for a poultry meat product // *Poult. Sci.*, 1990, 69, 360.
20. Rosinski, M.J., Barmore, C.R., Dick, R.L., Acton, J.C. Film sealant and vacuum effects on two measures of adhesion at the sealant-meat interface in a cook-in package system for processed meat // *J. Food Sci.*, 1989, 54, 863.
21. Clardy, CB., Dawson, P.L. Film type effects on meat-to-film adhesion examined by scanning electron microscopy // *Poult. Sci.*, 1995, 74, 1053.
22. Clardy, CB., Han, I.Y., Acton, J.C., Wardlaw, F.B., Bridges, W.B., Dawson, P.L. Protein-to-film adhesion as examined by ammo acid analysis of protein binding to three different packaging films // *Poult. Sci.*, 1998, 11, 745.
23. Yoshii, J. Recent trends in food packaging development in consideration of environment // *Packag.Jpn.*, 1992, 13(67), 74.
24. Labuza, T.P., Breene, W.M. Applications of «active packaging» for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life food // *J. Food Process. Preserv.*, 1989, 13(1), 31.
25. Torres, J.A., and Karel, M. Microbial stabilization of intermediate moisture food surfaces. III. Effects of surface preservative concentration and surface pH control on microbial stability of an intermediate moisture cheese analog // *J. Food Process. Preserv.*, 1985, 9, 107.

26. Vojdani, E, Torres, J.A. Potassium sorbate permeability of methylcellulose and hydroxypropyl methylcellulose coatings: effects of fatty acids /// *Food Sci.*, 1990, 55, 941.
27. Rico-Pena, D.C., Torres, J.A. Oxygen transmission rate of edible methylcellulose-palmitic acid film /// *Food Process. Eng.*, 1990, 13, 125.
28. Siragusa, G.R., Dickson, J.S. Inhibition of *L. monocytogenes* on beef tissue by application of organic acids immobilized in a calcium alginate gel /// *J. Food Sci.*, 1992, 46, 1010.
29. Davidson, P.M., Juneja, V.K. Antimicrobial agents // *Food Additives* / Branen, A.L., Davidson, P.M., Salminen, S., eds. — New York: Marcel Dekker, 1990 — P. 83.
30. Robach, M.C., Sofos, J.N. Use of sorbates in meat products, fresh poultry and poultry products: a review /// *J. Food Prot.*, 1982, 55, 1468.
31. Maas, M.R., Glass, K.A., Doyle, M.P. Sodium lactate delays toxin production by *Clostridium botulinum* in cook-in-bag turkey products // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1989, 55(9), 2226.
32. Padgett, T. Incorporation of food-grade antimicrobial compounds into biodegradable packaging films /// *Food Prot.*, 1998, 61, 1330.
33. Dawson, P.L. Developments in antimicrobial packaging // Proceedings of the 33rd National Meeting in Poultry Health and Processing, 1998, 94.
34. Hoffman, K., Han, I.Y., Dawson, P.L. Efficacy of antimicrobial agents in corn zein films // *IntJ. Microbiol.*, направлено для публикации.
35. Natrajan, N., Sheldon, B.W. Evaluation of bacteriocin-based packaging and edible film delivery systems to reduce Salmonella in fresh poultry // *Poult. Set.*, 1995, 74 (Suppl. 1), 31.
36. Sheldon, B.W. Efficacy of nisin impregnated pad for the inhibition of bacterial growth in raw packaged poultry // *Poult. Sci.*, 1996, 75 (Suppl. 1), 97.
37. Baird, B. Sous Vide: What's all the excitement about? // *Food Technol*, 1990, 44(11), 92.
38. Rhodehamel, E.J. PDA's concerns with sous vide processing // *Food Technol*, 1992, 46(12), 73.
39. Conner, D.E., Scott, V.N., Bernard, D.T., Kautter, D.A. Potential *Clostridium botulinum* hazards associated with extended shelf-life refrigerated foods: a review /// *J. Food Safety*, 1989, 10, 131.
40. Palumbo, S.A. Is refrigeration enough to restrain foodborne pathogens /// *J. Food Prot.*, 1986, 49, 1003.
41. Moberg, L. Good manufacturing practices for refrigerated foods /// *J. Food Prot.*, 1989, 52, 363.
42. Recommendations of the U.S. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods: I HACCP principles, II meat and poultry. HI seafood / U.S. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (US NACMCF) // *Food Control*, 1991, 2(4), 202.
43. Smith, J.P., Toupi, C, Gagnon, B., Voyer, R., Fiset, P.P., Simpson, M.V. Hazard analysis and critical control point (HACCP) to ensure the microbiological safety of sous vide processed meat/pasta product // *Food Microbiol*, 1990, 7, 177.

44. Wyatt, L. D., Guy, V. Relationship of microbial quality of retail meat samples and sanitary conditions // *FoodProt.*, 1980, 43, 385.
45. Harris, R. D. Kraft builds safety into next generation refrigerated foods // *Food Process.*, 1989, 50(13), 111.
46. Daniels, R. W. Applying HACCP to new-generation refrigerated foods at retail and beyond // *Food Technol.*, 1991, 45(6), 122.

Дополнительная литература

47. *Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods* / Blackstone, B. A., ed. — 2nd ed. — Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 1999.
48. *Controlled/Modified Atmosphere Packaging of Foods* / Brody, A. L., ed. — Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, 1989.
49. *The Microbiology of Poultry Meat Products* / Cunningham, F. E., Cox, N. A., eds. — San Diego, CA: Academic Press, 1987.
50. *Packaging Foods with Plastics* / Jenkins, W., Harrington, J. P., eds. — Lancaster, PA: Technomic Publishing, 1991.
51. *Food Packaging* / Robertson, G. L., ed. — New York: Marcel Dekker, 1998.

7. Качество мяса: органолептические и инструментальные методы оценки

Бренда Г. Лион, Клайд Е. Лион

Введение

Существует несколько подходов к проблеме качества. Качественными продуктами называют те продукты, которые отвечают определенным потребностям или ожиданиям потребителей, а также являются безопасными и полезными. Продукты, которые могут быть изготовлены и проданы с выгодой для производителя — это качественные продукты. Продукты, переработка и реализация которых отвечает требованиям организаций, регулирующих коммерческие поставки пищевых продуктов — это также качественные продукты. Качество имеет несколько направлений в зависимости от точки зрения того, кто его оценивает: сотрудники органов надзора, производители или конечные потребители.

Потребителей интересует внешний вид, аромат (запах), вкус, текстура и акустические характеристики продукта, которые являются показателями качества и оцениваются органами чувств. Человек, проводящий испытания, т. е. дегустатор, измеряет эти характеристики (сенсорные признаки) путем оценки продуктов и проставления соответствующих баллов в бумажных или электронных формах. При помощи приборов можно измерять характеристики, непосредственно связанные с физическими или химическими свойствами продукта. Эти два вида измерений применяются совместно, чтобы получить как можно большее количество данных и сделать обоснованное заключение о качестве. В этом разделе рассматриваются те показатели качества, которые воспринимаются и оцениваются потребителями (внешний вид, аромат и запах, вкус, текстура, акустические характеристики), и их взаимосвязь с измеряемыми физико-химическими характеристиками.

7.1. Составляющие органолептической оценки качества

Органолептическая оценка, иногда называемая сенсорной, представляет собой анализ признаков продукта, воспринимаемых органами чувств человека, — обонянием, вкусом, осязанием, зрением и слухом. Для проведения оценки органолептических характеристик и предоставления результатов используются люди — потребители или пользователи продукта. Инструментальные методы применяются для измерения некоторых физических или химических свойств, влияющих на сенсорные раздражители, воспринимаемые человеком и вызывающие определенную реакцию. Приборы не измеряют органолептические характеристики, однако они позволяют провести измерение связанных с ними параметров, по результатам которого можно предсказывать ощущения, возникающие при потреблении продукта. Органолептические и инструментальные методы равно необходимы при оценке вкусовых качеств. Органолептическая оценка более сложна в проведении и обработке результатов. Люди различаются по врожденной способности ощущать раздражители и по опыту работы с пищевыми продуктами. Это составляет основу для неврологической классификации раздражителей и многообразия получаемых откликов. С другой стороны, приборы могут быть отградуированы и запрограммированы на получение отклика заданным способом, однако смысл этого отклика должен быть интерпретирован человеком и подтвержден его сенсорным восприятием.

7.2. Оценка пищевых продуктов при помощи пяти чувств

Пять чувств — вкус, обоняние, зрение, осязание и слух. Схема восприятия пищевых продуктов приведена на рис. 7.1.

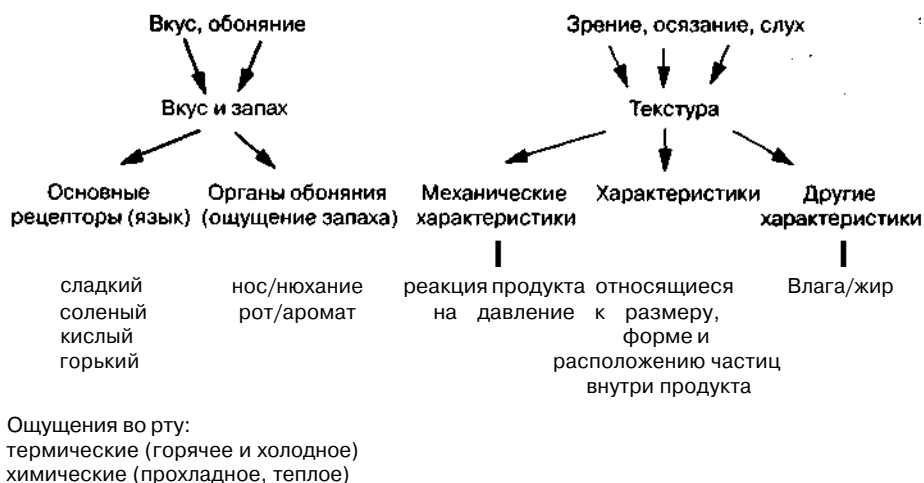


Рис. 7.1. Составляющие основных чувств

7.2.1. Вкус и аромат

Ощущения запаха и вкуса взаимосвязаны, вместе они определяют оценку той составляющей качества, для обозначения которой иногда используют термин «флейвор» (*flavor*). Летучие вещества представляют собой небольшие молекулы, высвобождающиеся из продукта (при нагреве, пережевывании пищи и т. д.) и реагирующие с рецепторами ротовой и носовой полости. Сигналы рецепторов поступают в мозг, где они обрабатываются. В результате формируются ощущения вкуса: сладкий, кислый, соленый или горький (четыре базовых ощущения вкуса), а также более специфические ощущения (например, вкус мясного бульона, куриный, фруктовый и т. д.). Основные рецепторы четырех базовых ощущений вкуса расположены на языке и других поверхностях полости рта. Рецепторы летучих веществ локализованы в различных отделах носовой полости. Вдыхание носом (нюхание) — способ сбора и концентрирования этих веществ и их воздействия на рецепторы носовой полости для дальнейшей обработки и идентификации.

7.2.2. Зрение, осязание и слух

Чувства зрения, осязания и слуха имеют отношение к структуре и состоянию компонентов продукта. При помощи зрения оцениваются такие органолептические признаки, как внешний вид и цвет. Рецепторы глаз возбуждаются при попадании на них световых волн, в результате чего сигнал от рецепторов передается в мозг для обработки. Следовательно, ощущение внешнего вида и цвета продукта включает в себя глаза человека как орган чувств и компоненты объекта (продукта), которые отражают или пропускают свет. Технически цвет измеряется с помощью приборов, определяющих количество света с определенной длиной волны, отраженное объектом. Однако понятие цвета является значительно более сложным. Человек ощущает цвет в виде образа, в то время как приборы разлагают его по отдельным длинам волн.

Примерами свойств текстуры, воспринимаемой зрением, могут служить гладкость или шероховатость. Физические свойства текстуры — механические и геометрические характеристики, связанные со структурой. К ним относятся прочность, размер, форма, а также составные части, ощущаемые при разрушении продукта под действием приложенной силы. Эта сила может возникать при сдавливании продукта зубами или при воздействии измерительного прибора.

Другие характеристики, такие как маслянистый, жирный, влажный, сухой связаны с ощущениями во рту и чувством осязания. Для оценки текстуры может быть использовано также чувство слуха. Например, способность к хрусту является важным показателем качества для теста и панировки, которые часто используются при производстве продуктов из птицы.

7.2.3. Другие характеристики

Химические и тепловые ощущения во рту, такие как прохладный, теплый, горячий, холодный являются еще одним типом показателей продукта, воспринимаемых органами чувств. Они относятся к так называемым тепловым ощущениям и связаны с реакцией на раздражение клеток поверхности рта, языка и горла.

7.3. Органолептические методы оценки качества продуктов из мяса птицы

Существует два основных подхода к органолептическим методам оценки. В лабораторно-аналитических методах привлекается небольшое количество участников испытаний, перед которыми ставится задача: определить, имеется ли различие между образцами, и каковы его природа, направление и интенсивность. Эмоционально-потребительские (аффективные) методы предполагают привлечение большого количества дегустаторов и включают в себя тесты, позволяющие определить, как потребитель ощущает продукт и реагирует на него и оценить предпочтения, приемлемость, отношение типа нравится-не нравится. В лабораторных и потребительских методах применяются различные дегустационные критерии.

7.3.1. Лабораторно-аналитические методы

Методы, целью которых является установление различий между продуктами и описание этих различий, называются лабораторно-аналитическими. Для проведения испытаний с применением этого метода создается небольшая дегустационная комиссия из 6-12 человек, отобранных по остроте восприятия органолептических показателей и способности к описанию анализируемых продуктов. Дегустационные комиссии могут включать в себя штатных сотрудников или привлеченных со стороны и прошедших тренинг (обучение) и тестирование. Ключевым фактором здесь является отбор и тренинг участников, предусматривающий оценку продуктов по определенным показателям, а не только по принципу нравится-не нравится. Центром внимания при испытаниях является определение признаков продуктов с использованием дегустационной комиссии в качестве измерительного инструмента или прибора. Комиссии должны быть проверены на способность к достоверным и согласованным откликам. Дегустационные комиссии можно разделить на обученные, полуобученные и экспертные. Обученная комиссия — это группа испытателей, прошедших ориентацию и отбор по остроте восприятия на специальных занятиях. Они прошли достаточно длительное обучение по применению языка описаний. Результаты испытаний, проведенных такой комиссией, проверены на достоверность выявления различий между продуктами. Некоторые исследователи проводят сокращенный курс обучения или предоставляют участникам комиссии лишь инструкции по проведению испытаний. Такие группы называют полуобученными. Этот подход является не совсем правильным. К экспертам-дегустаторам относятся специалисты, прошедшие обучение, участвовавшие во многих соответствующих профилю комиссиях или выполнявшие много аналогичных испытаний и очень хорошо знающие характеристики категорий продуктов и процедуры тестирования.

7.3.2. Потребительские методы

Методики, направленные на установление реакций потребителей (пользователей продуктов) при оценке определенных образцов, называются потребительскими (эмоциональными) методами. При работе с группой дегустаторов-потребителей

путем опроса выясняют реакции нравится-не нравится, приемлем-не приемлем и предпочтительность свойств продуктов. Реакции потребителя могут быть косвенно связаны с присутствием или отсутствием специфических признаков. Нравится ли продукт потребителю? Насколько он ему нравится? Какой образец имеет более острый вкус? Более нежную консистенцию? Предпочитают ли потребители данный продукт настолько, чтобы всегда покупать именно его, а не другие, подобные ему? Является ли данный продукт *приемлемым*, хотя потребитель *предпочитает* менее острый? Дегустаторами в таких исследованиях должны быть потребители продуктов. Группа дегустаторов-потребителей должна включать большее количество участников, чем обученная дегустационная комиссия, поскольку заключения, сделанные на основе результатов испытаний в данной группе, должны быть экстраполированы на все население. Участники потребительской дегустационной группы не проходят специального отбора и обучения, за исключением тех случаев, когда определяются демографические профили больших групп населения. Потребительские дегустации направлены на выявление *отношения* дегустаторов к продукту как *побудительной причины* для поведения потребителей в целом.

7.3.3. Выбор метода испытания

Для обоснованного выбора метода испытаний — сравнительно-различительного или потребительского (эмоционального) — следует ответить на шесть основных вопросов:

1. Различаются ли образцы?
2. По каким органолептическим показателям они различаются?
3. Можно ли это различие выразить количественно?
4. Каково направление различий (например, более соленый, менее жесткий)?
5. Как сравнить этот образец с аналогичными продуктами?
6. Насколько эти различия важны с точки зрения потребителя?

Обычно, как следует из порядка заданных вопросов, начинают с различительных или описательных испытаний, позволяющих установить характеристики продукта. Затем проводится опрос потребителей по приемлемости, предпочтительности и отношению типа нравится-не нравится в целях выяснения значимости выявленных различий для потребителя.

При разработке нового продукта и маркетинговом исследовании возможен другой подход. С помощью изучения мнения потребителей определяется, какая концепция новых продуктов может быть ими воспринята, и какие свойства продукта являются желательными. Затем с помощью обученной дегустационной комиссии, оценивающей и отбирающей прототипы, создается продукт, обладающий этими свойствами.

В любом случае назначение и функции дегустационных групп и комиссий сохраняются. Потребительские группы должны быть достаточно многочисленными для достоверного моделирования реакции и спроса населения на тестируемый продукт. Обученные дегустационные комиссии состоят из небольшого количества участников, отобранных по остроте восприятия органолептических показателей, задача которых состоит в точном определении заметных различий между образцами.

7.4. Условия проведения органолептических испытаний

В этом разделе рассмотрены в основном различительные испытания с помощью небольших дегустационных комиссий. Внутренние комиссии предприятия могут состоять из штатных сотрудников или исследователей, могут быть едиными для компании или создаваться внутри отделов. Очень важен отбор и обучение участников комиссии — они должны быть прежде всего отобраны по своим способностям ощущать небольшие различия в аромате, вкусе и текстуре. Участники испытания должны также уметь описывать характеристики продукта. Хотя способность ощущать вкус и запах очень важна, не меньшее значение для получения правильных результатов испытания имеют состояние здоровья, положительное отношение и мотивация дегустатора. Одинаково важны готовность и возможность принимать участие в обучении и в проведении дегустационных испытаний. Важным моментом, о котором не следует забывать, является то, что под обучением дегустаторов подразумевается нечто большее, чем простое пояснение опросных листов. Функция членов обученной дегустационной комиссии как «чувствующих приборов», состоит в описании своего восприятия по специальным заданиям, что должно быть полностью отделено от их собственного отношения по принципу нравится-не нравится.

7.4.1. Подготовка и представление образцов

Образцы, предоставляемые для оценки, должны быть отделены от одного общего однородного источника. Это требование вызывает определенные трудности при органолептическом анализе кусковых мышечных мясных продуктов, поскольку они не столь гомогенны, как другие виды продуктов, например, мука или напитки. Выбор способа подготовки образцов из мяса птицы зависит от поставленной задачи, например, как много образцов потребуется подготовить одновременно. Другим фактором является способ тепловой обработки, разделки и подачи, который должен обеспечивать предоставление всем членам дегустационной комиссии примерно одинаковых образцов в одинаковых условиях.

Испытуемые образцы, предоставляемые членам комиссии, должны иметь одинаковый размер. Кроме того, подаваемые образцы должны иметь одинаковую температуру. Проведение дегустации должно быть обеспечено столовыми приборами (вилки, зубочистки и т. д.). В промежутке между подачей образцов необходимо ополаскивать рот фильтрованной водой для того, чтобы предотвратить влияние остаточных вкусовых ощущений. В некоторых случаях для этого могут потребоваться несоленые крекеры, яблоки или другие продукты.

Выбор метода приготовления продуктов также определяется целью испытания. Ряд исследований проводился с использованием в качестве объекта обжаренных мясных продуктов. При этом необходимо четко оговорить следующие вопросы: расположение кусков на противне, положение противня в печи, контроль температуры внутри образцов без прерывания процесса, проведение обжарки в открытом или закрытом виде, температура в печи, значение конечной температуры внутри продукта.

В качестве примера можно привести схему подготовки к испытанию и приготовления образцов, включающую обработку грудок бройлеров нагревом в запаянных пакетах, погруженных в воду [1]. Этот метод позволяет наилучшим образом обеспечить идентификацию образцов путем маркировки пакетов и одновременное приготовление большого количества образцов. Он также позволяет регистрировать массу отдельных грудок до и после обработки и определять выход, проводить анализ как собственно мяса, так и жидких и сухих веществ, выделяющихся в процессе нагрева [2-4]. В литературе имеются данные о влиянии способа тепловой обработки на показатели качества готового мяса грудок бройлеров [5-7].

7.4.2. Помещение для проведения испытаний

Часть помещения или комната, где членам дегустационной комиссии представляются образцы и проводятся испытания, требуют особого контроля параметров окружающей среды, таких как постоянная и комфортабельная температура и влажность, отсутствие посторонних запахов, шума и других факторов, отвлекающих внимание. Такой контроль необходим, поскольку человек — участник испытания — устроен таким образом, что он бессознательно получает и обрабатывает одновременно множество внешних сигналов-раздражителей. Для того чтобы дегустаторы могли сосредоточить внимание на меньшем количестве специфических раздражителей (т. е. на анализируемом образце), им должно быть предоставлено помещение, которое минимизирует влияние любых посторонних сигналов, не связанных с образцом. Помимо контроля параметров окружающей среды, необходимо наличие отдельных кабинок, позволяющих представлять образцы каждому участнику дегустации независимо от других участников для предотвращения воздействия отвлекающих внимание факторов и для исключения любого взаимодействия и сговора части членов комиссии. Схема помещений для самостоятельной лаборатории органолептических испытаний показана на рис. 7.2.

При проведении дегустаций также необходимо контролировать освещение. Если определение внешнего вида является важной частью испытания, то освещение не должно давать тени, а спектр света должен соответствовать анализируемому образцу. С другой стороны, если основной задачей испытания является вкус или ощущение текстуры во рту, то может потребоваться специальное освещение для маскировки различий, которые участники испытания могут использовать, выбирая отличающиеся образцы по внешнему виду, а не по вкусу или текстуре, как того требует задание. В некоторых лабораториях для этого применяют красный, зеленый или даже голубой свет. Часто в качестве источника монохроматического излучения применяются лампы с парами натрия, дающие ровный оранжевый и коричневый свет.

Помещения для проведения органолептических испытаний могут варьироваться от участков стола, разделенных небольшими перегородками, до комплекса помещений специализированной лаборатории органолептического анализа, включающих помещение для ожидания, комнату для учебных занятий, дегустационные кабины с компьютерными системами ввода данных, помещение для обслуживания и для подготовки образцов (кухню). Ключевыми факторами при проведении дегустаций

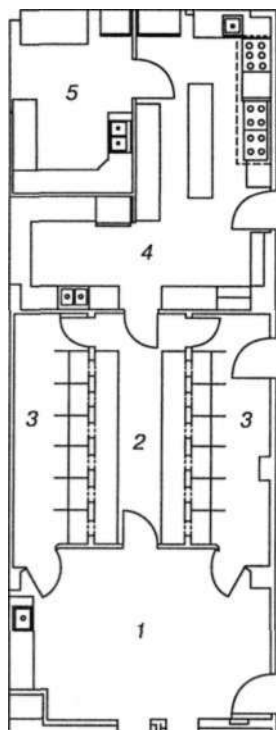


Рис. 7.2. Схема помещений лаборатории органолептических испытаний:
 / — помещение для проведения учебных занятий, оборудовано столами, стульями, классной доской и другими наглядными пособиями; 2 — помещение для обслуживания дегустаторов, т. е. для раздачи образцов в отдельные кабинки для дегустаторов, расположенные по обе стороны данного помещения; 3 — помещения для испытаний, в каждом помещении находится шесть изолированных кабинок, расположенных по обе стороны помещения для обслуживания, каждая кабина оборудована компьютерными устройствами для ввода данных; 4 — помещение для подготовки образцов, оборудовано раковинами, шкафами, печами, имеет место для обработки результатов; 5 — помещение лаборатории инструментальных методов анализа, таких как измерение цвета, текстуры, аромата с помощью «электронного носа», оборудовано также вытяжкой для приготовления образцов ароматических веществ

являются как можно более тщательный контроль окружающей среды и создание условий, позволяющих дегустаторам, оценивающим продукт, сосредоточиться на восприятии раздражителей, связанных с продуктом, а не с внешним воздействием.

7.5. Методы органолептических испытаний

7.5.1. Сравнительно-различительные методы

В сравнительно-различительных испытаниях дегустатор анализирует набор образцов и определяет, отличается ли каждый из них от других. Если какое-либо различие

отмечено значимым количеством участников дегустации, то оно считается истинным. Результат заранее известен исследователю, который обрабатывает ответы участников как правильные или неправильные, затем по таблице устанавливает значимость в зависимости от количества образцов, количества участников анализа и статистической вероятности выбора правильного образца. Детальное описание таких испытаний и статистические таблицы для интерпретации данных могут быть найдены в нескольких популярных учебных пособиях [8, 9].

Сравнительные испытания включают метод треугольника (триангулярный), метод «два-три», парное сравнение, метод «А не А», «два из трех» и «два из пяти». Эти методы обычно включают определение различия между двумя образцами. Предоставляются несколько пар образцов и участники испытания должны выбрать из них одну или две по заданному критерию. Их ответы регистрируются как правильные или неправильные.

7.5.1.1. Метод треугольника

В методе треугольника каждому дегустатору представляется три закодированных образца, два из них одинаковы, один отличается от прочих. Каждый из участников дегустации имеет один шанс из трех (33,3%) указать правильный образец путем случайного выбора. Следовательно, чтобы сделать заключение об истинности различия, суммарное соотношение ответов должно превышать один к трем. Дегустатору выдается задание оценить вкус, запах и т. д. трех закодированных образцов в заданном порядке и установить, какой из этих трех образцов отличается. Последовательность образцов носит случайный характер, чтобы избежать искажения результатов. Обычно в задании не используются уточняющие вопросы, например, «Какой образец отличается от остальных по сладости?». Такой вопрос приводит к оценке дегустатором только ощущения сладкого вкуса, в то время как действительное различие может быть связано с другими признаками. Пример протокола испытания по методу треугольника приведен на рис. 7.3.

Имя _____ Дата _____

Задание: Два из трех образцов одинаковы, один отличается.
Определить, какой образец отличается от остальных.

№ образца	Отличающийся образец
526	
344	
879	

Рис. 7.3. Протокол испытания по методу треугольника

7.5.1.2. Метод «два-три»

В методе «два-три» представляется три образца. Один обозначается как контрольный (образец сравнения), а два других закодированы. Один из закодированных образцов идентичен контрольному образцу. Дегустатор имеет один шанс из двух возможных (50%) указать правильный образец путем случайного выбора. Контрольный образец

может либо представлять собой один из двух образцов на протяжении всего испытания либо варьироваться определенным образом. Перед дегустатором не ставится задача сосредоточиться на определенных характеристиках, он должен только определить, какой образец совпадает с контрольным.

7.5.1.3. Метод «два из пяти»

В методе «два из пяти» участник получает пять закодированных образцов. Два образца относятся к одному набору, а другие три — к другому. Задача дегустатора — идентифицировать наборы, состоящие из одинаковых образцов. Вероятность угадывания правильного ответа в этом случае равна $1/10$, следовательно, этот метод более эффективен, чем метод треугольника. Недостатком этого метода является в более сильное утомление восприятия, особенно в тех случаях, когда при испытании проводится оценка вкуса и ощущения текстуры во рту. Этот метод успешно применяется в испытаниях, включающих визуальные, слуховые и осязательные ощущения.

7.5.1.4. Метод парного сравнения

В методе парного сравнения дегустатор получает в паре два образца и оценивает их, сравнивая их по определенным показателям. Оценка заключается в выборе образца, имеющего более высокую (или низкую) интенсивность анализируемого признака. При использовании этого метода в задании для дегустатора может быть указан определенный признак, на котором он должен сосредоточить свое внимание, например, какой из образцов является более сладким.

Обычно в методах сравнения задание состоит в том, чтобы определить существует или отсутствует различие. Если различие существует, то для установления его основы и направления могут быть проведены дальнейшие испытания.

7.5.2. Методы ранжирования

Методы ранжирования сходны с методом парного сравнения, относящегося к группе сравнительно-различительных. Различия заключаются в том, что представляется более двух образцов, и дегустаторов просят расположить образцы в ряд в определенном порядке. Например, ранжировать образцы от наиболее до наименее нежных, от наиболее до наименее сладких. Это примеры оценки образцов по определенным критериям — нежности и сладости, а также выявления направлений различия по этим показателям. Потребительские испытания (с большим количеством необученных участников) также могут быть основаны на методах ранжирования, если задание заключается в том, чтобы участники расположили образцы в определенном порядке: от наименее до наиболее приемлемых или наоборот.

7.5.3. Методы с использованием шкал и категорий

Методы, основанные на определении различий, могут также использовать определенную шкалу категорий, в соответствии с которой продукты оцениваются по отдельным признакам, и дегустаторов просят выразить наличие данных показателей количественно. Шкала категорий может также применяться при опросах потребителей, когда отдельный признак оценивается по степени выраженности отношения

(нравится-не нравится), приемлемости и предпочтительности. Шкала может представлять собой ряд цифр (например, от 1 до 5), привязанных к определенным терминам, таким как «очень нежный», «средней нежности» и т. д. Шкала может быть неструктурированной и связанной только с крайними точками и серединой диапазона при помощи прилагательных или пиктограмм (например, в виде изображения лица от хмурого до улыбающегося). Дегустатор в этом случае ставит метку на линии, отсчитывая ее слева направо и отмечая таким образом положение своей оценки данного показателя на непрерывном отрезке. Отмеченная на линии оценка измеряется с помощью линейки или автоматически при использовании компьютерной системы. Численные значения, отображающие оценки как в случае структурированных, так и неструктурированных (в виде отрезков) шкал, обрабатывают с помощью вариационного анализа для определения распределения дисперсий.

7.6. Описательные методы

Описательные методы представляют собой испытания, при проведении которых обученные дегустаторы устанавливают наличие воспринимаемых органолептических показателей какого-либо продукта и фиксируют их интенсивность. Вкус или текстура могут быть представлены в виде профиля (набора данных), профиль можно также построить по всем наиболее важным признакам продукта, начиная от его первоначального внешнего вида до ощущения, остающегося во рту после проглатывания продукта.

7.6.1. Профиль вкуса

Впервые метод определения профиля вкуса был разработан в 1949 г. фирмой *Arthur D. Little Company* [8]. Вкусовые характеристики описываются и выражаются количественно по согласованному мнению обученных членов дегустационной комиссии. Основную часть работы дегустаторы выполняют, располагаясь вокруг стола, за которым они сначала анализируют продукты индивидуально, а затем коллективно обсуждают свои реакции. Порядок, в котором проявляются характеристики аромата, вкуса и ощущения во рту очень важен при общей оценке продукта. Для определения положения образца в диапазоне от едва определяемого до ярко выраженного признака применяется упрощенная шкала интенсивностей. Поскольку конечный результат обычно получается после группового обсуждения, то для анализа данных статистические методы не применяются.

7.6.2. Профиль текстуры

Метод оценки органолептических характеристик текстуры и установления их связи с реологическими свойствами продукта был разработан фирмой *General Foods Research* в начале 1960-х гг. [10-12]. Были разработаны классификация свойств текстуры и терминология их описания, начиная от ощущения при укусе до ощущений после проглатывания. Для иллюстрации различных классификаций разработаны терминология

и примеры. Механические характеристики связаны с сопротивлением к разрушению (твердость, способность к сцеплению, упругость). Геометрические характеристики связаны с размером, формой и ориентацией отдельных компонентов или частиц, которые формируют структуру, и с их поведением при разрушении структуры под действием внешней силы, например, при жевании. Наконец, такие характеристики, как влажность и жирность, также рассматриваются как часть понятия текстуры. Для оценки всех этих характеристик необходимы обученные дегустаторы. Разработана также система шкал, позволяющая ранжировать или количественно описывать образцы пищевых продуктов по интенсивности доминирующих свойств, характерных для продукта. Если используется численное описание интенсивности, то результаты отдельных дегустаторов могут быть обработаны статистическими методами.

7.6.3. Другие методы определения профиля

Постоянно появляются новые разработки оригинальных профилей вкуса и текстуры, разнообразные методы построения описательных профилей. Некоторые из них в настоящее время запатентованы и зарегистрированы разработчиками в качестве товарных знаков, например, *QDA* (*Quantitative Descriptive Analysis* — количественный описательный анализ) [9] и *Sensory Spectrum* (Сенсорный Спектр) [8]. Оба эти метода включают разработку дегустаторами языка описаний и получение численных значений интенсивности ощущений, которые могут быть обработаны статистическими методами. Существуют разные пути разработки терминологии. Так, в *QDA* используется шкала интенсивностей, основанная на ассортименте анализируемых продуктов. В методе *Sensory Spectrum* разработана универсальная шкала для измерения интенсивности любых установленных характеристик в сравнении с другим образцом. Например, шкалу от 0 до 15 можно использовать для оценки сладости напитков, сравнивая их со сладостью растворов сахарозы концентрацией от 2% (2 балла) до 10% (10 баллов). Другой пример — характерный признак винограда, интенсивность которого оценена в 4 балла для винограда Кул-Эйд и в 12 баллов для уэльского виноградного сока (табл. 7.1). В соответствии с исходными условиями

Таблица 7.1. Пример универсальной шкалы* для определения интенсивности (в баллах) характерных признаков при оценке аромата и вкуса [8]

Значение по шкале, баллы	Характерный признак (дескриптор)	Образец сравнения (пример продукта)
2	Содовый	Минеральная вода
4	Виноградный	Виноград кул-эйд
7	Апельсиновый	Концентрат апельсинового сока
9,5	Апельсиновый	Мандарин
10	Виноградный	Уэльский виноградный сок
12	Вкус корицы	Жевательная резинка «Big Red»

* Интенсивность всех особенностей вкуса и аромата приведена к одной шкапе (линейной).

определения интенсивности группой подготовленных дегустаторов, оценка интенсивности характерных признаков мясного бульона в курином супе или в тушеном мясе птицы может быть сделана одной группой и правильно истолкована другой группой дегустаторов, обученных этому описательному методу. Язык или термины, используемые для описания отдельных признаков, разрабатываются самой группой участников испытания под руководством руководителя группы, который дает советы и рекомендации.

Опубликованы разные варианты этих методов, которые также успешно применяются. Методы построения профилей, основанные на свободном выборе, позволяют участникам разрабатывать свои собственные термины и оценки интенсивностей. Для интерпретации результатов испытаний по этим методам требуются современные статистические методы.

7.6.4. Рейтинговые шкалы

Рейтинговые шкалы, применяемые в описанных выше методах, имеют вид непрерывной линии, соединяющей низкий (нулевой) уровень интенсивности с очень высоким уровнем. Иногда вдоль линии с определенным интервалом или только на концах помещают пояснения в виде пиктограмм. Если на линии точно отмечены определенные интервалы, то такая шкала называется фадурованной. Если же на линии нет точных отметок, то шкала нефадурована и участник испытания оценивает интенсивность признака интуитивно.

7.7. Инструментальные методы анализа

Текстура считается наиболее важной характеристикой мяса птицы, которая в наибольшей степени зависит от возраста птицы и способов переработки. Учитывая важность этой характеристики, инструментальным методам оценки структуры мышечных волокон всегда уделялось большое внимание. Многие из основных научных положений относительно инструментальных измерений текстуры были сформулированы Боурном [13]. Большинство методов применяются для исследований разных типов пищевых продуктов, поэтому более правильно классифицировать методы исследования текстуры по способам, а не по объектам измерений. Он отметил также, что процесс пережевывания пищи представляет собой разрушение продукта перед глотанием, независимо от того, какой вид продукта находится во рту. Другой отмеченной особенностью является то, что фундаментальные методы инструментальных измерений определенных реологических свойств создавались учеными и инженерами, интересовавшимися теорией и практикой применения материалов и конструированием. Однако эти теории слабо применимы для описания процессов, происходящих во рту при жевании. Фактически две группы ученых ставят перед собой противоположные цели испытаний. Инженер стремится измерить прочность материалов в целях создания структуры, которая будет выдерживать внешнее воздействие без разрушения, в то время как специалист по пищевым продуктам чаще всего стремится измерить

прочность продукта в целях ослабления его структуры, чтобы она легче разрушалась. В этой ситуации измерение текстуры пищевых продуктов можно рассматривать в большей степени как определение слабости, а не прочности материалов.

Инструментальные методы определения нежности мяса разрабатывались и широко применялись учеными и специалистами по контролю качества, начиная с 1950-х гг. Эти методы позволяют получать воспроизводимые численные значения, которые можно связать с показателем нежности. В применении инструментальных методов существует опасность придания слишком большого смысла «числу» без понимания того, что оно выражает в реальности. Традиционно текстура рассматривалась слишком упрощенно: исследования были направлены на проведение одного или нескольких единичных измерений, по результатам которых делались заключения относительно всего процесса пережевывания продукта, сводящиеся к выбору между «нежный» или «жесткий». Корректное описание нежности мяса птицы включает в себя больше, чем единичный результат инструментального анализа, так как в послеубойный период происходят значительные биохимические изменения, влияющие не только на нежность, но и на показатели влагосвязывающей способности — сочность и деление влаги.

7.7.1. Некоторые инструментальные методы анализа текстуры

Данный раздел в основном посвящен, если не указано иное, мышечному мясу грудки, поскольку большинство исследований посвящено этой экономически важной части тушки. Особое внимание, уделяемое грудке, обусловлено также особенностями биохимических процессов в послеубойный период (см. гл. 4) и последующих изменений свойств мышечных волокон, что оказывает влияние на качество конечных продуктов. Необходимо отметить, что все описанные ниже методы можно применять для оценки мяса ног и бедра, а также как рубленых и эмульгированных продуктов, так и цельномышечных. Необходимо лишь определить объект анализа и выбрать подходящую методику. Измерение сдвиговой деформации наиболее важно для оценки цельномышечного кускового мяса, в то время как измерение деформации сжатия более пригодно для оценки сосисок, а оценка способности к сцеплению — для реструктурированных продуктов, таких как наггетсы и котлеты.

Наибольшее количество инструментальных данных при оценке нежности готового мяса птицы получено с помощью прибора Уорнера-Бретцлера (*Warner-Bratzler*) и сдвигового пресса Крамера (*Kramer Shear Press — KSP*). В основе работы этих приборов лежит срезание или разрезание мышечных волокон. Другая методика (инструментальный анализ профиля текстуры (*Texture Profile Analysis — TPA*)) использовалась для получения информации о текстуре продуктов из мяса птицы. Более глубокое описание принципов и методов измерения текстуры пищевых продуктов приведено в книге Боурна [13]; ниже дано только их краткое описание.

7.7.1.1. Испытания на усилие среза

Испытания на усилие среза применяются в течение многих лет. В этих методах образец располагают таким образом, чтобы лезвия (одинарные или в виде набора)

рассекали волокна в перпендикулярном направлении. Основной принцип таких испытаний заключается в том, что приложенная сила, необходимая для разрезания образца, связана с нежностью или жесткостью готового (термически обработанного) образца. Традиционно эта сила измеряется в единицах массы (т. е. в фунтах или килограммах), которые при необходимости могут быть переведены в ньютоны.

Прибор Уорнера-Бретцлера (*W-B*) для измерения усилия среза

Прибор *W-B* уже более 50 лет применяется для испытаний по срезанию (разрезанию) как красного мяса, так и мяса птицы [14]. Этот переносной прибор отличается небольшими размерами и состоит из прямоугольного ножа с треугольным отверстием в середине лезвия. Нож связан с датчиком, имеющим круговую шкалу. Образец известных размеров, обычно в виде цилиндра, вырезанного из красного мяса, или в виде прямоугольного кусочка в случае мяса птицы, помещается в треугольный вырез лезвия ножа. С помощью гидравлического мотора опускаются два стержня, направляющие образец на вершину треугольного отверстия ножа. В процессе опускания стержней на образец на круговой шкале прибора регистрируется пиковое усилие среза поперек волокон в фунтах или в килограммах. Достоинствами этого прибора являются его надежность, прочность, легкость в использовании, портативность и низкая стоимость (менее \$1200). Прибор пригоден для применения при контроле качества на местах. Ограничивающим фактором является то, что измеряется лишь пиковая нагрузка или пиковое усилие среза, и инспектор контроля качества должен располагать дополнительными органолептическими результатами, полученными путем дегустации, для интерпретации измеренного значения (рис. 7.4).

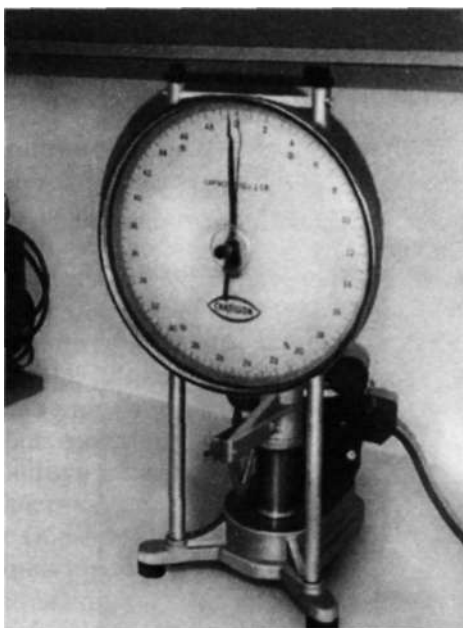


Рис. 7.4. Прибор Уорнера-Бретцлера для измерения усилия среза

Сдвиговый пресс Крамера (*KSP*)

Для исследования текстуры различных видов мяса, в том числе мяса птицы, широко применяется прибор для измерения усилия среза с помощью режущей ячейки, работающей на основе *KSP* [15]. Эта ячейка состоит из двух частей — металлического ящика с пазами (слотами), на который помещают образец, и из верхней части, в которой находятся 5 или 10 ножей, расположенных так, что они могут входить в слоты. Это устройство присоединяют к системе, опускающей набор ножей вниз через прямоугольный образец, размещенный на ячейке. Ножи сначала придавливают, а затем разрезают образец поперек волокон и выталкивают образовавшиеся кусочки с обратной стороны ячейки со слотами. Результаты выражаются в кг на 1 г образца (кг/г). Сдвиговый пресс, как и прибор *W-B*, является надежным, но значительно более тяжелым, менее портативным и более дорогим. Его первоначальная конструкция была модифицирована для прогнозирования качества лимской фасоли, а также для измерения параметров текстуры различных пищевых продуктов, включая овощи и фрукты.

Конструкции ножей систем *W-B* и *KSP* используются в других приборах, таких как универсальный испытательный прибор Инстрон (*Instron Universal Testing Machine*™, *Instron Corp., Canton, MA*) и анализатор текстуры фирмы «Текстурные Технологии» (*Texture Technologies Texture Analyzer*™, *Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY*).

Ячейку с набором из нескольких ножей называют также ячейкой Алло-Крамера. Нож *W-B* и ячейка Алло-Крамера представлены на рис. 7.5 и 7.6. Современные системы снабжены программным обеспечением для управления работой приборов и записи большого массива данных в виде зависимостей сила/расстояние или сила/время.

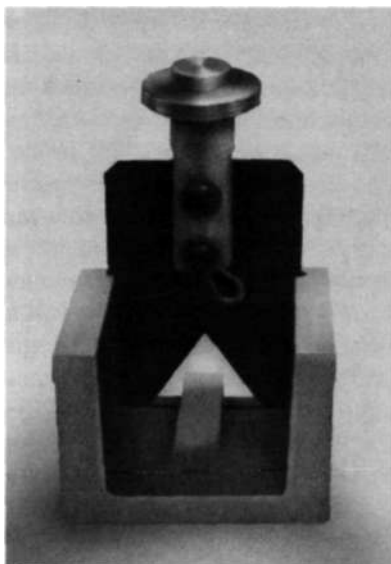


Рис. 7.5. Ячейка для разрезания Уорнера-Бретцлера (*W-B*) прибора Инстрон

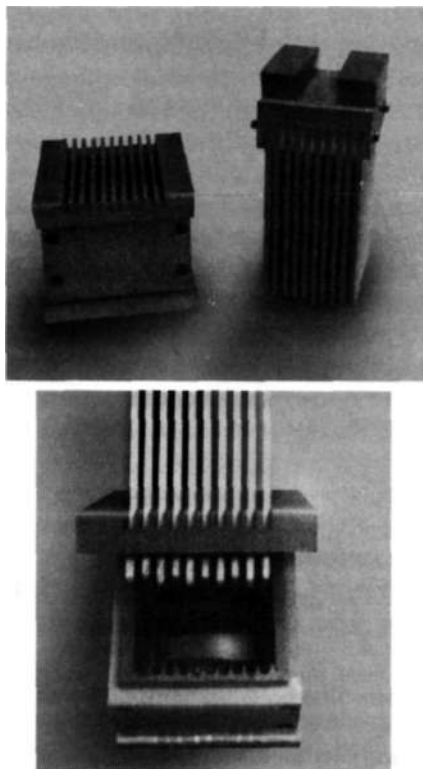
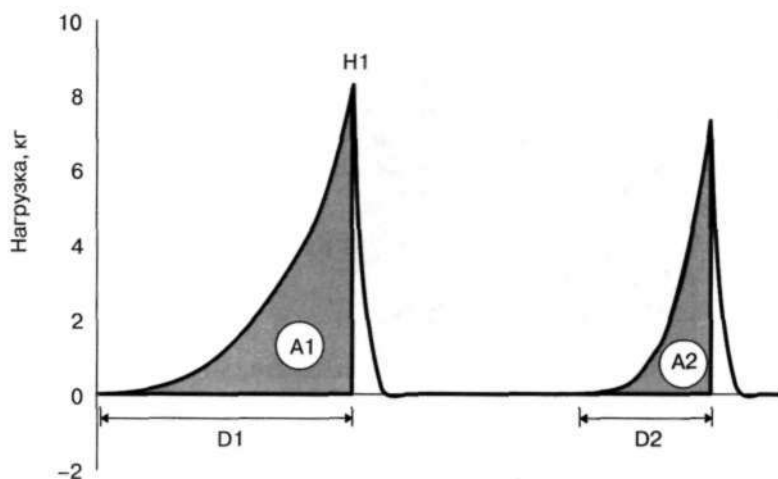


Рис. 7.6. Ячейка для разрезания Алло-Крамера прибора Инстрон

7.7.1.2. Определение профиля текстуры

Инструментальный метод определения профиля текстуры (*Texture Profile Analysis* — *TPA*) был введен для измерения совокупности свойств текстуры пищевых продуктов [10-12]. Необходимость многоточечных испытаний была доказана Брином, отметившим, что текстура является комплексным понятием и методы одновременного определения нескольких показателей более полезны, чем методы, основанные на определении только одного свойства [16]. Анализатор *TPA* был недавно усовершенствован Мулленом и др. [17].

Две типичные кривые, получаемые с помощью *TPA* для мяса цыплят, показаны на рис. 7.7. Указаны наиболее важные характеристики и способы их измерения. Наиболее важные характеристики текстуры, такие как прочность, упругость, когезионная способность (способность к сцеплению) и пережевываемость могут быть выделены и проанализированы. Образец для *TPA* представляет собой кусочек в форме круга, вырезанный из середины приготовленного мяса. Перед испытанием исследователь должен задать степень сжатия (%) образца в процессе анализа. В соответствии с литературными данными обычно применяют степень сжатия в диапазоне 60-80% от первоначальной высоты образца. При степени сжатия менее 60% образец деформируется



Подпись под графиком:

Прочность = $H1$ = макс, нагрузка первого пика, кг

Когезионная способность = $A2 / A1 = (\text{площадь пика 2, мм}^2) / (\text{площадь пика 1, мм}^2)$

Упругость = $D2 / D1 = (\text{расстояние 2, мм}) / (\text{расстояние 1, мм})$

Пережевываемость = Прочность $\times$ Когезионная способность $\times$ Упругость

Рис. 7.7. Типичные кривые, получаемые при анализе профиля текстуры (TPA) мяса цыплят [2]

недостаточно сильно для получения измеряемых изменений, а сжатие более чем на 80% так сильно разрушает структуру образца при первом сжатии, что второе сжатие не дает никакой информации или ее значимость низка. Исследуемый образец помещается на плоскую металлическую пластину, после чего верхняя пластина, связанная с источником нагрузки, устанавливается в точке контакта с образцом (начальная точка). Заданная степень сжатия преобразуется в перемещение ползунка из начальной позиции. После первого сжатия и возврата ползунка в исходное положение сразу же начинается второе сжатие. Анализатор *TPA* больше подходит для исследовательских целей, чем сдвиговые приборы *W-B* и *KSP*. Однако стоимость таких приборов, как Инстрон и анализатор текстуры и затраты на их обслуживание значительно выше; эти приборы не являются переносными.

7.7.2. Образцы для определения усилия среза или профиля текстуры

Независимо от метода инструментального испытания размеры образца оказывают наиболее сильное влияние на полученные результаты, и их необходимо всегда указывать вместе с результатами измерений [18,19]. При оценке образца мяса необходимо учитывать физические характеристики продукта, используемые потребителями. Например, если применявшаяся обработка оказывает прямое влияние на толщину мяса вследствие сокращения мышцы (время от убоя или охлаждения до обвалки), то такие же различия в толщине должны быть использованы и при испытании. Однако

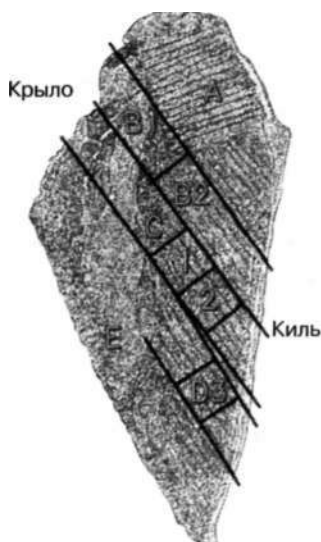


Рис. 7.8. Схема приготовления образцов из отдельной готовой мышцы бройлера для органолептических и инструментальных испытаний

Область В — полоска шириной 2 см, используется для измерения усилия среза на приборе *W-B*.

Из области С вырезается полоска шириной 2 см. Концы обрезаются и кусочки 1 и 2 (примерно 2 см²) используются для дегустации.

Участки А, Д и Е предназначены для исследований с использованием образцов, нарезанных в форме кубиков

если целью исследования является проверка чувствительности инструментальной методики, то потребуются образец стандартных размеров (по высоте и ширине). Применяемая в большинстве американских лабораторий схема приготовления образца из грудной мышцы бройлера для органолептических и инструментальных испытаний показана на рис. 7.8.

7.7.3. Взаимосвязь инструментальных методов и результатов органолептической оценки текстуры

Как указывалось ранее, существует опасность сведения комплексного многостороннего понятия текстуры к единичному измеренному числу. Для определения взаимосвязи инструментальных и органолептических данных по текстуре был проведен целый ряд исследований [20–22].

7.7.3.1. Цельномышечные образцы

Для установления корреляции органолептических характеристик, полученных с помощью группы из пяти необученных участников, с результатами измерений на *KSP* использовались образцы из целой мышцы [20]. В целях имитации различной текстуры готового мяса применялись разные способы обработки. Было установлено, что данные,

полученные при органолептическом анализе и измерениях с использованием *KSP*, коррелируют друг с другом, при этом значения свыше 8 кг/г соответствовали органолептической характеристике «от нежного до очень нежного». Также был сделан вывод, что вследствие очень большого доверительного интервала при уровне вероятности 95% группа из пяти необученных участников слишком мала для количественной оценки органолептических характеристик. В других исследованиях для установления корреляции текстуры мяса грудки бройлера с данными четырех инструментальных методов количество необученных участников было увеличено до 24 [21, 22]. Для получения образцов с диапазоном текстуры мяса от жесткой до нежной применялись 4 временных интервала до обвалки грудной мышцы в следующем диапазоне: сразу после снятия оперения (послеубойный период 0 ч) до выдерживания целой тушки в течение 24 ч. Использовались четыре инструментальных метода: прибор *W-B* с насадкой, прибор Алло-Крамера (т. е. *KSP*), ячейка *W-B* в составе прибора Инстрон и вариант прибора *KSP* с одним ножом (*SB-AK*). Все устройства для измерения усилия среза, за исключением *W-B* с насадкой, применялись в составе прибора Инстрон.

Результаты приведены в табл. 7.2. Их значение состоит в том, что для установления связи каждого метода измерения с органолептическим восприятием нежности группой участников вместо единичного измеренного значения учитывали диапазон этих значений. При оценке использовалась не упрощенная шкала типа «да-нет» (жесткий или нежный), а градация по степени ощущений от «очень жесткий» до «очень нежный». Эти результаты применяются специалистами по контролю качества при осуществлении контроля технологического процесса и получения оптимальной для потребителей нежности.

Опубликованы данные по корреляции результатов *TPA* с оценкой мяса грудки бройлеров, обученной дегустационной комиссией, при переменной длительности послеубойного периода до обвалки (4 значения: < 5 мин, 2, 6, 24 ч) и двух методах

Таблица 7.2. Инструментальные значения усилия среза, соответствующие органолептическим категориям нежности [21, 22]

Органолептическая характеристика нежности	Приборы для измерения усилия среза			
	SB-AK (кг)	I-WB (кг)	MB-AK (кг/г)	B-WB (кг/г)
Очень нежный	< 8,11	< 3,62	< 5,99	< 3,46
От средней до слабой нежности	8,11-14,82	3,62-6,61	6,00-8,73	3,47-6,40
От слабой нежности до слабой жесткости	14,83-21,53	6,62-9,60	8,74-11,48	6,41-9,35
От слабой до средней жесткости	21,54-28,24	9,61-12,60	11,49-14,24	9,36-12,30
Очень жесткий	> 28,25	> 12,60	> 14,25	> 12,40

* В составе прибора Инстрон использовались: одноножевой Алло-Краммер (*SB-AK*), нож Уорнера-Бретцлера (*I-WB*) и многоножевой Алло-Краммер (*MB-AK*). Четвертым был прибор Уорнера-Бретцлера с насадкой (*B-WB*).

Таблица 7.3. Описательные признаки текстуры и определения, использованные для оценки цельномышечных продуктов из мяса бройлера

Термин	Определение
Стадия I. Поместить образец между коренными зубами. Медленно надавливать (3 повтора) без раскусывания образца	
1. Упругость	Степень возврата образца к прежней форме после частичного сдавливания (шкала: низкая — высокая)
Стадия II. Поместить образец между коренными зубами. Разжевать образец (не более 6 повторов) со скоростью 1 раз в секунду	
2. Исходная способность к сцеплению	Степень деформации перед разрушением (шкала: «низкая» — очень малая степень деформации перед разрушением; «высокая» — высокая степень деформации перед разрушением)
3. Прочность	Сила, необходимая для разжевывания образца до его разрыва (шкала: низкая — высокая)
4. Исходная сочность	Степень влажности мяса (шкала: низкая — сухое мясо; высокая — сочное мясо)
Стадия III. Поместить образец между коренными зубами. Жевать со скоростью 1 раз в секунду. После 15-25 жевательных движений начинать оценивать признаки, описанные ниже	
5. Прочность	Сила, необходимая для пережевывания образца (шкала: низкая — высокая)
6. Способность к сцеплению	Степень удерживания частей образца вместе при жевании (низкая — волокна легко разрушаются, кусок распадается; возрастающая до высокой — кусок сохраняет целостность, неоднородности исчезают)
7. Выделение слюны	Количество слюны, образующейся во рту при манипулировании с образцом и смешивающейся с ним для подготовки его к глотанию (шкала: отсутствие слюны — много слюны)
8. Размер и форма частиц	Описание размера и формы частиц по мере разрушения образца при жевании (шкала: очень мелкие частицы — грубые большие частицы)
9. Волокнистость	Степень волокнистости (шкала: низкая — высокая)
10. Пережевываемость	(Шкала: нежный, требующий продолжительного жевания, жесткий)
11. Количество жеваний	Количество жевательных движений до готовности образца к глотанию
12. Размер болуса	Размер пережеванного комка в момент проглатывания (шкала: маленький — большой)
13. Влажность болуса	Количество влаги в комке или ощущение влажности комка в момент готовности к проглатыванию

Окончание табл. 7.3

Термин	Определение
Стадия IV. Оценить в момент проглатывания образца и сразу после него следующие показатели:	
14. Легкость глотания	(Шкала: легкое — трудное)
15. Остаточные частицы	Количество частиц, отделившихся от кусочка и оставшихся во рту после проглатывания
16. Загрязнение зубов	Количество вещества, застрявшего в зубах и вокруг них (шкала: отсутствует — много)
17. Загрязненность поверхности рта	Количество влаги и жира, покрывающего поверхность ротовой полости после проглатывания (шкала: низкая — высокая)

тепловой обработки (запаянные пакеты в воде и микроволновое нагревание) [23]. На нескольких заседаниях обученная комиссия из восьми дегустаторов разработала определение 17 характеристик и рейтинговые шкалы для оценки текстуры (табл. 7.3). Характеристики, определяемые дегустационной комиссией, были представлены в виде профиля, отражающего 4 стадии: от первого сжатия коренными зубами без раскусывания образца (стадия 1) до ощущений во время и после глотания (стадия 4).

По данным инструментального метода *ТРА* рассчитывали признаки прочности, упругости, способности к сцеплению и пережевываемоеTM. Мясо из мышц, обваленных через 5 мин и 2 ч после убоя, сильно отличалось от мяса, обваленного через 6 и 24 ч, по 16 из 17 органолептических характеристик. В образцах мяса, полученных из мышц, обваленных через 6 и 24 ч, отличий по органолептическим показателям не было обнаружено. Мышцы, отделенные через 5 мин после убоя, отличались значительно более высокими значениями прочности и пережевываемоеTM, чем мышцы, обваленные через 2, 6 или 24 ч.

В пределах одного послеубойного периода перед обвалкой дегустаторы оценивали мясо после микроволновой обработки как более сочное и влажное и приводящее к меньшему содержанию остаточных частиц во рту и в зубах по сравнению с мясом, прошедшим термообработку в воде. По данным *ТРА* мясо после микроволновой обработки имело более высокую способность к сцеплению и требовало более длительного пережевывания, чем мясо, приготовленное в воде.

Степень корреляции между результатами оценки дегустационной комиссии и данными инструментального метода *ТРА* была достаточно высокой. Например, мясо из мышц, отделенных через 5 мин после убоя, было более упругим, прочным, имело более высокую способность к сцеплению, приводило к отделению большего количества слюны при жевании, давало больший размер болуса, его было труднее глотать, загрязненность зубов была выше. Излишне говорить, что такой подход дает значительно больше информации, чем единичное значение усилия среза, и позволяет расширить спектр признаков, который мы называем «текстура». Результаты проведенных дегустаций показали противоречивость и сложность понятия сочности.

7.7.3.2. Исследование текстуры измельченного мяса птицы

Серия исследований, опубликованных в конце 1970-х и в 1980-х гг. [24-26], была посвящена определению характеристик текстуры рубленых и эмульгированных продуктов, изготовленных из мяса птицы с использованием различных видов сырья. Во всех трех исследованиях использовались методы определения органолептических показателей с привлечением дегустационных комиссий и инструментальные измерения. Оценивался широкий спектр признаков качества (общий химический состав, влагоудерживающая способность, цвет, степень прогорклости, потери при тепловой обработке). В одном из исследований с помощью обученной комиссии из пяти дегустаторов по методу *QDA* оценивалось применение мяса птицы механической обвалки как источника мяса (с кожей и без нее) совместно с добавлением структурированных волокон при двух дозировках (15 и 25%) [24]. Дополнительно применялась шкала для отображения общего впечатления от продуктов.

В другом исследовании изучались шесть рецептур котлет, различающихся по содержанию мяса бройлеров механической обвалки (ММО), мяса кур ручной обвалки (МРО) и структурированных белковых волокон (СБВ или *structured protein fiber—SPF*), по следующим характеристикам: химический состав, степень прогорклости (по методу с использованием тиобарбитуровой кислоты — число ТБК), цвет (числа *L*, *a*, *b*), усилие среза (*W-B*) и органолептические свойства [25]. Органолептические свойства оценивались по методу *QDA*. При уменьшении доли ММО увеличивались содержание влаги и белка, светлый оттенок (значение *L*) и усилие среза; с другой стороны, это приводило к уменьшению содержания жира, красного оттенка (значения *a*) и числа ТБК. Органолептически продукты с пониженным содержанием ММО воспринимались как более светлые и эластичные, требующие более продолжительного жевания и менее сочные. На основе данных инструментальных и органолептических исследований был сделан вывод, что при использовании взаимозаменяемых соотношений 40 : 60 и 60 : 40 ММО и МРО и добавления СБВ могут быть получены продукты хорошего качества. Эти результаты многоточечных экспериментов иллюстрируют преимущества совместного применения инструментальных и органолептических методов анализа для принятия решений, касающихся качества конечных продуктов. Лепестковая диаграмма, иллюстрирующая часть полученных результатов, приведена на рис. 7.9.

Точки, соответствующие полученным данным, размещали на линиях, отображающих каждый из признаков. Центр соответствует нулевой точке, значения увеличиваются в направлении от центра. Легко можно видеть различия в характеристиках, таких как внешний вид, пережевываемость, упругость, размер и форма частиц и общее впечатление. В приведенном примере для более наглядного сравнения признаков диаграмма, соответствующая котлетам из смеси 40% ММО и 60% МРО наложена на диаграмму котлет полностью из ММО. Метод *TPA* применяли для определения различий между котлетами, изготовленными из ММО в виде мясной массы или хлопьев с добавкой 15 и 25% СБВ [26]. Обученная комиссия из шести дегустаторов дополнительно оценивала сочность по семибальной шкале интенсивности. Положительные значимые коэффициенты корреляции между полученными при помощи инструментальных и органолептических методов показателями прочности, упругости

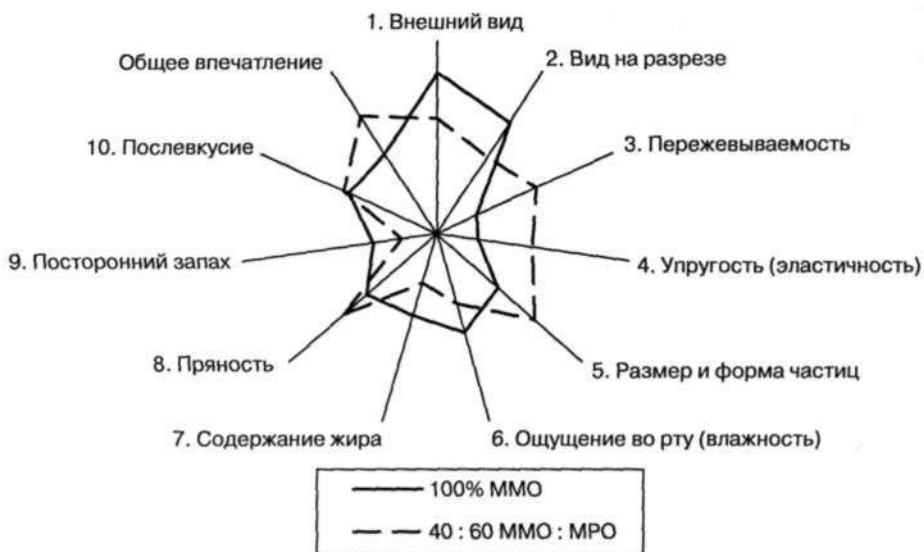


Рис. 7.9. Лепестковая диаграмма органолептической оценки мяса бройлеров механической обвалки (ММО) и мяса кур ручной обвалки (МРО) [25]

и пережевываемоеTM показали, что результаты анализов на приборе Инстрон и с помощью дегустационной комиссии хорошо согласуются друг с другом.

7.7.4. Цвет

Цвет — очень важный показатель при оценке внешнего вида мяса птицы и продуктов из него. Приборы для измерения цвета объекта состоят из источника цвета и детектора. Объекты поглощают и отражают свет с разными длинами волн, что регистрируется прибором или наблюдателем. Результаты инструментальных измерений не имеют большого значения, пока они не оценены с помощью человека-наблюдателя. Следовательно, численные значения, получаемые с помощью колориметров, почти всегда связывают с термином, характеризующим восприятие цвета, с целью придания смысла этим числам. Например, при использовании цветовой системы координат «Lab» светлый оттенок соединен со значением показателя L , красный оттенок — со значением a и желтый — со значением b . Типичный колориметр, применяемый для исследований и при контроле качества, показан на рис. 7.10.

В обзоре, посвященном цвету мяса птицы, инструментальным методам его измерения и обобщенным данным по дефектам цвета мяса птицы, были рассмотрено сырое мясо и многие из факторов, влияющих на его цвет, такие как пол, возраст, порода, методы переработки, температура обработки, замораживание [27]. В настоящее время большое значение с точки зрения качества и безопасности имеют факторы, влияющие на образование розовой окраски («пинкинг», *om pinking* — порозовение) мяса грудок. Такое внимание обусловлено предположением, что данный эффект связан с недостаточной продолжительностью или температурой тепловой обработки.



Рис. 7.10. Применение колориметра для определения численных цветовых характеристик филе грудки бройлера

Эта проблема имеет незамедлительные экономические последствия (возврат грузов с готовыми продуктами). Другими специфическими дефектами цвета являются связь между бледной окраской мяса и плохими функциональными свойствами белка [28], а также неприятие вариации цвета кусков мяса в розничной упаковке.

7.7.5. Запах

Анализ запаха птицы или продуктов из мяса птицы затрагивает методы экстракции компонентов, которые, как предполагается, влияют на аромат. Вкус обычно связан с базовыми ощущениями соленого, сладкого, кислого, горького, в то время как аромат связан с возбуждением рецепторов в носовой полости под воздействием летучих веществ, высвобождающихся из пищевых продуктов. Для разделения вкусоароматических соединений и определения их концентраций применяются различные приборы, такие как газовые хроматографы (ГХ), высокоэффективные жидкостные хроматографы (ВЭЖХ) и чувствительные устройства, называемые «электронным носом».

Хроматографические методы (ГХ и ВЭЖХ) позволяют разделить экстракты из пищевых продуктов на индивидуальные соединения. Несмотря на то что этими методами идентифицируются индивидуальные соединения или их классы, обнаруженные соединения следует связать с органолептической реакцией при помощи дескрипторов (терминов для обозначения определенных свойств продукта). Органолептические дескрипторы, определяемые обученной дегустационной комиссией при оценке готового мяса птицы, приведены в табл. 7.4 [30]. Исследователи составили перечень 34 основных соединений, которые предположительно являются главными компонентами

Таблица 7.4. Термины, используемые для определения профиля вкуса и аромата готовых продуктов из мяса птицы до и после разогрева [30]

Наименование дескриптора	Определение
	<i>Вкусоароматическое ощущение, связанное со следующим продуктом:</i>
Вкус цыпленка	Приготовленная белая мышца цыпленка
Мясной	Приготовленная темная мышца цыпленка
Бульонный	Крепкий бульон из цыпленка
Печеночный	Печень, плазма или кровеносные сосуды
Поджаристый	Запеченные, приготовленные в гриле или жареные котлеты из цыпленка (не пересушенные, не потемневшие и не подгоревшие)
Подгоревший	Перегретый или потемневший (пересушенный, обгоревший или обугленный)
Картонный, плесневелый	Картон, бумага, плесень на продукте или упаковке, описываемый как несвежий, затхлый
Разогретый	Повторно нагретое мясо; не свежеприготовленное, не прогорклое
Прогорклый, окисленный	Окислившийся жир и льняное масло
	<i>Первичный вкус, связанный со следующими веществами:</i>
Сладкий	Сахароза, сахар
Горький	Хинин или кофеин
	<i>Ощущение на языке, связанное с присутствием:</i>
Металлический	Ионы железа или меди

запаха приготовленного мяса птицы. Взятые по отдельности индивидуальные соединения далеко не всегда передают ощущаемые индивидуальные ароматы образцов. Например, 2-ацетил-пирролин — основной компонент запаха готового мяса птицы, воспринимается как «попкорн». Попытки комбинировать определенные химические соединения для получения специфичного ароматического тона не всегда являются успешными. Дегустационные комиссии всегда могут установить различие.

«Электронным носом» называют приборы, состоящие из комплекта материалов (оксиды металлов, проводящие полимеры), которые путем изменения заряда или сопротивления регистрируют отклик на проходящий через них поток летучих соединений. Несколько сенсоров из разных материалов (матрица) дают разные отклики и, таким образом, получается образ, характерный для данного продукта. Ключевым моментом в этих приборах является применение программы, основанной на многовариантной статистической обработке данных и позволяющей выявлять различия

измеренных образов, а также разработать алгоритмы, которые позволят в дальнейшем распознать этот образ и соотнести его с определенным образцом. По общему мнению, устройство этого прибора основано на тех же принципах, что и прохождение летучих соединений через рецепторы в носу человека, детектирование изменений и распознавание образа для дальнейшей идентификации.

7.8. Зависимость качества мяса от различных факторов

На качество мяса птицы влияет множество факторов. Одни из них более важны, другие — менее (см. гл. 2-4). Отделение грудной мышцы от скелетного остова (обвалка) в состоянии посмертного окоченения оказывает существенное влияние на текстуру этой экономически важной части тушки (гл. 4). В период, предшествующий обвалке, в грудной мышце происходят биохимические (снижение рН, увеличение содержания молочной кислоты, расхождение АТФ) и физиологические (макро- и микроскопическое сокращение мышечных волокон, т. е. уменьшение длины саркомеров) изменения. В действительности продолжительность этого периода является «обоюдоострым оружием» и зависит от состояния мяса в конечном продукте. С одной стороны, более высокие значения рН мышцы в период до посмертного окоченения приводят к повышению влагоудерживающей и эмульгирующей способности, которые важны для рубленых и эмульгированных продуктов. С другой стороны, высокие значения рН приводят к нежелательной жесткости кусковых полуфабрикатов из мяса. Установлено, что значение рН 5,9 и выше может быть использовано как индикатор состояния, предшествующего посмертному окоченению грудной мышцы бройлеров и индейки, и что в течение 30 мин после убоя рН был ниже этого значения [32]. Через 20 мин после убоя, т. е. в период, предшествующий окоченению, рН имел значения 6,1 и 6,3, для бройлеров и взрослых кур соответственно, а после 1,5 ч значения рН стали ниже 5,9 [34].

Многие исследования подтверждали связь между продолжительностью послеубойного периода, биохимическими изменениями и, в конечном счете, текстурой. Так, было установлено, что грудные мышцы бройлеров, обваленные сразу после охлаждения, имели значительно более высокие значения рН (6,22) и пиковых усилий среза (15,19 кг) готового мяса по сравнению с мышцами, обваленными через 1, 2, 4, 6, 8 и 24 ч после охлаждения [34]. Наиболее быстрое снижение рН происходило в течение первого часа после охлаждения, а при обвалке по истечении более чем 4 ч после охлаждения существенные различия в значениях рН и усилий среза отсутствовали. При изучении влияния охлаждения в воде и в солевом растворе на рН и нежность грудного мяса бройлеров одну группу мышц, названную «свежеобваленной», отделяли от костей сразу после снятия оперения [35]. Две другие группы мышц соответствовали грудкам, обваленным через 1 ч после охлаждения и после выдержки в течение 24 ч. По сравнению с мышцами, охлажденными в воде, наибольшие значения рН усилий среза (по методу *KSP*) были выявлены для свежееобваленных грудок — 6,4 и 10,2 кг/г соответственно. Мышцы, обваленные после охлаждения, имели

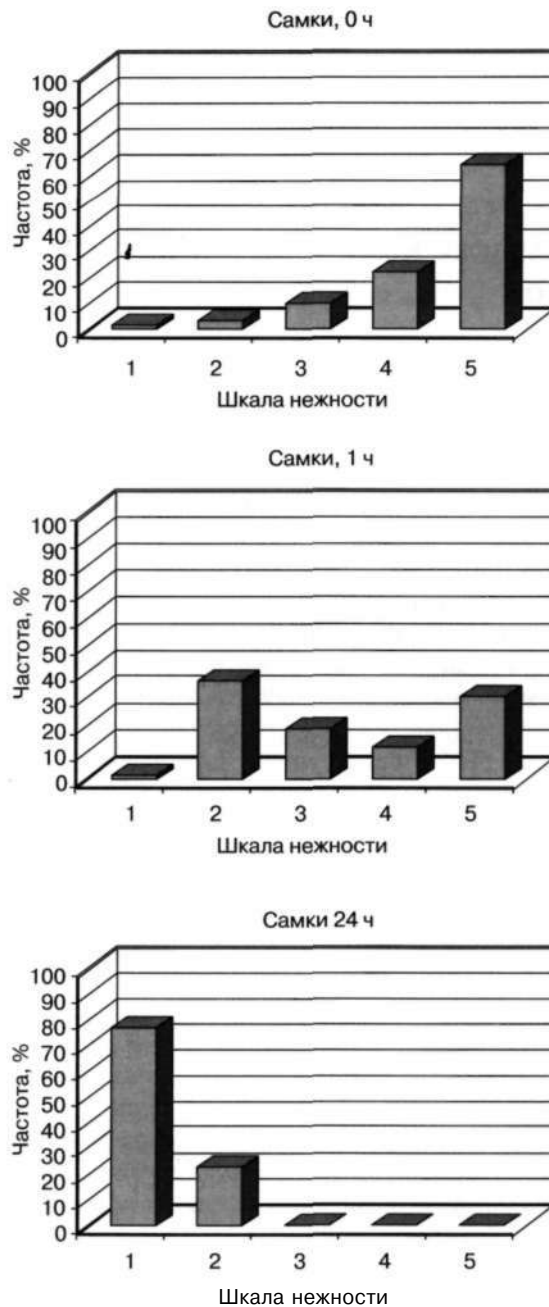


Рис. 7.11. Субъективное распределение нежности грудных мышц самок бройлеров в зависимости от продолжительности послеродового периода [21]

промежуточные значения этих показателей, а наименьшие значения обнаружены для грудок после выдержки в течение 24 ч. При исследовании в сходных условиях зависимости усилия среза (KSP , кг/г) от времени, прошедшего после обвалки мяса грудок бройлеров, была выявлена аналогичная картина, при этом максимальные значения усилия среза (17,8 кг/г) наблюдались для мяса через 0,17 ч после забоя, а наименьшие (4,1 кг/г) — через 24,3 ч [36].

В литературе имеются противоречивые данные о влиянии пола бройлера на нежность готового мяса. По некоторым данным мясо самцов бройлеров характеризуется значительно меньшими значениями усилия среза, чем мясо самок [37, 38]. По данным других авторов, пол птицы не влияет на нежность мяса [39]. Исследовано влияние времени обвалки грудных мышц после охлаждения, продолжительности выдержки филе и пола птицы на нежность мяса птицы обоих полов, выращенной в промышленных условиях, затем в разное время переработанной. Результаты анализов распределялись по группам птиц каждого пола [2]. Средняя масса сырых грудок была 163 и 122 г для самцов и самок соответственно. Поскольку масса образцов грудок в данном исследовании не контролировалась и не подгонялась, может показаться, что мясо самок бройлеров является более нежным при всех видах обработки. Возможно, что больший размер и вес грудок самцов сказывается на увеличении усилия среза образцов. Чем больше мышца, отделенная от тушки самца сразу после охлаждения (0 ч выдержки), тем больше уменьшение площади и увеличение толщины при сокращении мышцы вследствие повышенного уровня содержания АТФ. Такая картина сокращения пекторальной мышцы наблюдалась и в других исследованиях [40]. Как отмечалось выше, состояние образца являлось одной из исследуемых переменных, поэтому высота и ширина образцов не стандартизовались.

Для определения практической значимости наблюдаемого численного уменьшения значений, полученных методом $W-B$, данные по усилию среза наложили на сенсорную шкалу нежности, установленную необученной дегустационной группой из 24 участников [21]. Частотное распределение значений, полученных методом $W-B$, для образцов мяса самок в соответствии с оценкой нежности показано на рис. 7.11. Поскольку продолжительность выдержки филе перед замораживанием была небольшой, при обработке данных время, прошедшее после охлаждения до обвалки, считалось одинаковым. В соответствии с полученными результатами, 85% мышц самок бройлеров, обваленных сразу после охлаждения (0 ч), могут быть классифицированы как «средней жесткости — очень жесткие» (категории 4 и 5). Доля этих мышц уменьшается до 43%, если они оставались на тушке в течение 1 ч. Все мышцы от бройлеров обоего пола, обваленные через 24 ч после охлаждения, были отнесены к группе «средней нежности — очень нежные» (категории 1 и 2). Без органолептических оценок, данных дегустационной группой, значения усилий среза имеют меньший смысл, и, хотя они могут быть статистически обработаны, их практическая значимость ограничена.

Выводы

Качество мяса птицы — сложное понятие, важность которого будет постоянно увеличиваться по мере создания новых продуктов. Студенты, исследователи, специалисты по контролю качества и менеджменту должны осознавать эту сложность и вместе работать для получения нужной и полной информации. Тесный союз органолептической и инструментальной методологий является необходимым для постановки правильных вопросов и разработки наилучших решений относительно качества продуктов.

Литература

1. Lyon, B.G., Lyon, C.E. Research Note: shear value ranges by Instron Warner-Bratzler and single blade Allo-Kramer devices that correlate to sensory tenderness // *Poult. Sci.*, 1991, 70, 188.
2. Lyon, C.E., Lyon, B.G., Papa, C.M., Robach, M. C Broiler tenderness: effects of postchill deboning time and fillet holding time // *J. Appl. Poult. Res.*, 1992, 1, 27.
3. Lyon, C.E., Bilgili, S.R., Dickens, J.A. Effects of chilling time and belt flattening on physical characteristics, yield, and tenderness of broiler breasts // *J. Appl. Poult. Res.*, 1997, 6, 39.
4. Lyon, B.G., Lyon, C.E. Assessment of three devices used in shear tests of cooked breast meat // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 1585.
5. Lyon, B.G., Lyon, C.E. Effects of water-cooking in heat-sealed bags versus conveyor-belt grilling on yield, moisture, and texture of broiler breast meat // *Poult. Sci.*, 1993, 72, 2157.
6. Dunn, N. A., Heath, J. L. Effect of microwave energy on poultry tenderness // *J. Food Sci.*, 1979, 44, 339.
7. Lyon, C.E., Wilson, R.L. Effects of sex, rigor condition, and heating method on yield and objective texture of broiler breast meat // *Poult. Sci.*, 1986, 65, 907.
8. Meilgaard, M.C., Civille, G.V., Carr, B.T. *Sensory Evaluation Techniques* — 3rd ed. - Boca Raton, FL: CRC Press, 1999.
9. Stone, H. and Sidel, J. L., *Sensory Evaluation Practices*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, CA, 1993.
10. Szczesniak, A.S. Classification of textural characteristics // *J. Food Sci.*, 1963, 28, 385.
11. Szczesniak, A.S., Brandt, M. A., Friedman, H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation // *J. Food Sci.*, 1963, 28, 397.
12. Friedman, H.H., Whitney, J.E., and Szczesniak, A.S. The texturometer — a new instrument for objective texture measurement // *J. Food Sci.*, 1963, 28, 390.
13. Bourne, M.C. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement* — New York: Academic Press, 1982.
14. Bratzler, L.J. Determining the tenderness of meat by using the Warner-Bratzler method // *Proc. Second Ann. Reciprocal Meat Conf. National Livestock and Meat Board*, 1949, 117.

15. Kramer, A.K., Guyer, R.B., Rogers, H. New shear press predicts quality of canned limas // *Food Eng.* (NY), 1951, 23, 112.
16. Breene, W.M. Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation /// *Texture Stud.*, 1975, 6, 53.
17. Meullenet, J.R., Lyon, B.G., Carpenter, J.A., Lyon, C.E. Relationship between sensory and instrumental texture profile attributes // *J. Sensory Stud.*, 1997, 13(1), 77.
18. Lyon, B.G., Lyon, C.E. Assessment of three devices used in shear tests of cooked breast meat // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 1585.
19. Smith, D.R., Lyon, C.E., Fletcher, D.L. Comparison of the Allo-Kramer shear and texture profile methods of broiler breast meat texture analysis // *Poult. Sci.*, 1988, 67, 1549.
20. Simpson, M.D. and Goodwin, T.L. Comparison between shear values and taste panel scores for predicting tenderness of broilers // *Poult. Sci.*, 1974, 53, 2042.
21. Lyon, C.E., Lyon, B.G. The relationship of objective shear values and sensory tests to changes in tenderness of broiler breast meat // *Poult. Sci.*, 1990, 69, 1420.
22. Lyon, B.G., Lyon, C.E. Research Note: shear value ranges by Instron Warner-Bratzler and single-blade Allo-Kramer devices that correspond to sensory tenderness // *Poult. Sci.*, 1991, 70, 188.
23. Lyon, B.G., Lyon, C.E. Texture profile of broiler *Pectoralis major* as influenced by post mortem deboning time and heat method // *Poult. Sci.*, 1990, 69, 329.
24. Lyon, C.E., Lyon, B.G., Townsend, W. E., Wilson, R.L. Effect of level of structured protein fiber on quality of mechanically deboned chicken meat patties /// *Food Sci.*, 1978, 43, 1524.
25. Lyon, B. G., Lyon, C E., Townsend, W E. Characteristics of six patty formulas containing different amounts of mechanically deboned broiler meat and hand deboned fowl meat /// *Food Sci.*, 1978, 43, 1656.
26. Lyon, C.E., Lyon, B.G., Davis, C.E., Townsend, W.E. Texture profile analysis of patties made from mixed and flake-cut mechanically deboned poultry meat // *Poult. Sci.*, 1980, 59, 69.
27. Fletcher, D.L. Poultry meat colour // *Poultry Meat Science* — New York: CABI Publishing, 1999 - P. 159.
28. Owens, C.M., Hirschler, E. M., McKee, S.R., Martinez-Dawson, R., Sams, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant // *Poult. Sci.*, 2000, 79, 553.
29. Fletcher, D.L. Color variation in commercially packaged broiler breast fillets /// *Appl. Poult. Res.*, 1999, 8, 67.
30. Lyon, B.G. Development of chicken flavor descriptive attribute terms aided by multivariate statistical procedures /// *Sensory Stud.*, 1987, 2, 55.
31. Farmer, L.J. Poultry meat flavour // *Poultry Meat Science* — New York: CABI Publishing, 1999 - P. 127.
32. Froning, G. W, Neelakantan, S. Emulsifying characteristics of pre-rigor and post-rigor poultry muscle // *Poult. Sci.*, 1971, 50, 839.
33. Lyon, C.E., Hamm, D., Thomson, J.E., Hudspeth, J.P. The effects of holding time and added salt on pH and functional properties of chicken meat // *Poult. Sci.*, 1984, 63, 1952.

34. Lyon, C. E., Hamm, D., Thomson, J. E. pH and tenderness of broiler breast meat deboned various times after chilling // *Poult. Sci.*, 1985, 64, 307.
35. Sams, A. R., Janky, D. M. The influence of brine chilling on tenderness of hot-boned, chill-boned, and age-boned broiler breast fillets // *Poult. Sci.*, 1986, 65, 1316.
36. Dawson, P. L., Janky, D. M., Dukes, M. G., Thompson, L. D., Woodward, S. A. Effect of post-mortem boning time during simulated commercial processing on the tenderness of broiler breast meat // *Poult. Sci.*, 1987, 66, 1331.
37. Simpson, M. D., Goodwin, T. L. Tenderness of broilers affected by processing plants and seasons of the year // *Poult. Sci.*, 1975, 54, 275.
38. Farr, A. J., Atkins, E. H., Stewart, L. J., Loe, L. C. The effects of withdrawal periods on tenderness of cooked broiler breast and thigh meats // *Poult. Sci.*, 1983, 62, 1419.
39. Goodwin, T. L., Andrews, L. D., Webb, J. E. The influence of age, sex, and energy level on tenderness of broilers // *Poult. Sci.*, 1969, 48, 548.
40. Papa, C. M., Lyon, C. E. Shortening of the *Pectoralis* muscle and meat tenderness of broiler chickens // *Poult. Sci.*, 1989, 68, 663.

8. Патогенные микроорганизмы: живая птица

Билли М. Харгис, Дэвид Дж. Колдуэлл и Дж. Аллен Берд

Введение: значение проблемы

Болезни пищевого происхождения представляют собой важную проблему здравоохранения во всем мире. В 1994 г. Совет по сельскохозяйственной науке и технике (*Council for Agricultural Science and Technology*) в отчете, озаглавленном «Патогенные микроорганизмы пищевого происхождения: опасность и последствия», привел данные, согласно которым в США ежегодно фиксируется 9000 смертельных случаев и от 6,5 до 33 млн случаев заболеваний, вызванных потреблением контаминированных продуктов питания. В 1996 г. активная система отслеживания заболеваний пищевого происхождения (*Active Surveillance Network*), известная как Фуднет (*FoodNet*) предоставила данные относительно случаев заболеваний девяти видов болезней пищевого происхождения, зарегистрированных в нескольких районах США [1]. Согласно этим данным, основными возбудителями пищевых заболеваний были *Campylobacter* и *Salmonella* (сальмонеллы), что подтверждалось результатами лабораторных исследований. В 1997 г. на долю *Campylobacter* (3966 случаев) и *Salmonella* (2204 случая) приходилось более 76% заболеваний пищевого происхождения [2]. При прямом сравнении распространенности *Campylobacter* и *Salmonella* у студентов колледжа значительно чаще обнаруживали *Campylobacter* по сравнению с *Salmonella*: 10 к 1, при соотношении 2 к 1 у населения США в целом [3].

Тем не менее сальмонелла (не тифозная) продолжает оставаться преобладающей причиной заболеваний пищевого происхождения во всем мире, а домашняя птица и продукты из нее являются основными переносчиками сальмонеллеза [4,5]. Было подсчитано, что только в США ежегодные потери, связанные с сальмонеллой, составляют 1,4 млрд долларов, которые складываются из потерь в производительности труда, расходах на медицинское обслуживание и увеличения расходов на птицеводство [6]. По этим причинам контроль в пищевых продуктах бактерий *Salmonella*, *Campylobacter* и других патогенных микроорганизмов многие органы государственного регулирования считают приоритетным направлением исследований [1,7]. Лишь в последние годы была начата разработка методов предубойного контроля инфекции в стае птицы,

и в ближайшем будущем ожидается значительный прогресс в этой области. Однако очевидно, что изначально эти патогенные микроорганизмы попадают на перерабатывающие предприятия с поступающими партиями птицы. Таким образом, предубойный контроль этих микробиологических показателей может существенно снизить степень обсеменения сырого продукта болезнетворной микрофлорой, что легко объяснимо, понятно и может быть реализовано в качестве стратегии предотвращения вспышек заболеваний. В данной главе рассматриваются имеющиеся в настоящее время данные по обсеменению живой птицы бактериями *Salmonella* и *Campylobacter*.

8.1. Значение характерных для птицы патогенных микроорганизмов

8.1.1. *Salmonella* и *Campylobacter*

Как описано выше, *Campylobacter* и *Salmonella* являются основными из обнаруженных в домашней птице патогенных микроорганизмов, инфицирующих людей через продукты питания. Как сказано ниже, большинство случаев обсеменения птицы бактериями *Salmonella* и *Campylobacter* имеет источником прижизненные инфекции птицы. Тот факт, что эти микроорганизмы редко приводят к очевидным клиническим признакам болезни у птицы, объединяет вопросы предубойной идентификации и обсеменения.

8.1.2. *Escherichia coli*

Хотя *E. coli* относится к контролируемым на птицекомбинатах микробиологическим показателям, основная причина внимания к нему заключается в том, что наличие этого микроорганизма косвенно свидетельствует о присутствии фекалий. Большинство штаммов *E. coli*, выделенных из домашней птицы, в определенной степени адаптированы к организму носителя и не считаются потенциально болезнетворными для человека [8]. Однако домашняя птица очень подвержена инфекции *E. coli* OXSl.H1 — высоко патогенному штамму, вызывающему у людей заболевание геморрагическим энтеритом [9,10]. Вызывает озабоченность единственное документально подтвержденное выделение *E. coli* 0157:Я7 из мяса птицы [И] и связанная с этим штаммом вспышка диареи, вызванная потреблением зараженных продуктов из индейки [12]. Эти данные показывают, что домашняя птица восприимчива к этому патогенному для человека микроорганизму, и что должны быть предприняты все меры предосторожности для предупреждения возможного обсеменения птицы *E. coli* 0\57:H7 путем строгого ограничения контактов с другими животными (особенно с крупным рогатым скотом и его навозом), которые обычно инфицированы. Это особенно верно с учетом того, что инфицирование поголовья птицы *E. coli* 0157:Я7 может представлять реальную угрозу безопасности пищевых продуктов и повлечь принятие новых регламентирующих документов. Тем не менее обсеменение тушек птицы *E. coli* теперь уже не рассматривается как показатель, хотя вполне вероятно, что интерес регулирующих органов к этому микроорганизму как индикатору фекального загрязнения сохранится.

8.1.3. Разновидности *Staphylococcus*

Заболевание домашней птицы стафилококкозом представляет собой значительную проблему, при этом различные виды стафилококков вызывают разнообразные прижизненные заболевания. Более важно то, что типичные и атипичные штаммы *Staphylococcus aureus*, выделенные из домашней птицы, способны вырабатывать энтеротоксины, вызывающие у людей пищевые отравления [13, 15]. Хотя изоляты стафилококка, выделенные из живой домашней птицы, преимущественно являются фагами по отношению к биотипам, адаптированным к домашней птице, и, как полагают, не вызывают инфекции у людей [16], они потенциально могут вырабатывать энтеротоксин при неправильном обращении с продуктом после его производства [17]. При переработке часто происходит обсеменение тушек птицы продуцирующими энтеротоксин штаммами стафилококка, характерными для человека [18, 19]. Хотя стафилококкоз часто представляет большую экономическую проблему при выращивании домашней птицы, влияя на ее рост, большинство случаев, как полагают, являются вторичным по отношению к другим болезням или иммунодепрессивному состоянию живой птицы [17]. Это положение поднимает роль общего контроля здоровья для сокращения заболеваний птицы, вызванных стафилококком. Важно отметить, что различные виды *Staphylococcus* постоянно присутствуют в микрофлоре позвоночных животных (включая людей) и рассматриваются как нормальные, а иногда и предпочтительные для флоры кожи и слизистых оболочек. При рассмотрении общей природы и документально подтвержденной роли перерабатывающих предприятий и их персонала в обсеменении тушек птицы стафилококком кажется маловероятным, что предубойная подготовка является критической контрольной точкой для этого вида потенциально патогенных микроорганизмов.

8.1.4. *Listeria monocytogenes*

Как показано в главе 9, *L. monocytogenes* является важным патогенным микроорганизмом пищевого происхождения, который иногда связывают с продуктами из мяса птицы. Этот вид бактерий можно легко выделить из почвы и фекалий, он способен вызывать инфекции у многих позвоночных животных, иногда давая клинические симптомы болезни у домашней птицы [20]. В то время как домашняя птица является потенциальным источником обсеменения *L. monocytogenes*, большинство вспышек заболеваний среди населения произошли за счет обсемененных продуктов, «готовых к употреблению», которые хранились при температуре охлаждения, что приводило к росту этого психрофильного патогенного микроорганизма до уровня, вызывающего инфекции у людей [21].

8.2. Возможность прижизненного обсеменения *Salmonella* и *Campylobacter*

Результаты многих исследований доказывают, что снижение бактериального обсеменения обработанной домашней птицы требует выявления критических контрольных

точек, в которых может произойти обсеменение как до, так и после переработки, а также внедрения программ интегрированного контроля [22-27]. Несмотря на то что внедрение правил, способствующих понижению доли бройлеров, обсемененных *Salmonella* и *Campylobacter*, остается важной и необходимой задачей, большое количество потенциальных источников обсеменения может ограничить способность предприятия постоянно предотвращать инфицирование живой птицы этими патогенными микроорганизмами. Например, дикие птицы, домашние животные, грызуны и люди могут быть переносчиками сальмонелл по отношению к бройлерам [28]. В результате высокой плотности посадки, применяемой на современных предприятиях по выращиванию бройлеров, в случае инфицирования сальмонеллы, по-видимому, распространяется внутри группы птиц и не уничтожается полностью при убойе и переработке. Служба контроля безопасности пищевых продуктов провела обследование птицеперерабатывающих комбинатов и установила, что при поступлении на переработку сальмонеллы обнаруживались только у 3-4% бройлеров, а при отправке с предприятия положительный результат на сальмонеллы выявлялся уже у 35% бройлеров [29]. Хотя в последние годы был достигнут значительный прогресс в уменьшении перекрестного обсеменения сальмонеллой на перерабатывающих предприятиях, источник заражения изначально лежит в прижизненной инфекции. Группы птиц с низким уровнем обсеменения сальмонеллами или в отсутствие случаев обнаружения сальмонелл до убойе, могли поступать на перерабатывающее предприятие и оставаться по существу свободными от сальмонелл на последующих стадиях обработки до тех пор, пока на переработку не поступала первая в этот день обсемененная или инфицированная партия птицы [30]. При этом после переработки первой обсемененной или инфицированной сальмонеллой партии птицы тушки от последующих, не обсемененных или инфицированных партий, подвергаются перекрестному обсеменению в процессе переработки (табл. 8.1). Эти сведения ясно показывают значение предубойного обсеменения или инфекции. Если при жизни птицы в ней отсутствуют патогенные микроорганизмы или их присутствие ограничено, нет

Таблица 8.1. Образцы кожи или воды после ополаскивания тушек, отобранные от первых трех партий цыплят-бройлеров, переработанных в течение одного дня в производственных условиях и давших положительные реакции на сальмонеллы [30]

Группа	Отношение положительных по сальмонелле образцов к общему количеству							
	После снятия оперения ¹		После потрошения ¹		Перед охлаждением ²		После охлаждения ²	
	соотно- шение	%	соотно- шение	%	соотно- шение	%	соотноше- ние	%
1	0/50	0	1/50	2	2/50	4	3/50	6
2	5/25	20	2/25	8	17/25	68	17/25	68
3	1/25	4	1/25	4	1/25	4	17/25	68

¹ Образец кожи (примерно 2х6 см), иссечен из грудной части верхнего отверстия тушки.

² Образец смыва с целой тушки.

потенциальной возможности поступления на чистое перерабатывающее предприятие нежелательной микрофлоры с новыми партиями птицы. Также эти данные ясно демонстрируют, что обсемененные или инфицированные партии впоследствии могут стать источником обсеменения переработанных чистых птиц патогенными бактериями. Таким образом, профилактика предубойного обсеменения имеет большое значение для сокращения случаев инфицирования птицы патогенными микроорганизмами.

Обнаружение обсемененных или инфицированных групп птиц до убоя и их переработка во вторую очередь, после «чистых» партий, позволяет уменьшить количество случаев обсеменения тушек в проблемных комплексах [30].

8.3. Обсеменение верхнего отдела желудочно-кишечного тракта и тушки

Давно известно, что колонии сальмонелл в организме локализованы в основном в слепой и толстой кишках. Таким образом, с начала 1970-х гг. содержание кишечника традиционно считается основным пунктом при контроле обсеменения сальмонеллами на перерабатывающих предприятиях [31–33]. Значительное внимание направлено на ограничение и обнаружение нарушения целостности кишечника с учетом выпадения остатков корма, вида используемого технологического оборудования и визуальной оценки внутренних органов по требованию федеральных инспекторов ветсанэкспертизы.

До недавнего времени корма редко рассматривалось как источник обсеменения сальмонеллой. Действительно, слепая кишка была идентифицирована как основное место локализации сальмонеллы в домашней птице [31,32]. По этой причине содержимое слепой кишки и кишечника традиционно считалось основным источником обсеменения сальмонеллами находящейся на полу подстилки, кожи и пера бройлеров и обработанных тушек вследствие разрывов кишечника при механическом потрошении. Хотя количество сальмонелл, выделенных из содержимого слепой кишки, в гораздо большей степени зависит от количества колоний в слепой кишке, чем от степени обсемененности корма, результаты недавних исследований позволили сделать предположение, что корм, обсемененный бактериями *Salmonella* и (или) *Campylobacter*, возможно, играет достаточно значительную роль в качестве источника обсеменения тушек при промышленной переработке. Установлено, что попадание содержимого зоба на тушки при переработке происходило в 86 раз чаще, чем содержимого слепой кишки [34]. Большое значение имеет также тот факт, что содержимое зоба при переработке с намного большей вероятностью оказывается обсемененным *Salmonella* [34, 35] и *Campylobacter* [36], чем содержимое слепой кишки. Это приводит к предположению, что содержимое зоба и верхнего отдела желудочно-кишечного тракта являются, возможно, основным источником обсеменения тушек при переработке. Хотя эти данные ясно указывают на содержимое верхних отделов желудочно-кишечного тракта как на критическую контрольную точку при контроле обсеменения патогенными бактериями тушек птицы, важно отметить, что до настоящего времени не имеется никаких доказательств, что обнаружение видимого непереваренного корма можно использовать для

прогноза степени обсеменения тушек сальмонеллами. Действительно, неопубликованные данные ряда лабораторий подтверждают, что нет никакой зависимости между обнаруженным присутствием непереваренного корма или фекалий и выделением сальмонелл с переработанных тушек бройлеров. Сторонникам правил, основанных на контроле видимого загрязнения, следует напомнить, что, в отличие от видимого присутствия непереваренного корма или фекалий, обсеменение патогенными микроорганизмами нельзя обнаружить визуально. Кроме того, высокая подвижность сальмонелл и их способность прочно удерживаться на тушке [37] приводит к тому, что эти патогенные бактерии очень трудно механически удалить мытьем или щеткой. Таким образом, не удивительно, что контроль видимых показателей загрязнения на продуктах в ходе переработки не оказывает существенного положительного эффекта на повышение микробиологической безопасности пищевых продуктов.

8.4. Прижизненное обсеменение верхнего отдела желудочно-кишечного тракта

При увеличении периода кормового голодания количество выделенного фага 4 *Salmonella enteritidis* в зобу увеличилась [38]. Выдержка без корма в течение 24 ч оказывала значительное влияние на количество выделяемых *S. enteritidis* в зобу. У бройлеров, допущенных к корму, сальмонеллы были обнаружены только в 2 из 16 образцов зоба, в то время как в зобу у бройлеров, отнятых от корма, сальмонеллы были обнаружены в 11 случаях из 16. Исследования, проведенные в экспериментальных и промышленных условиях, подтвердили эти результаты. Выдержка птицы без корма приводила к увеличению случаев обнаружения сальмонеллы в зобу в два-три раза по сравнению с бройлерами, получавшими корм в полном объеме [39]. В более современном исследовании наблюдалось достоверное увеличение случаев выделения сальмонеллы из содержимого зоба ($p < 0,05$) в 5 из 9 промышленных партий птицы: перед отъемом от корма положительный результат при исследовании на сальмонеллы давали 7 образцов из 360 (1,9%), тогда как после отъема от корма это соотношение составляло 36 из 359 (10%) [33]. В отличие от зоба, где после кормового голодания наблюдалось трех-пятикратное увеличение случаев обсеменения, на обнаружение сальмонеллы в слепой кишке этот фактор оказывал незначительный эффект [35, 39].

Согласно неопубликованным результатам исследований, интенсивность освещения значительно влияла на количество бройлеров, клевавших подстилку в течение периода, имитирующего кормовое голодание. В этом эксперименте бройлеров, клевавших подстилку в течение 30 мин наблюдения, отметили 4 или 8 независимых наблюдателей около одних и тех же клеток, содержащих 100 цыплят-бройлеров, помещенных с плотностью приблизительно 0,1 м² на 1 бройлера. Наблюдения проводились до отмены кормления (полное кормление) и через 4 и 8 ч после отмены кормления в условиях высокой (44–46 люкс) или слабой (0,3–0,5 люкс) освещенности. Снижение интенсивности освещения уменьшило частоту случаев такого поведения в 6,8 раза через 6 ч после изъятия корма. Если выдвинутая ранее гипотеза о том, что причиной наблюдаемого при кормовом голодании увеличения обсемененности зоба

сальмонеллами является заглатывание подстилки и фекалий [39], верны, то снижение интенсивности освещения или отсутствие света в течение всего периода выдержки без корма может снизить обсеменение зоба и, соответственно, привести к снижению обсемененности тушки при переработке.

Хотя теперь кажется ясным, что повышенное заглатывание подстилки и фекалий в течение выдержки без корма, скорее всего, способствует увеличению обсеменения содержимого зоба сальмонеллами, имеются данные, что pH зоба значительно возрастает после кормового голодания в течение 8 ч в промышленных и экспериментальных условиях. Это приводит к уменьшению активности брожения и снижению продуцирования молочной кислоты в зобу [40]. Снижение содержания молочной кислоты и высокое значение pH зоба связаны с существенным увеличением количества случаев обнаружения сальмонелл в зобу через 4 или 8 ч после отъема от корма. Полученные результаты указывают на то, что в дополнение к увеличению начального количества сальмонелл в результате заглатывания обсемененной подстилки, в зобу бактерии попадают в менее кислую среду с пониженной концентрацией молочной кислоты, которая более пригодна для роста сальмонелл.

Ранее было проведено исследование влияния кормового голодания на выделение *Campylobacter* из зоба промышленных цыплят-бройлеров, достигших рыночных кондиций, до отлова и транспортировки на перерабатывающее предприятие [36]. В этом исследовании в зобу сорока 7-недельных цыплят-бройлеров, поступивших из 9 отдельных птичников, были обнаружены бактерии *Campylobacter* как до, так и после отмены кормления. Для сравнения с образцами зоба от бройлеров шести тех же самых партий были отобраны образцы слепой кишки. Отмена кормления привела к существенному увеличению доли обсемененных *Campylobacter* образцов зоба в семи из девяти исследованных птичников. Кроме того, общее количество образцов зоба, положительных на *Campylobacter*, значительно увеличилось — с 25% перед изъятием корма до 62,4% после периода кормового голодания. Как и в подобных исследованиях по влиянию отмены кормления на обнаружение сальмонелл в слепой кишке, в данном исследовании не было выявлено влияния предубойной выдержки без корма на частоту обнаружения *Campylobacter* в слепой кишке.

С учетом высокой вероятности разрыва зоба и вытекания содержимого в процессе промышленной переработки [34], частое обнаружение *Campylobacter* (62,4 %) в зобу после отмены кормления [36] может свидетельствовать о том, что зоб может служить потенциальной критической контрольной точкой по обоим микробиологическим показателям — *Campylobacter* и *Salmonella*. Во многих лабораториях продолжают исследования, направленные на изучение этого потенциального источника обсеменения тушек бактериями вида *Campylobacter*.

8.5. Прижизненное обсеменение зоба

Отмена кормления влияет на микрофлору зоба, понижая количество лактобацилл, а также приводит к уменьшению концентрации летучих жирных кислот и повышению pH зоба [38, 40]. Кроме того, изменения в микросреде зоба в течение предубойной

выдержки способны усилить выраженность инвазионных генов патогенных бактерий, что необходимо для осуществления кишечных инвазий. Одним из способов изменить возросшее из-за отмены кормления значение рН зоба является подкисление зоба. Были проведены исследования эффекта добавления к питьевой воде 0,5% молочной кислоты в течение имитируемого 8-часового периода кормового голодания перед транспортировкой. Всем бройлерам в 5 опытах через рот зондом вводили 10^6 КОЕ *S. typhimurium* (ST) за 24–48 ч до отмены кормления. В результате 5Гбыли выделены из 31% образцов зоба, предварительно обработанных молочной кислотой, по сравнению с 53% из контрольных образцов. Такое уменьшение количества случаев обнаружения также связано со снижением выживаемости 5У — в контроле логарифм от количества 5Т(КОЕ/зоб) составил 1,45; в образцах с молочной кислотой 0,79. В дополнительных испытаниях, проведенных в условиях фермы, бройлерам в течение 10 ч отмены кормления давали питьевую воду, содержащую 0,44% молочной кислоты. Образцы зоба для выявления *Campylobacter* и *Salmonella* у тушек отбирали у птиц перед отменой кормления, после нее и перед охлаждением после душа [35,36]. Использование молочной кислоты привело к существенному снижению обсеменения зоба сальмонеллами (2 образца из 50; 4%) по сравнению с контролем (23 образца из 50; 46%). Следует особо отметить, что после обработки молочной кислотой наблюдалось снижение количества случаев обнаружения сальмонелл на тушках после душа перед охлаждением почти в десять раз, тогда как для *Campylobacter* это снижение составило лишь 25%. Полученные результаты доказали, что внесение некоторых органических кислот в питьевую воду в течение кормового голодания перед транспортировкой может снизить обсеменение зоба и тушек бройлеров сальмонеллами при переработке. В настоящее время изучается возможность использования других дезинфицирующих средств с высокой потенциальной эффективностью, которые можно добавлять к питьевой воде в течение периода предубойной выдержки. Использование этого подхода лимитируется вкусовыми качествами продукта, поскольку снижение потребления птицей воды перед убоем может привести к уменьшению массы продукта. Приемлемым решением является применение исследуемых средств непосредственно перед убоем.

8.6. Химическая обработка подстилки

При кислотности подстилки ниже рН 5 в ней создаются условия, неблагоприятные для сальмонелл и других потенциальных патогенных микроорганизмов [40]. Для снижения уровня рН и количества образующегося аммиака необходимо обрабатывать подстилку химическими реагентами. Такая обработка должна быть эффективна с точки зрения затрат и безопасна для сельскохозяйственных рабочих. Для снижения рН подстилки для птицы используется несколько химических реагентов, например, сульфат алюминия [41,42], сульфат железа [43], фосфорная кислота [44], бисульфат натрия [45, 46] и уксусная кислота [47].

При проведении оценки нескольких видов химической обработки, проводимой в целях улучшения утилизации аммиака и растворимости фосфора, было обнаружено, что лучше всего связывание аммиака происходило при обработке сульфатом алю-

миния, за ним следуют фосфорная кислота, сульфат железа, бисульфат натрия и кальций-железо сульфат [45]. Обработка всеми упомянутыми реагентами приводит к значительному снижению pH по сравнению с контролем. Сульфат алюминия оказался наиболее эффективным как по снижению летучести аммиака, так и по улучшению растворимости фосфора. Эти данные свидетельствуют, что обработка с использованием сульфата алюминия, возможно, более предпочтительна с точки зрения защиты окружающей среды, поскольку способствует уменьшению попадания фосфора в грунтовые воды; однако затраты на обработку птичника выше по сравнению с обработкой другими реагентами. В другом исследовании показано, что использование бисульфата натрия эффективно снижает уровень *Salmonella*, *Clostridium* и *Pasturella* в подстилке [48]. Более того, применение этого реагента дает хорошие результаты по подкислению подстилки и увеличивает продолжительность действия инсектицидов при борьбе с насекомыми.

Также было изучено действие гашеной извести на выживаемость *Salmonella* и *Campylobacter* в птичьей подстилке. Результаты показали, что применение даже таких малых концентраций, как 2% (вес к объему), заметно снижает выживание сальмонелл в искусственно инокулированной подстилке через 8 ч после обработки. Ранние данные экспериментов по развитию птенцов домашней птицы показывают, что внесение гашеной извести (2%) в свежую подстилку не оказывало отрицательного влияния на птенцов индейки в течение шести недель опыта [49]. Хотя возможность промышленного применения гашеной извести при обработке подстилки для птиц не была однозначно доказана, полученные результаты были обнадеживающими, особенно принимая во внимание относительную дешевизну гашеной извести и ее слабое воздействие на окружающую среду.

8.7. Роль биозащиты

Поскольку паратифоидные серотипы сальмонелл, которые опасны и для домашней птицы, и для людей, не адаптированы к организму-хозяину, они могут инфицировать многих позвоночных. Потенциальными носителями сальмонелл домашней птицы могут быть различные виды животных, включая грызунов, диких птиц, домашних животных, а также люди [28]. Сальмонеллы зачастую можно обнаружить в кормовом сырье, особенно, если в рецептуре используются большие количества мяса, рыбы, кровяной и (или) костной муки [50,52]. Термическая обработка готового корма может значительно понижать обсемененность корма большинством потенциальных патогенных микроорганизмов, включая сальмонеллы [25,52]. Однако пока не появятся очень серьезные основания для производства высококачественных кормов, свободных от патогенных микроорганизмов, фактическая роль обсемененного питания в передаче инфекций через птицу не может быть четко установлена. Строгие и всесторонние процедуры биологической защиты являются определяющими для поддержания здоровья поголовья птицы, снижая возможность возникновения многочисленных проблем, связанных с заболеваниями. Биозащита также является важной составной частью общего управления здоровьем птицы. Понимание эпизоотологии инфекции

сальмонелл у бройлеров и индейки предполагает отслеживание в инкубаторах основных серотипов сальмонелл, которые, вероятно, связаны с инфекциями и падежом в родительском стаде [53], хотя описаны случаи обсеменения через окружающую среду от предыдущего поголовья [54]. Ранее было описано несколько случаев вертикальной передачи инфекций *Campylobacter* цыплятам, в результате чего было сделано предположение, что инфекция, имеющаяся в родительском стаде, может быть важным источником инфицирования бройлеров *Campylobacter* в промышленных условиях. Хотя биозащита и контроль качества кормов являются основными составляющими программы охраны здоровья птицы, возможно возникновение ложного чувства защищенности в отношении *Salmonella* и *Campylobacter*, если полагаться только на эти факторы. Они не могут быть главными критическими контрольными точками для прижизненного обсеменения. Для успешной разработки программы прижизненного контроля должна быть серьезно рассмотрена роль вертикальной передачи и породного стада как источников инфекций *Salmonella* и *Campylobacter* поголовья птицы, выращиваемого в промышленных условиях.

8.8. Влияние транспортировки

Бройлеры, которые были лишены корма в течение 4 ч или более, отлавливаются и транспортируются на перерабатывающий завод. В течение транспортировки до перерабатывающего завода бройлеры содержатся в клетках, которые могут быть обсеменены *Campylobacter* и *Salmonella* [22,55,56]. Общая обсемененность *Campylobacter* бройлеров после транспортировки возрастает (56% положительных результатов) по сравнению с бройлерами до транспортировки (12,1%) [55]. Кроме того, среднее общее количество *Campylobacter*, обнаруженных на каждой тушке, увеличилось с 2,71 до 5,15 (в логарифмах общего количества, КОЕ) [55]. Аналогично, при обследовании перерабатывающего предприятия в Швейцарии было обнаружено, что 32% невымытых клеток для транспортировки были обсеменены *C. jejuni* [56]. Однако после транспортировки частота выявления обсеменения *Campylobacter* не обязательно увеличивается, поскольку на некоторых предприятиях были выявлены исключения [24].

В условиях экспериментальной транспортировки было обнаружено увеличение количества птиц, в слепой кишке которых были выявлены сальмонеллы, — с 23,5% (контроль) до 61,5% (после транспортировки) [22]. Также оказалось, что 33% невымытых клеток для транспортировки было обсеменено сальмонеллами, хотя в клоаке транспортируемых птиц сальмонеллы обнаружены не были [25]. Таким образом, при расчете затрат на мероприятия по биологической защите следует принимать во внимание, что эффективная чистка и дезинфекция клеток, а также оборудования для транспортировки являются важной составной частью любой программы биозащиты поголовья птицы.

Присутствие на транспортных средствах патогенных микроорганизмов является показателем возможного источника внешнего и внутреннего обсеменения бройлеров. При оценке уровня обсеменения клеток для транспортировки после проведения нормальной процедуры их мойки хлорированной водой в качестве

санитарно-показательного микроорганизма использовали *E. coli* [57]. Проведенные исследования показали, что после дезинфекции паром 50% упаковочных ящиков были микробиологически загрязнены. Обеспечение чистоты контейнеров для транспортировки было признано одной из последних стадий в процессе сохранения или снижения уровня внешнего обсеменения тушек до их поступления на перерабатывающее предприятие. Как правило, птицы, поступающие на перерабатывающее предприятие, обсеменены *Salmonella* (до 60-100%) и *Campylobacter* (80-100%) [58-60]. Показано, что сальмонеллы прочно соединяются с кожей бройлеров, поступающих на перерабатывающий завод [29], а это подтверждает, что намного более предпочтительно предотвращение обсеменения, чем промежуточные меры. Еще более распространенным микроорганизмом на птицекомбинатах является *Campylobacter*, поскольку эти бактерии выявлены в шпательных чанах, холодильных емкостях, на пере и оборудовании [59]. Кроме того, было выявлено, что на предприятиях по переработке уток, индейки, несущек и бройлеров подвески и емкости обсеменены *Campylobacter* [61].

8.9. Лечение

Терапевтическое и профилактическое использование антибиотиков для снижения количества сальмонелл вызвало много дебатов. В ходе решения проблем инкубаторов и в целях предотвращения и ликвидации заражения *S. enteritidis* постоянно используются антибактериальные препараты [62,63]. Имеются сведения об увеличении количества колоний сальмонелл под воздействием некоторых антибиотиков, возможно, за счет подавления роста полезных бактерий, способных вырабатывать соединения, ингибирующие патогенные микроорганизмы [64, 65]. Постоянное использование субтерапевтических количеств антибиотиков для стимуляции роста может также привести к появлению бактериальных штаммов, резистентных к лекарственным средствам [66-68].

8.10. Конкурентное исключение

Желудочно-кишечный тракт недавно родившихся цыплят, по существу, стерилен и очень восприимчив к обсеменению и инфекции патогенными бактериями [69]. Одним из путей предотвращения его обсеменения патогенными бактериями является как можно более раннее формирование нормальной кишечной микрофлоры у цыплят, что приводит к конкуренции с некоторыми патогенными микроорганизмами, которые могут воздействовать на птицу-хозяина. Конкурентное исключение представляет собой введение кишечной микрофлоры здоровой взрослой птицы в виде суспензии, что было впервые описано в 1973 г. [70]. В настоящее время общепризнано, что обработка методом конкурентного исключения имеет преимущества с точки зрения снижения уровня *Salmonella* и *Campylobacter* и воздействия на окружающую среду [71-74].

Защитный эффект конкурентного исключения объясняется соревнованием за места обитания (рис. 8.1) и питательные вещества, образованием летучих жирных

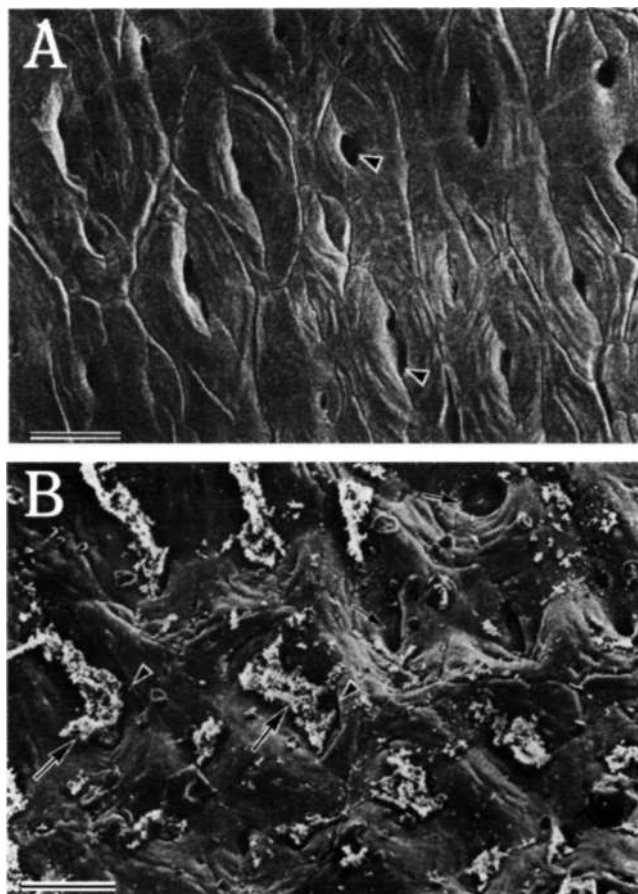


Рис. 8.1. Сканирующая электронная микрофотография мукозы слепой кишки (середина слепого отростка) цыплят-бройлеров через 48 ч после выведения. Длина полосы соответствует 100 мкм.

А: нормальная необработанная слизистая оболочка слепой кишки цыпленка; крипты слепой кишки (указаны стрелками) не имеют больших скоплений бактерий, наблюдаемых на подобных участках после обработки препаратом конкурентного исключения

В: подобный срез слизистой оболочки цыпленка, обработанного промышленным препаратом конкурентного исключения; большинство крипт (острия стрелок) содержат большие скопления бактерий (большие стрелки); имеется также несколько крипт, лишенных бактерий (малые стрелки)

кислот, пониженным окислительно-восстановительным потенциалом [70, 75]. Применяемые препараты могут состоять из культур, бактериальный состав которых известен (известные культуры) или неизвестен (неопределенные). Известные культуры микробиологически более безопасны, так как меньше вероятность случайного присутствия потенциально патогенных микроорганизмов. В настоящее время Управление по контролю пищевых продуктов и лекарственных препаратов (*FDA*) выдало лицензию на использование одного препарата для конкурентного исключения

в целях предотвращения или понижения вероятности инфицирования домашней птицы сальмонеллами {*Preempt*[™], *M.S. BioScience*, Мэдисон, штат Висконсин), еще одна неопределенная культура находится на стадии испытаний (*Mucosal Starter Culture*, *Continental Grains*, Чикаго, штат Иллинойс).

Испытания в промышленных условиях показали, что обе культуры эффективно снижали уровень колонизации сальмонеллами слепой кишки бройлеров, достигших рыночных кондиций [27, 75]. У цыплят, которым в возрасте одного дня давали дозу определенной культуры конкурентного исключения, обнаружили намного меньше ($p < 0,05$) случаев обнаружения сальмонелл (0%) по сравнению с необработанными контрольными группами (7%). Аналогично бройлеры, достигшие рыночных кондиций, обработанные неопределенной культурой конкурентного исключения в две стадии (распыление в инкубаторном цехе и через питьевую воду) отличались до охлаждения существенно меньшим количеством тушек с положительной реакцией на сальмонеллы (6,7%) по сравнению с необработанной контрольной группой (12,8%). Результаты исследований показали, что препараты конкурентного исключения в опытных условиях оказались эффективным средством для защиты цыплят от обсеменения *S. enteritidis* (PT13, PTA), *S. gallinarum*, *S. typhimurium*, *Clostridium perfringens* и *E. coli* 0157.Я7 [74, 76-79].

Использование препаратов конкурентного исключения может быть эффективной составной частью интегрированной программы контроля. Степень эффективности этих препаратов зависит от объема и концентрации вводимой дозы, а также от способа введения. Используемые культуры часто состоят из бактерий, чувствительных к антисептическим веществам, присутствие которых может снижать эффективность культуры. Следует помнить, что препараты конкурентного исключения не уничтожают патогенные микроорганизмы, они должны быть составной частью общей программы интегрированного контроля. Использование этих препаратов может как понизить степень обсеменения кишечника рядом патогенных микроорганизмов, так и позволить использовать более низкие уровни антибактериальных средств, что также следует учитывать при оценке общей стоимости программы интегрированного прижизненного контроля патогенных микроорганизмов.

8.11. Вакцинация

Вакцинация используется для предотвращения или снижения распространения патогенных вирусов и бактерий, и в целом зависят от способности иммунной системы организма-хозяина распознавать специфические антигены (эпитопы). Поскольку существует большое количество серотипов сальмонеллы, каждый из которых имеет индивидуальные эпитопы, не вырабатывающие перекрестную защиту против других серотипов, работ по созданию универсальных вакцин против сальмонелл проводилось немного. Вакцины для домашней птицы против *Campylobacter* не сталкиваются с проблемой большого разнообразия серотипов. Хотя имеются сведения, что введенная перорально вакцина инаktivированных *Campylobacter* иногда снижала смертность среди привитых цыплят [80], разработка эффективных вакцин

для массового применения при выращивании мясных пород птицы еще предстоит. В противоположность универсальной вакцинации против *Salmonella*, вакцинация против определенных штаммов сальмонеллы (например, *S. enteritidis*, *S. gallinarum*) широко применяется в странах с эндемическими проблемами, связанными с этими наиболее опасными серотипами, особенно при селекционировании и производстве яиц [81]. Такие вакцины следует применять в случае появления серьезной проблемы, связанной с определенным штаммом *Salmonella*.

Имеются сведения о разработке живой промышленной вакцины с двойной делецией гена, авирулентной и иммуногенной [82], а также с другими мутантными штаммами [83,84]. Однодневные цыплята, привитые этой живой вакциной, обладали серологической защитой к гомологическим и гетерологическим серотипам *Salmonella*, возможно, по тому же механизму, что и конкурентное исключение [85, 86]. Кроме того, материнские антитела можно обнаружить в яйцах и цыплятах от производителей, привитых этой вакциной. Показано, что эти антитела снижают количество колоний сальмонелл и обеспечивают защиту кур-несушек в течение 11 мес. после инокуляции [86]. Однако восприимчивость к противомикробным средствам, обычно используемым при выращивании птицы, может ослаблять или совсем устранять эффективность живых вакцин. Хотя результаты многих опубликованных исследований обнадеживают, живые вакцины сальмонеллы для контроля ее паратифоидных видов не получили в США широкого промышленного распространения.

Выводы

Очевидно, что удачные программы прижизненного контроля обсеменения патогенными микроорганизмами должны быть объединены и присоединены к множественным критическим контрольным точкам. До настоящего времени не установлено единой критической контрольной точки, которая обеспечила бы снижение уровня патогенных микроорганизмов, и эффективность контроля можно было бы повысить путем интеграции различных подходов, направленных на известные критические контрольные точки. Имеющиеся данные подтверждают, что главным показателем успешности прижизненного контроля уровня обсеменения является производство и сохранение поголовья домашней птицы, свободной от патогенных микроорганизмов. Решение данной проблемы тесно связано с необходимостью применения ограничительных мер при откорме в процессе выращивания, и стрессом во время переработки. Разработанные зоны контроля патогенных микроорганизмов включают в себя использование эффективных препаратов конкурентного исключения, обработку питьевой воды органическими кислотами в течение предубойной выдержки и обработку подстилки подкисляющими или подщелачивающими препаратами. Имеется обзорная информация об использовании органических кислот при отмене кормления и влиянии изменений параметров окружающей среды [87]. Также подробно описаны преимущества использования конкурентного исключения с точки зрения сокращения количества *Salmonella* и *Campylobacters* экологического загрязнения [71-74]. Поскольку перспективы использования некоторых антибактериальных препаратов в птицеводческой

промышленности пока еще только рассматриваются, конкурентное исключение может стать новым подходом к решению проблемы обеспечения здоровья птицы и безопасности продукции, при этом дополнительно появится возможность контроля патогенных микроорганизмов.

Литература

1. FSIS/CDC/FDA Sentinel Sire Study: The Establishment and Implementation of Active Surveillance System for Bacterial Foodborne Diseases in United States / United States department of Agriculture, Food Safety Inspection Service// *Report to Congress* — 1997, February.
2. Foodnet: An Active Surveillance System Bacterial Foodborne Diseases in the United States / United States Department of Agriculture, Food Safety Inspection Service // *Report to Congress* — 1998, April.
3. Tauxe, R.R. V. *Salmonella*: A postmodern pathogen ///. *Food Prot.*, 1991, 54, 563.
4. Bean, N.H., Griffin, P. M. Food-borne disease outbreaks in the United States, 1973—1987: Pathogens and trends // *J. Food Prot*, 1990, 53, 804.
5. Persson, U., Jendteg, S.I. The economic impact of poultry-borne salmonellosis: how much should be spent on prophylaxis? // *Int. J. Food Microbiol.*, 1992, 15, 207.
6. Madie, P. *Salmonella* and *Campylobacter* infections in poultry // *Proc. Solway Chicken Health Course* — New Zealand, Palmerston North: Grunner U. Peterson Massey University, 1992.
7. National Research Initiative Competitive Grants Program, Program Descriptions, Cooperative State Research Service / United States Department of Agriculture, Section 32.0 // *Food Safety* - Washington, D.C: 1991.
8. Barnes, H.J., Gross, W.B. Colibacillosis // *Diseases of Poultry* / Calnek et al. eds. — 10th ed. - Ames, IA: Iowa State University Press, 1997. - P. 131.
9. Beery, J.T., Doyle, M.P., Schoeni, J.L. Colonization of chicken cecae by *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1985, 49, 310.
10. Stavric, S., Buchanan, B., Gleeson, T. M. Intestinal colonization of young chicks with *Escherichia coli* 0157:H7 and other verotoxin-producing serotypes // *J. Appl. Bacteriol.*, 1993, 74, 557.
11. Doyle, M.O., Schoeni, J. L. Isolation of *Escherichia coli* 0157:H7 from retail fresh meats and poultry // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1987, 53, 2394.
12. Griffin, P.M., Tauxe, R.V. The epidemiology of infections caused by *Escherichia coli* 0157:H7, other enterohemorrhagic *E. coli*, and the associated hemolytic uremic syndrome // *Epidemiol. Rev.*, 1991, 13, 60.
13. Evans, J.B., Ananaba, G.A., Pate, C.A., Bergdoll, M.S. Enterotoxin production by atypical *Staphylococcus aureus* from poultry // *J. Appl. Bacteriol.*, 1983, 54, 257.
14. Gibbs, PA., Patterson, J.T, Harvey, J. Biochemical characteristics and enterotoxigenicity of *Staphylococcus aureus* strains isolated from poultry // *J. Appl. Bacteriol.*, 1978, 44, 57.

15. Harvey, J., Patterson, J.T., Gibbs, P.A. Enterotoxigenicity of *Staphylococcus aureus* strains isolated from poultry: raw poultry carcasses as a potential food-poisoning hazard /// *Appl. Bacteriol.*, 1982, 52, 251-258.
16. Deveriese, L.A., Devos, A.H., Beumer, J., Moes, R. Characterization of staphylococci isolated from poultry // *Poult. Sci.*, 1972, 51, 389.
17. Skeeles, J. K. Staphylococcosis // *Diseases of Poultry* / Calnek et al., eds. — 10th ed. — Ames, IA: Iowa State University Press, 1997. — P. 247.
18. Adams, B.W., Mead, G.C. Incidence and properties of *Staphylococcus aureus* associated with turkeys during processing and further-processing operations // *J. Hyg.*, 1983, 91, 479.
19. Notermans, S., Dufrenne, J., van Leeuwen, W.J. Contamination of broiler chickens by *Staphylococcus aureus* during processing: incidence and origin /// *Appl. Bacteriol.*, 1982, 52, 275.
20. Barnes, H.J. Other bacterial diseases // *Diseases of Poultry* / Calnek et al., eds. — 10th ed. — Ames, IA: Iowa State University Press, 1997. — P. 289.
21. Marsden, J.L. Industry Perspectives on *Listeria monocytogenes* in foods: raw meat and poultry, dairy // *Food Environ. Sanit.*, 1994, 14, 83.
22. Rigby, C.E., Pettit, J.R. Changes in the *Salmonella* status of broiler chickens subjected to simulated shipping conditions // *Can. J. Comp. Med.*, 1980, 44, 374.
23. Goren, E., de Jong, W.A., Doomenbal, R., Bolder, N.M., Mulder, R. W. A. W., Jansen, A. Reduction of *Salmonella* infection of broilers by spray application of intestinal microflora: a longitudinal study // *Vet. Q.*, 1988, 10, 249.
24. Jones, E., Axtell, R.C., Rives, D.V., Scheideler, S. E., Tarver, F.R., Walker, R.L., Wine-land, M.J. A survey of *Campylobacter jejuni* contamination in modern broiler production and processing systems // *J. Food Prot.*, 1991, 54, 259.
25. Jones, R., Axtell, R.C., Rives, D.V., Scheideler, S. E., Tarver, F.R., Walker, R. L., Wine-land, M.J. A survey of *Salmonella* contamination in modern broiler production /// *Food Prot.*, 1991, 54, 502.
26. Stavric, S., D'Aoust, J.Y. Undefined and defined bacterial preparations for the competitive exclusion of *Salmonella* in poultry—a review // *J. Food Prot.*, 1993, 56, 173.
27. Blankenship, L.C., Bailey, J.S., Cox, N. A., Stem, N.J., Brewer, R., Williams, O. Two-step mucosal competitive exclusion flora treatment to diminish salmonellae in commercial broiler chickens // *Poult. Sci.*, 1993, 72, 1667.
28. Krabich, P., Dorn, P. The importance of living vectors for the dissemination of *Salmonella* in broiler flock rodents, cats and insects as vectors // *Berl. Muench. Tieraerztl. Wochenschr.*, 1980, 93, 232.
29. Lillard, H.S. Factors affecting persistence of *Salmonella* during the processing of poultry // *J. Food Prot.*, 1989, 52, 829.
30. Sarlin, L.L., Barnhart, E.T., Caldwell, D.J., Moore, R.W., Byrd, J. A., Caldwell, D. Y., Comer, D.E., DeLoach J.R., Hargis, B.M. Evaluation of alternative sampling methods for *Salmonella* critical control point determination at broiler processing // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 1253.
31. Fanelli, M.J., Sadler, W.W., Franti, C.E., Brownell, J.R. Localization of salmonellae within the intestinal tract of chickens // *Avian Dis.*, 1971, 15, 366.

32. Snoeyenbos, G.H., Soerjadi, A.S., Weinack, O. M. Gastrointestinal colonization by *Salmonella* and pathogenic *Escherichia coli* in monozenic and holoxenic chicks and poults // *Avion Dis.*, 1982, 26, 566.
33. Corrier, D.E., Hargis, B.M., Hinton, A., Lindsey, D., Caldwell, D.J., Manning, J., DeLoach, J.R., Effect of cecal colonization resistance of layer chicks to invasive *Salmonella enteritidis* — *Avion Dis.*, 1991, 35, 337.
34. Hargis, B. M., Caldwell, D.J., Brewer, R.L., Corner, D.E., DeLoach, J.R. Evaluation of the chicken crop as a source of *Salmonella* contamination for broiler carcasses // *Poult. Sci.*, 1995, 74, 1548.
35. Corner, D.E., Byrd, J.A., Hargis, B.M., Hume, M.E., Bailey R.H., Stanker, L.H. Presence of *Salmonella* in the crop and ceca of broiler chickens before and after preslaughter feed withdrawal // *Poult. Sci.*, 1999, 78, 45.
36. Byrd, J.A., Corrier, D.E., Hume, M.E., Bailey R.H., Stanker, L.H., Hargis, B.M. Effect of feed withdrawal on the incidence of *Campylobacter* in crops of preharvest broiler chickens // *Avian Dis.*, 1998, 42, 802.
37. Lillard, H.S. Effect of surfactant or changes in ionic strength on the attachment of *Salmonella typhimurium* to poultry skin and muscle // *J. Food Sci.*, 1988, 53, 727.
38. Humphrey, T.J., Baskerville, A., Whitehead, A., Rowe, B., Henley, A. Influence of feeding patterns on the artificial infection of laying hens with *Salmonella enteritidis* phage type 4 // *Vet. Rec.*, 1993, 132, 407.
39. Ramirez, G.A., Sarlin, L.L., Caldwell, D.J., Yezak, C.R., Jr., Hume, M. E., Comer, D.E., DeLoach, J. R., Hargis, B. M. Effect of feed withdrawal on the incidence of *Salmonella* in the crops and ceca of market age broiler chickens // *Poult. Sci.*, 1997, 76, 654.
40. Corrier, D.E., Byrd, J.A., Hargis, B.M., Hume, M.E., Bailey R.H., Stanker, L.H. Survival of *Salmonella* in the crop contents of market-age broilers during feed withdrawal // *Avian Dis.*, 1999, 43, 453.
41. Huff, W.E., Moore, P.A., Balog, J.M., Bayyari, G.R., Rath, N.C. Evaluation of toxicity of alum (aluminum sulfate) in young broiler chickens // *Poult. Sci.*, 1996, 75, 1359.
42. Moore, P.A., Miller, D.A. Decreasing phosphorus solubility in poultry litter with aluminum, calcium and iron amendments // *J. Environ. Qual.*, 1994, 23, 325.
43. Huff, W. E., Malone, G. W., Chaloupka, G. W. Effect of litter treatment on broiler performance and certain litter quality parameters // *Poult. Sci.*, 1984, 63, 2167.
44. Reece, F.N., Bate, B.J., Lott, B.D. Ammonia control in broiler houses // *Poult. Sci.*, 1979, 58, 754.
45. Moore, P.A., Jr., Daniel, T.C., Edwards, D.R., Miller, D.M. Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter // *Poult. Sci.*, 1996, 75, 315.
46. Terzich, M., Quarles, C., Goodwin, M.A., Brown, J. Effect of Poultry Litter Treatment (PLT) on death due to ascites in broilers // *Avion Dis.*, 1998, 42, 385.
47. Parkhurst, C.R., Hamilton, P.B., Baughman, G.R. The use of volatile fatty acids for the control of microorganisms in pine sawdust litter // *Poult. Sci.*, 1974, 58, 801.
48. Terzich, M. The effects of sodium bisulfate on bacteria load of poultry litter and bird performance // *Proc. 68th Northeastern Conference on Avian Diseases* — Perm State University, June 10-12, 1996.

49. Hargis, B.M., Caldwell, D.J., Byrd, J.A. Из неопубликованных результатов, 2000.
50. Morris, G.K., McMurray B.L., Galton, M.M., Wells, J.G. A study of the dissemination of salmonellosis in a commercial broiler chicken operation // *Am. J. Vet. Res.*, 1969, 30, 1413.
51. MacKenzie, M.A., Bains, B.S., Dissemination of *Salmonella* serotypes from raw feed ingredients to chicken carcasses // *Poult. Sci.*, 1996, 55, 957.
52. Shrimpton, D.H. The *Salmonella* problem of Britian // *Milling Flour Feed*, 1989, Jan: 16-17.
53. Caldwell, D.J., Hargis, B.M., Comer, D.E., Williams, J.D., Vidal, L., DeLoach, J.R. Evaluation of persistence and distribution of *Salmonella* serotype isolation from poultry farms using drag-swab sampling // *Avian Dis.*, 1995, 39, 617.
54. Byrd J.A. Origin and relationship of *Campylobacter* and *Salmonella* contamination of poultry during processing // *Poult. Sci.*, 1999, 78 (Suppl. 1), 4.
55. Stern, N.J., Clavero, M.R. S., Bailey, J.S., Cox, N.A., Robach, M.C. *Campylobacter* spp. in broilers on the farm and after transport // *Poult. Sci.*, 1995, 74, 937.
56. Hoop, R., Ehram, H. Ein beitrage zur epidemiologie von *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in der Hühnermast // *Schweiz. Arch. Tierheilknd*, 1987, 129, 193.
57. Mead, G.C., Hudson, W.R., Hinton, M.H. Use of a marker organism in poultry processing to identify sites of cross-contamination and evaluate possible control measures // *Br. Poult. Sci.*, 1994, 35, 345.
58. Acuff, G.R., Vanderzant, C., Hanna, M.O., Ehlers, J.G., Golan, F.A., Gardner, F.A. Prevalence of *Campylobacter jejuni* in turkey carcass processing and further processing of turkey products // *J. Food Prot.*, 1986, 49, 712.
59. Wempe, J. M., Genigeorgis, C A., Farver, T. B., Yusufu, H. I. Prevalence of *Campylobacter jejuni* in two California chicken processing plants // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1983, 45, 355.
60. Kotula, K.L., Pandya Y. Bacterial contamination of broiler chickens before scalding // *J. Food Prot.*, 1995, 58, 1326.
61. Baker, R.C., Paredes, M.D. C Paredes, Qureshi, R.A. Prevalence of *Campylobacter* in poultry meat in New York State // *Poult. Sci.*, 1987, 66, 1766.
62. Goodnough, M.C., Johnson, E.A. Control of *Salmonella enteritidis* infections in poultry by polymyxin B and trimethoprim // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1991, 57, 785.
63. Muirhead, S. *Feed Additive Compendium* — Minneapolis, MN: Miller Publishing, 1994.
64. Manning, J. G, Hargis, B.M., Hinton, A., Comes, D.E., DeLoach, J. R., Creger, C.R. Effect of nitrofurazone or novobiocin on *Salmonella enteritidis* cecal colonization and organ invasion in leghorn hens // *Avion Dis.*, 1992, 36, 334.
65. Manning, J. G, Hargis, B.M., Hinton, A., Corrier, D.E., DeLoach, J.R., Creger, C R. Effect of selected antibiotics and anticoccidials on *Salmonella enteritidis* cecal colonization and organ invasion in Leghorn chicks // *Asian Dis.*, 1994, 38, 256.
66. Kobland, J.D., Gale, G.O., Gutafson, R.H., Simkins, K.L. Comparison of therapeutic versus subtherapeutic levels of chlortetracycline in the diet for selection of resistant *Salmonella* in experimentally challenged chickens // *Poult. Sci.*, 1987, 66, 1129.

67. Cast, R.K., Stephens, J. E. Effect of kanamycin administration to poultry on the proliferation of drug-resistant *Salmonella* // *Poult. Sci.*, 1988, 67, 689.
68. Cast, R.K., Stephens, J.P., Foster, D. N. Effect of kanamycin administration to poultry on the proliferation of drug-resistant *Salmonella* // *Poult. Sci.*, 1988, 67, 699.
69. Jayne-Williams, Fuller, D.J. R. The influence of intestinal microflora on nutrition // *Physiology and Biochemistry of Domestic Food* / Bell, D. J., Freeman, B. M., eds. — London: Academic Press, 1971. — P. 74.
70. Nurmi, E., Rantala, M. New aspects of *Salmonella* infection in broiler production // *Nature*, 1973, 241, 210.
71. Wierup M., Wahlstrom, H., Engstrom, B. Experience of a 10-year use of competitive exclusion treatment as part of the *Salmonella* control programme in Sweden // *Int. J. Food Microbiol.*, 1992, 15, 287.
72. Schoeni J.L., Wong, C.L. Inhibition of *Campylobacter jejuni* colonization in chicks by defined competitive exclusion bacteria // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1994, 60(4), 1191.
73. Corrier D.E., Nisbet, D.J., Byrd, J.A., II, Hargis, B.M., Keith, N.K., Peterson, M., DeLoach, J. R. Dosage titration of a characterized competitive exclusion culture to inhibit *Salmonella* colonization in broiler chickens during growout // *J. Food Prot.*, 1998, 61, 796.
74. Nisbet, D. J., Tellez, G. I., Lowery, V. K., Anderson, R.C., Garda, G., Nava, G., Kogut, M. H., Corner, D. E., Stanker, L. И. Effect of a commercial competitive exclusion culture (PREEMPT) on mortality and horizontal transmission of *Salmonella gallinarium* in broiler chickens // *Avian Dis.*, 1998, 42, 651.
75. Comer, D.E., Nisbet, D.J., Scanlan, C.M., Hollister, A.G., Caldwell, D.J., Thomas, L.A., Hargis, B.M., Tomkins, T., DeLoach, J.R. Treatment of commercial broiler chickens with a fcharacterized culture of cecal bacteria to reduce salmonellae colonization // *Poult. Sci.*, 1995, 74, 1093.
76. Comer, D.E., Hinton, A., Jr., Ziprin, R.L., Beier, R.C., DeLoach, J.R. Effect of dietary lactose on cecal pH, bacteriostatic volatile fatty acids, and *Salmonella typhimurium* colonization of broiler chicks // *Avian Dis.*, 1990, 34, 617.
77. Corrier, D.E., Nisbet, D.J., Scanlan, C.M., Tellez, G., Hargis, B.M., DeLoach, J.R. Inhibition of *Salmonella enteritidis* cecal and organ colonization in leghorn chicks by a defined culture of cecal bacteria and dietary lactose // *J. Food Prot.*, 1994, 56, 377.
78. Nisbet, D.J., Corner, D.E., Ricke, S.C., Hume, M.E., Byrd, J.A., DeLoach, J.R. Cecal propionic acid as a biological indicator of the early establishment of a microbial ecosystem inhibitory to *Salmonella* in chicks // *Anaerobes*, 1996, 2, 345.
79. Byrd, J.A., Nisbet, D.J., Corrier, D.E., Stanker, L.H. Use of continuous-flow culture system to study the interaction between *Clostridium perfringens* and a mixed microbial competitive exclusion culture (CF3) // *Biosci. Microflora*, 1997, 16 (Suppl.), 15.
80. Rice, B.E., Rollins, D.M., Mallinson, E.T., Carr, L.J., Sam, W *Campylobacter jejuni* in broiler chickens: Colonization and humoral immunity following oral vaccination and experimental infection// *Vaccine*, 1997, 15, 1922.
81. Shivaprasad, H.L. Pullorum disease and fowl typhoid // *Diseases of Poultry* / Calnek et al., eds. — 10th ed. — Ames, IA: Iowa State University Press, 1997. — P. 82.

82. Curtiss, R.S., Kelly, M. *Salmonella typhimurium* deletion mutants lacking adenylate cyclase and cyclic AMP receptor protein are avirulent and immunogenic // *Infect. Immun.*, 1987, 55, 3035.
83. Zhang-Barber, L., Turner, A.K., Barrow, P.A. Vaccination for control of *Salmonella* in poultry // *Vaccine*, 1999, 17, 2538.
84. Sydenham, M., Gillian, D., Bowe, P., Ahmed, S., Chatfield, S., Dougan, G. *Salmonella enterica* serovar typhimurium *surA* mutants are attenuated and effective live oral vaccines // *Infect. Immun.*, 2000, 68, 1109.
85. Hassan, J.O., Curtiss, R. Development and evaluation of an experimental vaccination program using a live-avirulent *Salmonella typhimurium* strain to protect immunized chickens against challenge with homologous and heterologous *Salmonella* serotypes // *Infect. Immun.*, 1994, 62, 5519.
86. Hassan, J.O., Curtiss, R. Efficacy of live avirulent *Salmonella typhimurium* vaccine in preventing colonization and invasion of laying hens by *Salmonella typhimurium* and *Salmonella enteritidis* // *Avian Dis.*, 1997, 41, 783.
87. Byrd J.A., Corries, D.E., Caldwell, D.J., Bailey, R.H., Brewer, R.L., Stanker, L.H., Hargis, B.M. Effect of selected organic acids on the control of *Salmonella* in market-age broilers during feed withdrawal // *Poult. Sci.*, 1999, 78 (Suppl. 1), 85.

9. Патогенные микроорганизмы: производство

Дональд Э. Коннер, Майкл А. Дэвис, Ли Чанг

Введение

Вопросы безопасности пищи

Микробиологическое обсеменение тушек является естественным результатом технологических операций в процессе производства продуктов из живых животных [1, 2]. Обсеменение продуктов из птицы может произойти во время первичной переработки, упаковки и хранения до момента термической обработки и потребления. На перерабатывающие предприятия с живой птицей попадает огромное количество бактерий, которые должны уничтожаться в процессе переработки сырья на предприятии. Основная часть микробиологических контаминантов не патогенна, они обуславливают порчу мяса. Вместе с тем птица является носителем огромного количества патогенных микроорганизмов, включая серотипы *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* и *Staphylococcus aureus*.

Роль птицы в распространении заболеваний пищевого происхождения

Говоря о безопасности пищи, следует отметить, что птица стоит на первом или втором месте как потенциальный источник заболеваний, связанных с пищей, в Австралии, Канаде, Англии и Уэльсе [3,4], тогда как в США птица в целом связана с 8% (третье место) вспышек заболеваний пищевого происхождения [5]. Отчеты эпидемиологов свидетельствуют, что 95% всех заболеваний, связанных с потреблением пищевых продуктов, являются результатом процессов, протекающих уже после того, как продукт покидает предприятие [6]. Как правило, это результат несоблюдения температурных режимов, неправильного хранения или приготовления. Тем не менее при возникновении заболевания или заражения эксперты стараются изучить сырье (происхождение, способ и режимы обработки) с тем, чтобы исключить причины, связанные

с присутствием патогенных микроорганизмов на продукте до момента его попадания потребителю [7]. Это заставляет птицеперерабатывающую промышленность повышать микробиологическую безопасность и качество продуктов из птицы.

Законодательные акты

В США, как и во всем мире, вопросы безопасности пищевых продуктов стали основным предметом озабоченности потребителя и, соответственно, оказали значительное влияние на политику в области переработки и нормирования пищевых продуктов. С 1996 г. Служба контроля безопасности пищевых продуктов при Министерстве сельского хозяйства США, будучи ответственной за осуществление федеральной инспекции мяса и птицы в США, ввела в действие новые стандарты для птицеперерабатывающей промышленности. Этот новый пакет нормативных документов, озаглавленный «Снижение контаминации патогенными микроорганизмами. Анализ рисков и критических контрольных точек (*НАССР*)» (*Pathogen Reduction. Hazard Analysis and Critical Control Points*), содержит четыре основных требования, которые должен соблюдать переработчик:

- разработка и внедрение санитарно-гигиенических стандартов на условия производства;
- разработка и внедрение *НАССР*,
- соответствие стандартам на выявление сальмонелл;
- соответствие требованиям по *E. coli* биотипа I.

Кроме того, в 1998 г. Служба контроля безопасности пищевых продуктов ввела в действие стандарт на «нулевое фекальное загрязнение». Для перерабатывающих предприятий этот стандарт предусматривает требование отсутствия «видимых фекалий» на тушках, поступающих на охлаждение. В октябре 1999 г. Служба контроля опубликовала окончательную редакцию «Санитарно-гигиенические требования к официальным птице- и мясоперерабатывающим предприятиям», требующих внедрения стандартов на проведение санитарной обработки производственных площадей. Все эти новые нормативные документы используют современный научный подход к достижению и повышению микробиологической безопасности продуктов из мяса птицы.

В первую очередь, в ответ на требование нормативных документов об увеличении степени ответственности переработчиков, на предприятиях должны быть разработаны и утверждены профессионально составленные санитарно-гигиенические стандарты (СГС) на условия производства и правильная производственная практика (*good manufacturing practice — GMP*). Также предприятия должны разработать планы *НАССР* на все свои процессы производства и внедрить их. Служба контроля безопасности пищевых продуктов осуществляет верификацию, т. е. подтверждение выполнения предприятием СГС на условия производства, *GMP* и планов *НАССР*, посредством проведения инспекции персоналом службы. Выполнение перечисленных программ обеспечивает поддержание необходимого уровня санитарно-гигиенической безопасности птицы в процессе переработки.

9.1. Патогенные микроорганизмы в обработанной птице

9.1.1. Патогенные виды микроорганизмов

Как было указано выше, на сыром мясе птицы после обработки обычно скапливаются бактерии. Большинство из них вызывает гнилостную порчу мяса птицы и не относится к болезнетворным. Тем не менее на продуктах из птицы могут присутствовать бактерии, способные вызывать заболевания у человека (патогенные). На обработанной птице обнаружены некоторые патогенные микроорганизмы, вызывающие пищевые отравления (табл. 9.1) [9]. Среди них наибольшее беспокойство вызывают серотипы *Salmonella*, *C. jejuni*, *L. monocytogenes*, *C. perfringens* и *S. aureus*.

Таблица 9.1. Патогенные микроорганизмы, вызывающие пищевые заболевания, выделенные из сырого мяса птицы после обработки [9]

<i>Aeromonas</i> spp.	<i>Shigella</i> spp.
<i>Campylobacter</i> spp.	<i>Streptococcus</i> spp.
<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Listeria</i> spp.	<i>Yersinia Enterocolitica</i>
Серотипы <i>Salmonella</i>	

9.1.1.1. Серотипы *Salmonella*

Salmonella — мезофильные, факультативные, грамотрицательные бактерии семейства *Enterobacteriaceae*. Серотипы *Salmonella* вызывают у человека три заболевания: брюшной тиф, паратиф и гастроэнтерит. Брюшной тиф и паратиф передаются от человека к человеку фекально-оральным путем, и человек является единственным носителем возбудителей этих заболеваний. Эти два вида заболеваний в цивилизованных странах встречаются очень редко.

Напротив, гастроэнтерит (нетифоидный сальмонеллез) вызываете, серотипом *Salmonella enteritica*, который выделяется из кишечника и человека, и животных. Птица считается главным переносчиком сальмонеллеза этого вида [10]. Существует более 2300 серотипов этого вида. Среди них *Typhimurium*, *Enteritidis* и *Heidelberg* наиболее часто встречаются у человека, они же наиболее часто встречаются и у птицы. Степень тяжести заболеваний человека варьируется от средней до тяжелой, они относятся к самокупирующимся инфекциям нижнего отдела кишечного тракта. Инфекцию вызывают дозы в диапазоне от 10 000 до 1 000 000 клеток. Симптомы обычно проявляются через 12–36 ч после потребления обсемененной пищи и заключаются в тошноте, рвоте, сильной диарее, лихорадке, желудочных коликах и общем недомогании.

Хотя серотипы *Salmonella* изначально содержатся в зараженных фекалиях, эти бактерии могут присутствовать в самых разнообразных пищевых продуктах и на окружающих предметах. Широкое распространение указывает на способность сальмонелл хорошо выживать в окружающей среде. Эти бактерии попадают на перерабатывающее

предприятие с живой птицей, которая может содержать эти патогенные бактерии на коже, пере, а также в кишечнике. Соответственно, сальмонеллы могут остаться на конечном продукте. В результате несоблюдения гигиенических норм при обработке продуктов, недостаточной длительности или температуры термической обработки может вспыхнуть заболевание.

9.1.1.2. *Campylobacter jejuni*

Campylobacter jejuni — мезофильные, микроаэрофильные, грамотрицательные, спиралевидные палочки. *C. jejuni*, *C. coli* и *C. lari* представляют собой термостойкие бактерии семейства *Campylobacteriaceae* и относятся к группе опасных патогенных микроорганизмов, вызывающих пищевые заболевания. Из этой группы наиболее часто встречается *C. jejuni*. Заболевания, вызываемые *C. jejuni* (*C. coli*, *C. lari*) по симптомам похожи на заболевания, вызываемые серотипами *Salmonella*. По данным CDC (*Center for Disease Control* — Центр контроля заболеваний), в США подавляющее количество случаев диареи вызвано *C. jejuni* [11]. Птица является основным переносчиком *C. jejuni*, и наиболее часто случаи заболевания человека кампилобактериозом происходят по причине неправильной или недостаточной обработки птицы [10]. Так как *C. jejuni* плохо выживает в окружающей среде, то на перерабатывающее предприятие он попадает, находясь внутри желудочно-кишечного тракта живых птиц, затем бактерии присоединяются к коже бройлеров и попадают на готовый продукт [12].

9.1.1.2. *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes — психротрофные, грамположительные бациллы. Это оппортунистические патогены, поражающие в основном организмы с пониженным иммунитетом. Беременные женщины и их плоды, ВИЧ-инфицированные, алкоголики и люди преклонного возраста заболевают наиболее часто. У таких людей листериоз может перейти в менингит и, таким образом, стать опасным для жизни заболеванием. У людей с хорошим иммунитетом листериоз обычно протекает в легкой форме, подобно простудному заболеванию. *L. monocytogenes* обычно присутствуют повсеместно, выживая во влажных и прохладных условиях птицеперерабатывающего предприятия. Известно, что *L. monocytogenes* обычно скапливаются в помещении для дренажа, в оборудовании для охлаждения и замораживания и других прохладных местах. Повторное обсеменение полностью обработанного, готового к приготовлению продукта является основной возможностью возникновения проблем с позиции безопасности пищи. Следовательно, производители таких продуктов должны принимать меры для предотвращения повторного обсеменения.

9.1.1.3. *Clostridium perfringens*

C. perfringens — анаэробные, спорообразующие, грамположительные бациллы. При попадании с пищей большого количества спор *C. perfringens* ($> 10^6$) может начаться токсикоинфекция. Она возникает в результате попадания *C. perfringens* в нижний отдел желудочно-кишечного тракта, где эти бактерии начинают цикл «спора-вегетативная клетка». Во время их роста выделяется энтеротоксин, который провоцирует в организме-хозяине водянистый понос. Обычно это заболевание протекает в легкой форме и проходит за один-два дня.

Этот вид бактерий обнаруживается в почве, переносится в желудочно-кишечном тракте птицы. Таким образом, *C. perfringens* может попасть на перерабатывающее предприятие с живой птицей. Поскольку бациллы образуют споры, то данный микроорганизм может выживать в критических условиях и распространяться во время переработки, попадая на готовый продукт.

Наиболее опасны вареные продукты из птицы, особенно проходящие термообработку большими партиями. Эти продукты сложно должным образом прогреть и затем быстро охладить. Если не уничтожить споры нагреванием, то при недостаточно быстром охлаждении они могут прорасти в большом количестве. В мясных продуктах при хранении в анаэробных условиях с нарушениями температурных режимов может начаться цикл роста этих патогенных бактерий, при котором количество спор удваивается каждые 15 мин. Поэтому вареные мясные продукты необходимо быстро охлаждать, чтобы предотвратить прорастание и размножение *C. perfringens*. Это требование быстрого охлаждения вареных продуктов часто называют «стабилизацией продукта».

9.1.1.4. *Staphylococcus aureus*

S. aureus — аэробный, грамположительный кокк. Некоторые штаммы, называемые коагулазоположительным *S. aureus*, в качестве побочного продукта роста вырабатывают энтеротоксины. Эти энтеротоксины могут стать у людей причиной гастроэнтеритов, как правило, слабо выраженных. Болезни пищевого происхождения возникают в результате попадания энтеротоксина в организм человека с пищей, в которой этот энтеротоксин образовался. Тем не менее для роста организма в таких количествах ($> 10^6$ КОЕ/г) должны возникнуть определенные условия.

Поскольку *S. aureus* является частью естественной микрофлоры птицы, то штаммы *S. aureus*, характерные для птицы, можно отделить от штаммов, характерных для человека. Птичьи штаммы, по-видимому, не вызывают пищевых токсикоинфекций [13]. Коагулазоположительный *S. aureus* обычно выделяется из организма человека. Таким образом, работники предприятия являются основным источником обсеменения *S. aureus* на перерабатывающем предприятии. Большинство стафилококковых интоксикаций связаны с продуктами из птицы, повторно обсемененными персоналом, а затем хранившимися при неправильных температурных режимах [13].

9.1.2. Обсемененность птицы в процессе переработки

Имеется обзорная информация, в которой путем анализа многочисленных литературных данных четко доказана возможность присутствия патогенных микроорганизмов на сырой птице, что достаточно часто наблюдается при проведении испытаний [9]. В процессе сбора данных для разработки нормативов Служба контроля безопасности пищевых продуктов при Министерстве сельского хозяйства США провела оценку смылов с 1297 тушек после охлаждения, доставленных с почти 200 перерабатывающих предприятий [14]. Эти образцы исследовали на присутствие шести основных возбудителей пищевых заболеваний и санитарно-показательных бактерий. Результаты приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2. Результаты микробиологических исследований цыплят бройлеров (по данным Службы контроля безопасности пищевых продуктов) [8]

Вид микроорганизма	Случаи обнаружения (% смывов с положительным результатом)	Средний уровень обсемененности ¹ (КОЕ/ см ² тушки бройлера)	Средний уровень обсемененности тушки бройлера ² (КОЕ/ шт.)
<i>Campilobacter jejuni</i>	88	44	5300
<i>Clostridium perfringens</i>	43	1,4	1700
<i>E.coli</i> O157:H7	0	— ²	—
<i>Listeria monocytogenes</i>	15	0,02	30
Серотипы <i>Salmonella</i>	20	0,03	38
<i>Staphylococcus aureus</i>	64	2,6	3200
<i>E.coli</i> биотип I	100	6,6	7900
Мезофильные аэробные бактерии	100	400	480000

¹ Содержание бактерий, определенное качественным методом.

² Не определяли.

³ Поверхность тушки бройлера принята равной 1200 см².

9.1.3. Влияние переработки на обсемененность патогенными микроорганизмами

Живые птицы, предназначенные для переработки, являются основным пунктом входа на перерабатывающее предприятие чрезвычайно высокого уровня бактерий. Кроме того, при отсутствии эффективных средств контроля во время выращивания, птица, поступающая на перерабатывающее предприятие, должна рассматриваться как потенциальный источник болезнетворных микроорганизмов, указанных выше. Параметры технологических операций процесса переработки птицы должны обеспечивать производство полезных и безопасных конечных продуктов. Таким образом, по мере продвижения птицы по всем этапам обработки общая бактериальная обсемененность существенно снижается. Удаление пера, ног, голов и внутренних органов также способствует удалению большей части бактерий. Однако существующие процессы современной технологии переработки птицы не в состоянии удалить всю микрофлору. Остающиеся бактерии в результате перекрестного обсеменения могут быть перенесены с одной тушки на другую. Степень удаления бактерий или перекрестного обсеменения напрямую зависит от способов проведения и режимов технологических операций. Хотя транспортировка живых птиц от ферм до перерабатывающего предприятия может не рассматриваться как стадия производства, перекрестное обсеменение может иметь место и на этом этапе. Клетки для транспортировки зачастую остаются обсемененными сальмонеллами даже после мойки [15]. С клеток сальмонеллы могут попадать на птиц, содержащихся в них, и на соседние клетки [16].

Наличие сальмонелл на клетках способствует обсеменению внешних покровов (ноги, перо, кожа) и содержимого слепой кишки и зоба [16,17]. Сальмонеллы, присутствующие на оборудовании для транспортировки живой птицы, могут в значительной степени способствовать перекрестному обсеменению тушек в процессе переработки [16]. Степень перекрестного обсеменения зависит от таких параметров, как плотность посадки, погода, другие факторы стресса, продолжительность кормового голодания, расстояние для транспортировки и продолжительность выдержки птицы перед убоем. Поскольку эти параметры могут влиять на распространение сальмонелл на стадии транспортировки, соответственно они оказывают влияние на количество болезнетворных микроорганизмов, попадающих на перерабатывающее предприятие.

Процесс шпарки тушек осуществляется перед удалением пера. Во время шпарки тушку погружают в горячую воду, что способствует открытию пор и более эффективному удалению пера. Существуют два типа шпарки — жесткая (интенсивная) и мягкая. При жесткой шпарке тушку погружают в воду с температурой выше 55 °C, при этом происходит удаление кутикулы (или эпидермиса) кожи. При погружении тушки в воду с температурой ниже 55 °C кутикула не удаляется; такой способ шпарки называется мягким. В процессе шпарки частично удаляется грязь, фекальные и другие загрязнения пера. Однако эти загрязнения через шпарильную воду могут попасть на другие тушки [18]. На большинстве предприятий используют шпарку в противотоке, предусматривающую непрерывную подачу воды с чистого края шпарителя (рядом с машиной для снятия пера) к грязному краю. Это помогает снизить вероятность перекрестного обсеменения. Исследования воды из шпарителя показали наличие в ней *C.perfringens* и *S. aureus*. Однако *Salmonella spp.* и *Campylobacter spp.* обычно не обнаруживаются [13]. В целом шпарка мало влияет на микробиологические показатели и безопасность необработанных продуктов из мяса птицы, поступающих в розничную продажу.

Несмотря на то что удаление пера с тушек снижает общее бактериальное обсеменение, сам процесс требует повышенного внимания при микробиологическом контроле, поскольку механическое удаление пера может содействовать перекрестному обсеменению [18]. Этот процесс обычно приводит к увеличению количества непсихротрофных организмов на одной тушке [13]. Считается, что удаление пера также приводит к росту количества *S. aureus*, потому что данные микроорганизмы внедряются в трещины на резиновых пальцах. Этот процесс также способствует перекрестному обсеменению тушек *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.* и *E. coli*. Это может происходить в результате попадания этих микроорганизмов в фолликулы пера в промежутке между удалением пера и сжатием фолликулы [13].

Потрошение тушек — еще одна операция, вызывающая беспокойство с точки зрения перекрестного обсеменения. При нарушении целостности кишечника птицы может произойти загрязнение тушки фекалиями. Это особенно важно в связи с возможным наличием в кишечнике патогенных микроорганизмов, которые могут выступать как контаминанты оборудования и персонала. Работники предприятия, имеющие дело с тушками, должны часто мыть руки, чтобы уменьшить возможность попадания болезнетворной микрофлоры фекалий на тушки. Для предотвращения распространения патогенных микроорганизмов фекалий через оборудование, которое

часто загрязняется фекалиями и содержимым желудочно-кишечного тракта, на него подается непрерывная струя хлорированной воды.

Особый интерес с точки зрения перекрестного обсеменения тушек бройлеров при промышленной переработке представляет удаление зоба. В то время как нарушение целостности кишечника, особенно слепой кишки, является основной причиной перекрестного обсеменения, при удалении зоба также возникает ряд проблем. На предприятии нарушение целостности зоба происходит в 86 раз чаще, чем слепой кишки [20]. Эта проблема усугубляется тем, что *Campylobacter* и *Salmonella* могут чаще присутствовать в зобу бройлеров убойного возраста, чем в слепой кишке. В процессе проверки 359 образцов птицы у 286 из них (62,4%) в зобах были обнаружены *Campylobacter*, в то время как в слепой кишке *Campylobacter* выделен был только в случаях из 240 (3,8%) [21]. По результатам другого исследования на ту же тему, в зобу 286 из 550 (у 52%) изучаемых бройлеров были выявлены *Salmonella*, а в слепой кишке — только у 73 птиц из 500 (у 14,6%). Эти результаты показывают, что на этапе удаления зоба должны быть приняты особые меры предосторожности для снижения возможности перекрестного обсеменения этими бактериями.

Мойка тушек перед охлаждением снижает содержание органических загрязнений и удаляет возможный фекальный материал как изнутри тушки, так и с наружной ее части. На предприятиях в процессе переработки используют различные устройства для мойки тушек. Это могут быть несколько душей, расположенных в различных точках технологического потока, душевые камеры для наружной и внутренней и пункты окончательной мойки. В этих устройствах обычно используется хлорированная вода, которая подается под большим давлением. Давление воды в устройствах для мойки тушек должно быть достаточным для удаления внешних органических загрязнений, но при этом не вдавливать микроорганизмы в поры кожи. Использование устройств такого типа приводит к снижению уровня кишечных бактерий [22], а размещение нескольких душей между участками удаления перьев и охлаждения обычно более эффективно, чем один душ перед охлаждением [23].

Охлаждение тушек птицы в США обычно осуществляется с применением иммерсионного охлаждения. В этом случае тушки погружаются в большие баки с холодной водой, обычно хлорированной. Этот процесс имеет как преимущества, так и недостатки. Преимущества заключаются в том, что большинство тушек птицы загрязнено бактериями главным образом на поверхности — как внешней, так и внутренней, поэтому быстрое охлаждение может замедлять рост мезофильных организмов. Многие иммерсионные охлаждающие установки работают в противотоке, т.е., чистая вода подается в холодильную установку недалеко от выхода тушек. Снижение бактериальной обсемененности тушек осуществляется более эффективно при встречном движении воды и птицы [24]. К недостаткам следует отнести тот факт, что большие емкости, в которые погружается множество тушек, могут стать источником перекрестного обсеменения. Патогенные бактерии смываются с кожи или других поверхностей одной тушки и переносятся на другие. Имеются сведения, что частота появления *Campylobacter spp.* на тушках возрастает с 86,4% перед охлаждением до 90,8% после охлаждения, а количество случаев обнаружения *Salmonella* возросло после охлаждения на 20% [25, 26]. Шпарка и иммерсионное охлаждение считаются

источниками наиболее интенсивного перекрестного обсеменения на предприятиях по переработке птицы [7]. При концентрации хлора в охлаждающей воде выше 25 мг/кг может снижать перекрестное обсеменение вегетативными формами бактерий, включая *Salmonella* [27-29].

Воздушно-распылительное охлаждение тушек бройлеров не принято в США, но широко используется в странах ЕС. Охлаждение этим способом происходит в большой камере, температура воздуха в которой составляет 2-4 °С. Тушки опрыскивают водой с интервалами, достаточными для использования охлаждающего действия воды. Тушки движутся в камере по кругу до тех пор, пока не будет достигнута оптимальная температура в толще мышц (ниже 4,4 °С). Воздушное охлаждение оказывает неоднозначное воздействие на распространение микробов. Охлажденные на воздухе тушки содержали большее количество бактерий группы кишечной палочки, чем тушки после иммерсионного охлаждения [30]. Также было выявлено, что тушки, охлажденные и на воздухе, и погружением в воду, содержали приблизительно одинаковое количество психротрофов и универсальных *E. coli*. Однако при охлаждении на воздухе наблюдалось меньше случаев выявления *Salmonella* (33,3%), чем при иммерсионном охлаждении (56,6%). Эти данные подтверждают, что в системах воздушного охлаждения также может иметь место перекрестное обсеменение, особенно когда тушки обрызгивают водой. Кроме того, при воздушном охлаждении тушки не погружаются полностью в воду, и происходит некоторое высыхание кожи, что приводит к гибели некоторых микробов на поверхности тушек в течение процесса высыхания.

Начальная обработка тушки происходит при неповрежденной коже. Погружение и мойка способствуют образованию водяной пленки на поверхности тушки (т. е. на коже), что способствует удерживанию бактерий на тушке [31-33]. Сначала бактерии, попавшие в водяную пленку, могут быть смыты, что объясняет уменьшение общего количества микроорганизмов после мойки тушек. Однако в течение последующей обработки бактерии могут легко попасть на кожу или внедриться в ее структуру [12, 34]. Находящиеся на коже или внутри нее бактерии труднее удалить или уничтожить [12, 35]. Это частично объясняет присутствие патогенных бактерий в тушках после охлаждения [9, 14].

После удаления тушек из системы охлаждения их подвергают различным видам дальнейшей переработки. Тушки могут быть отправлены в реализацию целиком, разрезанными на куски, в виде филе или после термической обработки. С тушек, предназначенных для дальнейшей обработки, бактерии могут попадать на рабочие поверхности, оборудование и персонал, которые в этом случае становятся основными причинами перекрестного обсеменения. При термической обработке продукта внутри тушки необходимо достичь температуры, обеспечивающей уничтожение патогенных организмов (летальность) [36]. После термообработки продукт следует быстро охладить для предотвращения роста спор *C. perfringens* [37]. При правильной термической обработке продукты будут свободны от вегетативных форм патогенных микроорганизмов; однако может произойти повторное обсеменение продукта при отсутствии профилактических мер или их низкой эффективности. Обсеменение после термообработки — основная причина, приводящая к наличию *L. monocytogenes* в готовых продуктах из птицы. Этот вид бактерий хорошо выживает в условиях

перерабатывающего предприятия и считается загрязнителем окружающей среды [38]. Источником *L. monocytogenes* часто становится морозильное оборудование, поскольку они могут выживать при температурах ниже -1,5 °C [39]. Другие источники *L. monocytogenes* — вода, воздух, персонал и все поверхности, соприкасающиеся с продуктом.

9.2. Контроль патогенных микроорганизмов в ходе технологического процесса

9.2.1. Общие положения

Для контроля патогенных микроорганизмов на птицеперерабатывающем предприятии переработчики применяют две общие стратегии: *GMP* (*Good manufacturing practice* — правильная производственная практика) и *HACCP* (*Hazard Analysis and Critical Control Points* — анализ рисков и критических контрольных точек). На предприятии необходимо обеспечить соответствие условий окружающей среды и производства санитарно-гигиеническим требованиям (т.е. следовать *GMP*), что позволит изготавливать безопасную, доброкачественную продукцию с соблюдением правил санитарии. Как сказано выше, перерабатывающие предприятия должны разработать и внедрить план *HACCP* для контроля патогенных бактерий и других факторов риска для безопасности пищевых продуктов. Хотя *HACCP* разрабатывается как отдельная программа, она должна базироваться на последовательной программе *GMP*. Поэтому эти две стратегии контроля микробиологических факторов риска взаимосвязаны. Как часть программ *GMP* или *HACCP*, существуют определенные способы антибактериальной обработки, которые можно использовать для улучшения микробиологической безопасности мяса птицы.

9.2.2. Правильная производственная практика — предпосылка *HACCP*

С развитием *HACCP* стало очевидно, что его мероприятия должны поддерживаться другой широкомасштабной программой санитарной обработки и гигиены питания. Для того чтобы реализация *HACCP* была успешной, должны быть выполнены некоторые основные требования. В 1998 г. в документе Национального консультативного комитета по микробиологическим критериям для пищевых продуктов дано всеобъемлющее определение программ обеспечения обязательных условий (*prerequisite programs* — *PRP*) и их отношения к *HACCP* [40]:

«Каждое предприятие пищевой промышленности должно обеспечить условия, обеспечивающие защиту продуктов, находящихся под контролем данного предприятия. Эти условия необходимы для разработки и внедрения *HACCP*. ... Программы обеспечения обязательных условий предусматривают наличие основных условий внешней среды и параметров технологического процесса, необходимых для производства безопасного, доброкачественного пищевого продукта.»

И вновь следует отметить, что *PRP* не являются частью формального плана и системы *HACCP*, однако они важны для их разработки, внедрения и выполнения. В отличие от *HACCP*, эти программы обычно универсальны по своей природе и не специфичны для каждого продукта; поэтому они часто пересекаются и воздействуют на многие, если не на все производственные потоки на предприятии. Кроме того, целью разработки пакета *PRP* зачастую является не только безопасность пищевых продуктов, но и их качество, а также управление процессом. Программы обеспечения обязательных условий перечислены в табл. 9.3.

Таблица 9.3. Типичные программы обеспечения обязательных условий для *GMP* и *HACCP* на птицеперерабатывающем предприятии

Производственные и вспомогательные помещения	Технологические процессы
Мойка и санитарная обработка (СГС на условия производства)	Персонал
Вспомогательные материалы	Борьба с вредителями
Оборудование	Прослеживание продукта, его возврат

Поскольку действие *PRP* простирается практически на все операции и продукты на предприятии, часто невозможно связать действие какой-то определенной программы с конкретной партией изделий (или производственным потоком). В связи с этим управление этими программами может отличаться от необходимого для *HACCP*. На большинстве перерабатывающих предприятий управление программами обеспечения обязательных условий обычно осуществляется в пределах программ *QA/QC* (*Quality assurance /Quality control* — гарантия качества/контроль качества) или других программ качества. Исключение составляют случаи, когда определенная программа обеспечения обязательных условий становится критичной для контроля рисков и последующего производства безопасного продукта. В этом случае программа или ее компонент встраивается в официальный план *HACCP* предприятия и выполняется одновременно с ним.

Наличие *PRP* значительно влияет на анализ рисков. Риски, идентифицированные для каждого этапа в процессе его введения, оцениваются по вероятности их осуществления. Адекватные и надежные программы могут обеспечивать условия окружающей среды и технологические параметры, сводящие к минимуму появление потенциальной опасности (низкий уровень риска); поэтому эти потенциальные опасности можно исключить из плана *HACCP* предприятия. Напротив, неадекватные или ненадежные программы могут повысить вероятность появления опасностей; поэтому их необходимо включить в план *HACCP* предприятия. Существование адекватных, правильно выполняемых программ обеспечения обязательных условий приводит к созданию более простых, более управляемых планов *HACCP*, в то время как отсутствие или низкая эффективность таких программ приводит к увеличению количества критических контрольных точек и усложнению плана *HACCP*, необходимого для производства безопасного продукта.

Как указано выше, всеобъемлющая программа контроля рисков является одной из задач большинства *PRP*. При отсутствии планомерного контроля микроорганизмы могут быстро увеличить свою численность или попасть из одной части предприятия в другую. Бактерии могут переноситься и распространяться через воду, воздух, персонал, насекомых-вредителей и различные предметы, например оборудование, инструменты, приборы и т. д. В том случае, если надлежащие действия и меры предосторожности не предпринимаются, в дополнение к этим биологическим рискам на продукт могут воздействовать опасные факторы химической и физической природы. Эти действия и меры предосторожности являются составной частью программ обеспечения обязательных условий, если они не включены в официальный план *НАССР* предприятия.

Независимо от вида программ к ним предъявляются некоторые общие требования. Цель каждой программы обеспечения обязательных условий должна заключаться в выявлении и контроле параметров, воздействующих на гигиенические показатели и доброкачественность продукта. В идеале каждая *PRP* должна быть основана на утвержденных нормативных документах (например, учитывать стандартные режимы эксплуатации — *standard operating procedures, SOPs*, также см. ниже), нести заданную ответственность, предусматривать критерии измерения и способы ведения записей, а также иметь перечень корректирующих действий для применения их в случае отклонения параметров от утвержденных критериев. Имея программы, изложенные в письменном виде, проще обучать ответственных исполнителей и осуществлять предусмотренные мероприятия. Кроме того, четкая формулировка ожидаемых результатов программы приведет к более объективной оценке эффективности. Поскольку многие программы обеспечения обязательных условий являются общими, зачастую ответственность за их осуществление и поддержание возлагается на несколько отделов одного предприятия; поэтому управление данными программами должно рассматриваться как ключевое.

9.2.3. Производственные и вспомогательные помещения

Месторасположение, проектирование и функционирование перерабатывающего предприятия должны соответствовать принципам санитарии и гигиены. Поскольку различные вредители (т. е. грызуны, насекомые, птицы) могут быть переносчиками патогенных микроорганизмов, количество мест их возможного обитания должно быть сведено к минимуму. Например, нежелательно наличие участков со стоячей водой, а также деревьев и кустарников в непосредственной близости от перерабатывающего предприятия, на участках, связанных с формированием и вывозом отходов, не должно быть птичьих гнезд и т. д. По этой причине территория перерабатывающего предприятия должна быть оснащена хорошим дренажом, на ней не должно быть большого количества кустарников, проектом должна быть предусмотрена специальная территория для отходов.

В качестве общих требований следует учесть, что планировка помещений должна облегчать движение продукции и обеспечивать при необходимости разделение

операций. Продукт должен двигаться от зоны с самым высоким микробиологическим обсеменением к наиболее чистой зоне (например, от сырья к термообработке) без возможности «возврата». Разделение территории и маршрутов движения работников — важное условие для предотвращения перемещения микроорганизмов по всему предприятию. Расположение и планировка предприятия должны также обеспечить надлежащую вентиляцию, освещение и пространство для размещения оборудования и хранения продукции и материалов. Без решения этих вопросов будет намного сложнее поддерживать санитарное состояние предприятия.

Стены, двери, потолки и пол представляют собой внутренние поверхности предприятия и поэтому нуждаются в особом внимании. Эти поверхности должны легко подвергаться мойке и санитарной обработке, быть непроницаемыми для воды, а количество мест возможного скопления или проникновения микроорганизмов и вредителей должно быть сведено к минимуму. Стены должны быть твердыми, водонепроницаемыми, и не иметь окон. В отношении последнего условия следует отметить, что окна не нужны в хорошо проветриваемых и освещенных помещениях. При наличии окон стекла должны быть непробиваемыми, подоконники должны быть под наклоном, чтобы предотвратить скопление бактерий, а работники не имеют права открывать окна, за исключением жизненной необходимости в случае пожара. Двери представляют другой тип отверстий в стене. Если двери присутствуют, то они должны гарантировать разделение различных зон внутри предприятия; поэтому в течение рабочего времени они должны оставаться закрытыми. Двери должны соответствовать таким же требованиям по мойке и санитарной обработке, что и стены, кроме того, они должны плотно закрываться и содержаться в исправности. В критических зонах предприятия к дверям могут предъявляться дополнительные требования, например, наличие воздушного занавеса, резервуаров для мойки обуви и т. д. Фальш-потолки или подвесные потолки устанавливать не следует, поскольку они способствуют скоплению бактерий и могут стать местами обитания вредителей. Что касается потолков, то следует избегать установки на нем труб, балок и пр. С учетом особенностей теплопередачи конструкция потолок-крыша, а также изоляция и вентиляция зачастую являются основными участками чрезмерной конденсации влаги (например, во влажных цехах переработки). Пол представляет собой внутреннюю поверхность, наиболее склонную к быстрому накоплению микроорганизмов. В связи с этим пол должен быть непроницаем для воды, т. е. быть герметичным и без трещин. Кроме того, пол должен иметь наклон и хорошо осушаться, чтобы предотвратить скопление воды. Стоячая вода может быть местом размножения бактерий.

При переработке птицы, как и в других технологиях производства пищевых продуктов, вода всегда была основным ресурсом, необходимым в производственных и вспомогательных помещениях. Вода повсеместно используется при обработке и мойке, поэтому предприятие должно иметь доступ к хорошему источнику воды и поддерживать постоянное качество воды на предприятии. Конструкция водопровода и системы трубопроводов на предприятии очень важна для предотвращения обсеменения воды. Водопроводная сеть должна быть спроектирована таким образом, чтобы предохранить питьевую воду от попадания в нее промышленных и сточных вод, и деятельность предприятия не должна ставить эту защиту под угрозу. В последние

годы стали уделять внимание и другим контролируемым показателям: доброкачественности, соответствии стандартам на питьевую воду, сохранности, многократному использованию и обработке сточных вод. Эти показатели должны учитываться в программах по водопотреблению и водоотведению на предприятии.

9.2.4. Мойка и санитарная обработка

Целью мойки и санитарной обработки является удаление питательных веществ, мест скопления микробов и избыточной влаги. Микробиологический контроль особенно важен для тех поверхностей, которые контактируют с продуктами. В соответствии с правилами Службы контроля безопасности пищевых продуктов (9 *CFR*, ч. 417) каждое предприятие должно иметь санитарно-гигиенические стандарты (СГС) на условия производства, которых необходимо придерживаться в повседневной работе. Помимо полного комплекса санитарно-гигиенических мероприятий на производстве, необходимо выполнение СГС для всех поверхностей соприкосновения с продуктом, включая оборудование и инструменты. Кроме определенных нормативных требований, СГС должны содержать следующие сведения: объект очистки или санитарной обработки, сроки и методику проведения процедуры (включая перечень химических веществ и других материалов) и ответственных исполнителей. Также должен быть указан способ оценки эффективности санитарной программы предприятия. Инспекционный контроль со стороны Службы контроля безопасности пищевых продуктов проводится в целях проверки выполнения предприятием СГС на условия производства. Нарушения при выполнении СГС могут привести к тому, что инспектор примет решение о несоответствии техническим условиям.

9.2.5. Вспомогательные материалы

На предприятия по переработке птицы поставляется множество материалов, необходимых для проведения производственного процесса. В этот список входят: сырье, ингредиенты, упаковочные материалы, чистящие и дезинфицирующие средства, вспомогательные средства и т. д. Все входящие материалы должны поступать от надежных поставщиков, имеющих комплексные программы по обеспечению пищевой безопасности, включая *НАССР*. Поскольку входящие материалы могут влиять на качество и безопасность продукта, на предприятии должны быть разработаны письменные технические требования (спецификации) на все входящие материалы; закупки следует осуществлять у поставщиков, выполняющих эти требования. Однако спецификации должны быть реалистичными. Например, требование полного отсутствия *Salmonella* или *Campylobacter* в сыром мясе птицы было бы нереалистичным. К технической документации поставщика часто прилагаются гарантийное письмо и удостоверение о качестве. Поступившие материалы должны храниться с соблюдением требований санитарии, условия хранения должны быть описаны в стандартных режимах эксплуатации для каждого класса входящих материалов. Условия хранения не должны допускать загрязнения материалов, которое может повлиять на безопасность продукта. Например, чистящие средства нельзя хранить

рядом с пищевыми ингредиентами. Для скоропортящихся ингредиентов большое значение имеет контроль параметров окружающей среды.

9.2.6. Оборудование

Конструкция всех видов оборудования должна соответствовать санитарным требованиям, что означает низкую вероятность обсеменения продукта, использование стойких нетоксичных материалов, легкость проведения мойки и дезинфекции и т. д. Прежде всего очень важно, чтобы оборудование было установлено квалифицированным персоналом с соблюдением всех необходимых требований. При дополнительной установке нового оборудования следует предусмотреть достаточное пространство для проведения мойки и санитарной обработки в соответствии с установленными правилами. Все оборудование время от времени требует профилактики и ремонта. В то время как ремонт узлов нельзя предсказать или наметить по графику, профилактика может и должна проводиться систематически. С учетом этого профилактические мероприятия должны проводиться в соответствии с правилами эксплуатации оборудования, даты и особенности технического обслуживания основных узлов оборудования следует фиксировать. Своевременные профилактические меры позволяют гарантировать выполнение технологических операций в соответствии с предписаниями и что снижение до минимума уровня рисков физической и химической природы, например, попадания в продукт деталей машин или смазочных материалов. Калибровка технологического оборудования и приборов должна быть определенной стадией программы профилактики. Утвержденные программы профилактических мер должны включать следующее: точное указание оборудования, подробное описание процедур и периодичности, порядок хранения записей и перечень ответственных лиц.

9.2.7. Технологические процессы

Контроль технологических процессов должен быть направлен прежде всего на контроль качества продукта. Однако контроль процесса во многих отношениях прямо связан с безопасностью продукта, т. е. способ проведения процесса может оказывать непосредственное влияние на его безопасность. Хорошим примером является рецептура продукта, предусматривающая использование ингредиентов с ограниченным максимальным уровнем. Технологические операции взвешивания, смешивания, измельчения, внесения ингредиентов и т. д. должны выполняться таким образом, чтобы гарантировать соответствие концентрации ингредиента в конечном продукте установленным нормативам. Другой пример: неправильная разделка или порционирование мяса птицы могут привести к рискам физической природы в виде кусочков кости или металла. По этим причинам установленный порядок работы и стандартные режимы эксплуатации необходимы для большинства, если не для всех, технологических операций. Эти утвержденные и изложенные в письменном виде инструкции служат для перспективной оценки результатов процесса, а также в качестве основы обучения персонала, занятого в различных операциях по переработке птицы. Помимо конкретных инструкций, должно быть письменное описание порядка обращения с продуктом, а также расчетный поток продукции во время нормальной работы пред-

приятия. Две последние проблемы имеют отношение к согласованности температуры и продолжительности обработки продукта, что оказывает определяющее влияние на степень микробиологического обсеменения.

9.2.8. Персонал

Все работники предприятия должны проходить обучение. Программа занятий должна быть нацелена на повышение роли и степени ответственности основного персонала в создании безопасного продукта и исполнении требований нормативных документов. Весь персонал, принимающий участие в процессе переработки, необходимо обучить принципам гигиены пищевых продуктов и особенно правилам личной гигиены. Основными задачами обучения являются соблюдение личной чистоты и предотвращение обсеменения продукции, при этом следует уделять особое внимание обязанностям работника по выполнению санитарно-гигиенических правил. Формальные программы обучения управлению безопасностью пищевых продуктов состоят из утвержденного учебного материала, фафика обучения и документов, подтверждающих прохождение курса обучения каждым работником. Документация по обучению работника должна отражать уровень его образования и форму пройденного обучения, а также включать оценку квалификации служащего по соответствующим разделам. Текучесть кадров на птицеперерабатывающих предприятиях может быть очень высокой, поэтому на каждом предприятии необходимо проводить жесткую политику повышения квалификации, обеспечивающую соответствующее эффективное обучение основного персонала и его документальное сопровождение.

9.2.9. Борьба с вредителями

Цель борьбы с вредителями на птицеперерабатывающих предприятиях — предотвращение появления или уничтожение вредителей, включая насекомых, грызунов и диких птиц. Как указано выше, эти вредители являются переносчиками патогенных бактерий. Борьба с вредителями на перерабатывающем предприятии обычно достигается при многофакторном подходе, называемом комплексным управлением средствами борьбы с вредителями, которое помогает снизить использование химических пестицидов. Конечно, использование химических пестицидов при производстве пищевых продуктов сказывается на безопасности этих продуктов; поэтому снижение уровня использования ядохимикатов повышает безопасность продуктов. Комплексный подход обычно предусматривает три вида деятельности: обследование, административно-хозяйственные мероприятия и физические, механические и химические методы. Обследование должно проводиться с установленной периодичностью. Таким образом, необходим стандартный порядок действий, а также ведение записей по результатам обследования. Официальные проверки должны проводить люди, специально обученные обращению со средствами по борьбе с вредителями, в то же время как персонал предприятия может проводить текущие проверки. Административно-хозяйственные мероприятия направлены на поддержание на предприятии необходимого санитарно-гигиенического состояния. Цель обследования и административно-хозяйственных мероприятий состоит в том, чтобы предотвратить

появление вредителей. Если же они обнаружены, то необходимо их удаление или уничтожение, и в этом случае должны применяться приемлемые физические, механические и химические методы. Специалист по борьбе с вредителями должен определить, какие способы удаления или уничтожения следует применять на данном предприятии. При проведении обработки должен вестись строгий учет, особенно при использовании химических пестицидов.

9.2.10. Прослеживание продукта и его возврат

Возврат готовой продукции, как это ни неприятно, является частью процесса переработки. Поэтому на предприятии должна быть разработана стратегия, позволяющая прежде всего избежать возврата, а в случае возвращения продукта обеспечить его дальнейшее использование. Главным направлением этой стратегии должны быть эффективная утилизация продукта и наилучшее его использование.

9.3. Система анализа рисков и критических контрольных точек {НАССР}

И АССР представляет собой системный и научный подход к планированию, контролю и документированию производства безопасной продукции [41,4 2]. По сути, это инструмент управления, который можно и следует использовать для того, чтобы оценить риски, связанные с продукцией предприятия, и управлять ими. В отличие от программ обеспечения обязательных условий (*PRP*), которые являются программами широкого спектра действия, программа *НАССР* разрабатывается для конкретного продукта и нацелена исключительно на безопасность пищевых продуктов. Как отмечено в главе 5, *НАССР* основывается на семи принципах [40]:

- 1) идентификация и анализ рисков;
- 2) идентификация критических контрольных точек (ККТ);
- 3) задание предельных показателей по каждой ККТ;
- 4) создание системы мониторинга ККТ;
- 5) описание корректирующих действий;
- 6) установление формы и процедур верификации;
- 7) разработка процедур документирования.

Как правило, на предприятии формируется «команда *НАССР*», в чьи обязанности входит разработка и внедрение эффективного плана *НАССР* для каждого продукта. По каждому продукту или виду продукции готовится простая схема всех технологических операций. На каждой технологической операции определяются потенциальные риски для пищевых продуктов (например, обсеменение патогенными бактериями и др.). После идентификации рисков оцениваются степень вероятности их возникновения и серьезность последствий. Для рисков, которые могут возникать с наибольшей вероятностью или иметь серьезные последствия, определяются ККТ на тех стадиях процесса, где эти риски можно контролировать. Для каждой ККТ устанавливаются ограничения параметров. Эти ограничения должны быть научно обоснованы с учетом

определенного вида риска. Поскольку предельные значения являются критическими для безопасности продукта, каждая ККТ должна систематически проверяться, чтобы гарантировать, что риски находятся под контролем. Отклонение происходит в тех случаях, когда показатель не укладывается в установленные пределы. Действия, которые следует предпринять при отклонении показателя, должны быть описаны в плане *НАССР*. Периодически персонал должен проверять повседневное выполнение установленного плана *НАССР*. Для документального подтверждения правильности мониторинга ККТ и соответствия действий персонала утвержденному плану должны сохраняться определенные отчеты.

Этот подход придает особое значение скорее стратегии профилактики, нежели стратегии контроля содержания болезнетворных микроорганизмов на домашней птице. В ходе разработки плана *НАССР* должен быть оценен каждый этап обработки, и в обязанности руководства предприятия входит разработка и внедрение обоснованного плана. Министерство сельского хозяйства посредством деятельности своих инспекторов обеспечивает проверку выполнения плана *НАССР* предприятия и его эффективность при контроле уровня патогенных микроорганизмов.

9.4. Антибактериальная обработка при переработке птицы

9.4.1. Химическая обработка

Одним из способов снижения уровня патогенных микроорганизмов на тушках птицы является применение при первичной переработке химических реагентов, имеющих статус *GRAS* (*generally regarded as safe* — признан полностью безопасным). Была изучена эффективность воздействия многих антисептических препаратов на бактериальное обсеменение домашней птицы. Для упрощения обсуждения эти химикаты были разбиты на четыре группы: хлор и его соединения, тринатрийфосфат, органические кислоты и другие.

Соединения хлора

Хлор — наиболее известное соединение антибактериального действия, используемое в настоящее время на птицеперерабатывающих предприятиях. При добавлении хлора в систему охлаждения в количестве 18-25 мг/кг происходит значительное снижение обсемененности [22]. Имеются сообщения, что присутствие хлора в системе охлаждения в концентрации 100 мг/кг приводит к эффективному сокращению уровня содержания *Salmonella*, однако при этом ощущается сильный запах хлора [43]. Установлено, что для уничтожения 99% бактерий необходима концентрация хлора не менее 1200 мг/кг. На эффективность действия хлора воздействуют многие факторы, включая исходное количество бактерий, уровень воды, содержание органических примесей, температуру, pH и содержание микроэлементов в воде. Эффективность действия хлора возрастает с увеличением концентрации, но при этом происходит обесцвечивание тушки, появление неприятного запаха и привкуса. Другой недостаток, связанный с использованием хлора, заключается в образовании хлорорганических

соединений вследствие реакции хлора с белками. Взаимодействие аминокислот с хлором усиливается при повышении pH с 3 до 9. При высокой концентрации хлор может разрушать металлическое оборудование и представлять собой угрозу для здоровья работников.

Диоксид хлора — более устойчивое соединение хлора, которое также может использоваться для уничтожения патогенных микроорганизмов. В присутствии органических веществ, а также при более широком диапазоне pH диоксид хлора более эффективен. Диоксид хлора относительно инертен по отношению к индивидуальным аминокислотам и не вызывает появления нежелательного привкуса. Частота обнаружения сальмонелл на тушках может быть сокращена примерно с 14,3 до 2,1% при концентрации диоксида хлора 3 мг/кг до 1,0% при 5 мг/кг. Описано использование медленно высвобождающегося диоксида хлора (МВДХ) для добавления в воду для душа индейки и охлаждающую воду для снижения количества случаев обсеменения тушек *Salmonella* [44]. Охлаждение тушек в растворе МВДХ концентрацией 1% в присутствии льда приводило к полному ингибированию сальмонелл на тушках индейки; в то время как при встроенной системе хлорирования наблюдается снижение уровня обсеменения тушек сальмонеллой с 70% (среднее значение после потрошения) до 25 % (после охлаждения).

Система качества пищевых продуктов *Sanova*® — система микробиологического контроля фирмы *Alcide, Inc.* — в январе 1998 г. была одобрена Министерством сельского хозяйства США для применения в целях обеспечения безопасности продукции в технологическом процессе переработки птицы, и с июня 1998 г. она применяется на ряде предприятий для непрерывной повторной обработки птицы в потоке. Система *Sanova* позволяет обойти правила, требующие удаления из технологического потока тушек с видимым фекальным зафазнением и их повторной обработки вручную, что является длительным и дорогостоящим процессом. Система *Sanova* представляет собой автоматизированную систему, использующую распыление смеси хлорита натрия и лимонной кислоты для уничтожения *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria*, *Campylobacter* и других опасных бактерий. Свежий неиспользованный раствор применяется в соответствии с инструкцией между заключительным душем птицы и охлаждением.

Тринатрийфосфат (ТНФ)

Тринатрийфосфат (Na^3PO_4) является пищевой добавкой, имеющей статус *GRAS*. В октябре 1992 г. Министерство сельского хозяйства США санкционировало использование ТНФ при переработке птицы, а относительно недавно — при переработке в непрерывном потоке. С тех пор у специалистов перерабатывающей отрасли большой интерес вызывают исследования эффективности использования ТНФ на перерабатывающем предприятии для снижения количества или удаления патогенных бактерий из тушек птицы. ТНФ воздействует на кожу тушки, что позволяет более эффективно смывать бактерии с ее поверхности. Более высокое значение pH смывов с целой тушки и образцов кожи, погруженных в ТНФ, приводит к более низкому уровню обсемененности сальмонеллами [45]. Имеются данные об исследовании эффективности ТНФ против планктонных (супендированных) клеток и биопленки (присоединенных клеток) *C. jejuni*, *E. coli* 0157:Я7, *L. monocytogenes* и *S. typhimurium*

при комнатной температуре и при 10 °C [46]. При обеих температурах *E. coli* 0157:Я7 была наиболее чувствительна к обработке ТНФ; *C. jejuni* была менее чувствительной; затем следуют *S. typhimurim*, а *L. monocytogenes* были наиболее устойчивы к ТНФ. Изучение влияния обработки ТНФ на органолептические характеристики тушек бройлеров показало, что внешний вид, вкус и текстура обработанного и контрольного образцов не имели достоверных различий [47].

Органические кислоты

Молочная и уксусная кислоты недороги, имеют статус *GRAS*, безвредны для окружающей среды и являются природными соединениями. Известно, что количество случаев обнаружения сальмонелл снижается при добавлении к воде охлаждения молочной кислоты в количестве 0,5-1,0% [43]. Обработка кислотами особенно эффективна до прочного закрепления бактерий на поверхности мяса. Так, распыление раствора молочной кислоты концентрацией 1 и 2% через 24 ч после инокуляции не приводит к достоверному снижению популяции *C. jejuni*; однако распыление 2%-ной молочной кислоты через 10 мин после инокуляции подавляет жизнедеятельность *C. jejuni* на 24 ч [48]. Как правило, бактерицидная эффективность возрастает с увеличением концентрации или температуры; однако использование более высоких концентраций приводит к осветлению тушек. При изучении смесей кислот было обнаружено, что молочная и уксусная кислоты обладают синергетическим эффектом при ингибировании *S. typhimurium* [49]. Другие исследования подтвердили очевидный синергизм уксусной и молочной кислот [50].

Вызывает интерес использование кислот совместно с поверхностно-активными веществами. Эти поверхностно-активные вещества (или трансдермальные соединения) увеличивают активность кислот, усиливая поступление кислоты к коже цыпленка и ослабляя таким образом находящиеся на коже бактерии. Добавление монолаурата (*SPAN-20*) к 0,5%-ной лимонной, молочной, яблочной и винной кислотам и использование полученного раствора в модельном шпарильном чане и чиллере приводит к достоверному усилению подавляющего действия этих кислот на прочно прикрепленные бактерии *S. typhimurium* [35]. Также было выявлено, что применение натрийлаурилсульфата дает такой же результат, как и *SPAN-20*. Комбинированное использование органических кислот и поверхностно-активных веществ в условиях экспериментального производства привело к эффективному снижению уровня серотипов *Salmonella*, *C. jejuni*, и *L. monocytogenes* на тушках бройлеров и сокращению распространения этих бактерий на незараженные тушки [12, 51].

Другие химические реагенты

Озон является мощным окислителем и бактерицидным средством. С 1906 г. озон используется на европейских заводах по очистке сточных вод в качестве дезинфицирующего средства для обесцвечивания, удаления запахов и мутности, а также для снижения доли органики. При оценке влияния озона на качество воды для охлаждения птицы и тушек бройлеров оказалось, что остаточный озон уничтожил не только более 99% всех микроорганизмов, смытых от тушек, но при этом на 30% снизилась химическая потребность в кислороде, и существенно увеличилось светопропускание

отработанной воды [52]. Более того, не отмечено существенного ухудшения цвета кожи тушек, усиления окисления липидов или появления нежелательного привкуса вследствие контакта с озоном. Однако перед принятием решения об использовании озона в воде для охлаждения или при обработке сточных вод следует принять во внимание ряд факторов. Эти факторы включают в себя потребность в оборудовании, токсичность, коррозионную агрессивность, необходимость герметичности оборудования и емкостей, оптимальное соотношение озона и воды, эффективность переноса газа, государственные нормы и правила и т. д.

Бисульфат натрия — соединение, имеющее статус *GRAS* и одобренное для использования в пищевой промышленности. Эффективность бисульфата натрия оценивали по снижению уровня *S. typhimurium* после мойки предварительно охлажденных тушек цыплят внутри и снаружи [53]. В результате распыления 5%-ного раствора бисульфата натрия установлено снижение уровня обсеменения аэробами и *S. typhimurium* на тушках цыплят на 1,66 (логарифм от количества КОЕ в пересчете на одну тушку). На бактерицидную активность бисульфата оказывают влияние концентрация и давление струи [54]. Визуальный контроль показал, что обработка распылением раствора бисульфата натрия приводила к небольшому осветлению отдельных участков кожи тушек цыплят.

Сорбат калия обычно используется как фунгицид, но обладает также и антибактериальными свойствами. Соли сорбиновой кислоты также являются пищевыми добавками, имеющими статус *GRAS*. Погружение в раствор сорбата калия с различной концентрацией может способствовать снижению как общего количества жизнеспособных бактерий, так и темпа роста сальмонелл на продуктах из птицы. Погружение птицы в раствор сорбата калия и упаковка в среде 100%-ного углекислого газа оказались эффективными способами бактериального контроля [55].

Перекись водорода изучалась в качестве потенциального бактерицидного средства по отношению к патогенным микроорганизмам на птице, при этом была выявлена ее способность уменьшать количество бактерий. Однако тушки, охлажденные в присутствии перекиси водорода, имели вздутие кожи. Также было отмечено, что кожа обработанных тушек была резинистой и обесцвеченной, а под кожей скапливались газы и вода [43, 56].

Цетилпиридина хлорид (1-гексадецилпиридин хлорид, ГПХ), четвертичное аммониевое основание с нейтральным значением pH, одобрен для использования в жидкостях для полоскания рта, предназначенных для предотвращения зубного налета. Поскольку ГПХ является катионным поверхностно-активным веществом, механизм уничтожения бактерий основан на взаимодействии основных ионов цетилпиридина с кислотными группами бактерий с образованием слабо ионизированных соединений, которые ингибируют метаболизм бактерий. В технологических опытах по переработке птицы ГПХ не вызвал вздутия тушек, обесцвечивания кожи и коррозии оборудования. При обработке бройлеров после распыления 0,5%-ного раствора ГПХ общее количество аэробов и обсемененность тушек сальмонеллами были снижены на 2,16 и 2,01 логарифм от количества КОЕ на тушку [53].

Препарат *Salmide*[™] представляет собой неорганическое оксогалогенное соединение. Были проведены сравнительные исследования эффективности растворов

Salmide концентрацией 31 ммоль/дм³ и хлора концентрацией 20 мг/кг при внесении их в охлаждающую установку для тушек. Общая микробиологическая обсемененность смылов с тушек была снижена с 8 100 КОЕ/см³ при обработке хлором до 2 700 КОЕ/см³ при обработке *Salmide*. Кроме того, количество *C. jejuni* и *Salmonella* было снижено, соответственно, с 260 и 73 КОЕ/см³ при хлорировании до уровня ниже 3 и 2 КОЕ/см³ при обработке *Salmide*. Отмечено легкое натяжение кожи тушек при обработке *Salmide* [57].

9.4.2. Физическая обработка

Помимо химических способов обработки, для контроля патогенных микроорганизмов на перерабатывающих птицу предприятиях широко применяются и физические способы. Действительно, изменение температуры является основным способом контроля или уничтожения опасной микрофлоры в продуктах из птицы. Помимо управления температурой, сравнительно недавно при обработке сырой свежей или замороженной птицы начали применять облучение, которое также может служить одним из способов удаления патогенных микроорганизмов с необработанных тушек птицы.

Контроль температуры

Поскольку большинство связанных с птицей бактерий воспроизводятся путем деления клетки на две, каждый цикл роста приводит к удвоению популяции микроорганизмов. При оптимальной температуре и благоприятных значениях других условий окружающей среды бактериальный рост характеризуется кратковременной лаг-фазой, при которой количество бактерий остается относительно неизменным в течение некоторого промежутка времени, и последующей фазой быстрого роста, в течение которой за короткий промежуток времени количество клеток увеличивается по экспоненте. В этих условиях количество бактерий может удваиваться через каждые 15 мин. При температуре ниже или выше оптимального значения скорость роста бактерий снижается, и чем дальше от оптимума, тем медленнее темпы роста. В некоторой точке, которая зависит от вида бактерий, микроорганизм теряет способность к репродукции. Таким образом, принципиальный подход к безопасности пищевых продуктов заключается в том, что скорость размножения бактерий зависит от температуры, и температура может быть полезным инструментом для контроля уровня микробиологической обсемененности пищевых продуктов.

Бактерии, которые присутствуют на птицепродуктах, могут быть классифицированы по диапазону температур, в котором возможен их рост (табл. 9.4) [38, 59].

Таблица 9.4. Классификация бактерий по воздействию температуры на их развитие [58, 59]

Группа бактерий	Температурный диапазон роста, °C		
	Минимум	Оптимум	Максимум
Психрофилы	От –15 до 5	От 5 до 30	От 20 до 40
Психротрофы	От –5 до 8	От 20 до 30	От 30 до 43
Мезофилы	От 5 до 8	От 25 до 43	От 40 до 50

В связи с этим температура, при которой находятся продукты, может воздействовать на рост бактерий и влиять на то, какие бактерии будут преобладать. Среди бактерий, вызывающих порчу птицы, преобладают психротрофные или психрофильные, в то время как патогенные в основном относятся к мезофильным. Охлаждение, помимо замедления процесса бактериальной порчи, может эффективно предотвращать рост количества болезнетворных бактерий на продуктах из птицы. Исключение составляют *L. monocytogenes*, которые способны размножаться, хотя и медленно, при температурах охлаждения.

Поскольку большинство болезнетворных микроорганизмов может расти в диапазоне температур от 5 до 50 °C; этот температурный режим часто называют опасной зоной. Для того чтобы предотвратить рост бактерий, продукты из мяса птицы должны быть, в соответствии с рекомендациями Министерства сельского хозяйства США (9 CFR, ч. 381.66), как можно быстрее охлаждены до температуры 4 °C и ниже. После переработки сырая продукция должна храниться при 4 °C и ниже. В том случае, если необходимо изменение температуры (например, разделка и обвалка, варка и охлаждение и т. п.), продукция должна проходить опасный диапазон как можно быстрее. При разделке и обвалке нецелесообразна температура продукции 4 °C и ниже; но все же температура продукта не должна превышать 10 °C, а продолжительность такой обработки должна быть сведена к минимуму. Хранение продуктов при температурах ниже критической зоны (в холодильнике или морозильнике) не уничтожает бактерии; скорее, предотвращается рост бактерий. При попадании продукта в опасный температурный диапазон количество бактерий может быстро увеличиться, способствуя возрастанию риска заболевания.

При производстве готовых к употреблению продуктов из мяса птицы вегетативные клетки бактерий разрушаются в процессе термообработки. Кроме того, требования Службы контроля безопасности пищевых продуктов устанавливают обязательные нормы летальности при производстве готовых к употреблению мясных продуктов, гарантирующие отсутствие вегетативных клеток в этих продуктах. Разработанные и утвержденные режимы термообработки должны обеспечивать устранение вегетативных форм патогенных бактерий в пределах приемлемого коэффициента безопасности. Такие процессы относятся к безопасным, они должны обеспечивать снижение уровня серотипов сальмонелл и вегетативных форм других болезнетворных бактерий на 5-7 порядков. Хотя на скорость уничтожения бактерии под воздействием нагревания влияют многие факторы, принято считать, что при достижении внутри продукта температуры не ниже 71,1 °C обеспечивается безопасный уровень летальности, гарантирующий уничтожение неспорообразующих патогенных бактерий, таких как серотипы *Salmonella*, *C. jejuni*, *L. monocytogenes* и *S. aureus* [36]. Споры *C. perfringens* обычно при такой термической обработке не погибают, поскольку известно, что они выживают, по крайней мере частично, при 80 °C в течение 10 мин.

Поскольку споры *C. perfringens* и других бактерий могут выживать при обычных условиях термообработки, после ее завершения продукт необходимо быстро охладить. Это называется стабилизацией продукта. Требования к производству готовых к употреблению продуктов (кулинарных изделий) предусматривают соблюдение критериев эффективности, гарантирующих отсутствие прорастания и развития спор

C. perfringens [37]. В соответствии с общими рекомендациями по проведению стабилизации продукта, обеспечивающей его безопасность, продолжительность нахождения продукта в интервале температур между 54,4 и 26,6 °C не должна превышать 1,5 ч. а между 26,6 и 4,4 °C — 5 ч. Допускается использование и других режимов охлаждения, если производитель может подтвердить, что они предотвращают прорастание спор *C. perfringens*.

Облучение

Облучение представляет собой процесс, при котором для увеличения продолжительности хранения пищевой продукт подвергают воздействию ионизирующего излучения (гамма- или рентгеновское излучение), что приводит к гибели патогенных микроорганизмов и бактерий, вызывающих порчу. В 1990 г. Управление по контролю пищевых продуктов и лекарственных препаратов (FDA) одобрило использование обработки домашней птицы облучением в дозах от 1,5 до 3,0 кГр для уничтожения патогенных бактерий — серотипов *Salmonella*, *E. coli* 0157:Я7, *C. jejuni* и *L. monocytogenes* [60, 61]. В 1992 г. Служба контроля безопасности пищевых продуктов одобрила средства для облучения упакованной свежей или замороженной птицы [62].

При обработке излучением продукты из мяса домашней птицы упаковывают и направляют на установку для облучения. На предприятиях, имеющих разрешение Министерства сельского хозяйства на применение облучения упакованного продукта, используются низкие дозы облучения. Продукт после облучения остается в упаковке для снижения риска обсеменения при потреблении. Одобренный процесс облучения значительно понижает количество бактерий, но не уничтожает их все. Повышается устойчивость продукта при холодильном хранении, но облучение не отменяет необходимости использования низких температур хранения.

Количество энергии, поглощенной продуктом, тщательно контролируется и проверяется специалистами по контролю качества на предприятии и инспекторами Министерства сельского хозяйства США. Таким образом можно достичь необходимого консервирующего эффекта, обеспечивающего безопасность, качество и полезность продукта. Облученный продукт не становится радиоактивным. Оборудование для облучения продуктов питания подобно оборудованию, применяемому для стерилизации медицинского оборудования, и никоим образом не походит на атомные реакторы. В установках отсутствуют взрывчатые вещества или материалы, которые могли бы вызывать широкое распространение радиоактивного материала.

В используемом оборудовании источник излучения — кобальт-60, цезий-137 или генератор электронного луча — размещен в закрытой герметичной камере. Упакованная домашняя птица движется на поддонах при помощи конвейера к источнику излучения, где подвергается воздействию гамма-лучей. Доза облучения зависит от мощности источника излучения и времени экспозиции, поэтому дозировка излучения обычно осуществляется автоматически, заданной скоростью прохода сквозь камеру (например, скоростью конвейера).

Облучение пищевых продуктов иногда называют «холодной» обработкой, потому результат достигается при небольшом повышении температуры продукта. Внешний вид облученной птицы меняется незначительно или не меняется совсем. Облучение

вызывает незначительные изменения пищевой ценности, химических и физических показателей продукта, которые намного меньше изменений, происходящих при замораживании, консервировании или термообработке [60]. Нежелательный привкус и аромат, которые могут быть вызваны высокой дозой облучения, не возникают при соблюдении допустимых доз облучения. Поддержание низкой температуры продукта во время облучения способствует сохранению качества птицы и всех питательных веществ.

Признание потребителем является ключевым вопросом при внедрении облучения как средства антисептической обработки птицы. Потребители обычно не очень хорошо осведомлены обо всем, что связано с облучением пищевых продуктов. Тем не менее в целом они проявляют большее беспокойство относительно консервантов и пестицидов, чем по поводу облучения пищевых продуктов. Отношение потребителей к облучению может измениться в лучшую сторону под влиянием образовательных программ, что наиболее эффективно в случае общения потребителя с тем, кто хорошо знаком с проблемой облучения. После просмотра 10-минутного видеоролика, рассказывающего об облучении, доля покупателей, приобретающих облученные пищевые продукты, в Калифорнии и Индиане увеличилась с 57 до 82% [63]. С повышением признания облучения потребителем использование этой технологии для улучшения микробиологической безопасности птицы может стать широко распространенной практикой.

9.5. Микробиологические исследования

Как было указано ранее, контроль патогенных микроорганизмов требует строгого соблюдения программ обеспечения обязательных условий (*PRP*), соответствия утвержденным планам *НАССР*, возможно использование определенных противомикробных веществ. Необходимость внедрения этих программ и их эффективность оценивается по микробиологическим критериям. Таким образом, микробиологические исследования, не будучи мерой измерения, являются существенным компонентом стратегии контроля патогенных бактерий на предприятии. Микробиологические исследования включают в себя оценку продукта и производственной среды. Испытание продукции позволяет оценивать общий уровень микробиологической обсемененности, выявлять случаи присутствия патогенных бактерий, влияние технологических процессов на обсемененность, соответствие нормативам или критериям производства и т. д. Используя результаты этих микробиологических исследований, на предприятии можно с большей степенью надежности идентифицировать и оценить микробиологические риски в продуктах и процессах, а также обосновать свои методы контроля патогенных микроорганизмов. Исследование окружающей среды прежде всего позволяет оценить эффективность программ дезинфекции и других широкомасштабных программ, разработанных для микробиологического контроля.

В зависимости от цели микробиологического анализа существуют определенные методики отбора проб, которые следует использовать. Отбор проб зачастую является ключевым вопросом. Поскольку невозможно охватить испытаниями 100% конечного

продукта или всю окружающую среду, отобранные для испытаний образцы должны быть репрезентативными. Методики отбора проб основаны на статистической вероятности, поэтому при интерпретации результатов им можно доверять. Кроме того, та часть образца, которая фактически подвергается процедуре исследования, называемая анализируемой пробой, должна также быть репрезентативна по отношению ко всему образцу. Для исследования бройлеров используются образцы смывов с целой тушки, для индейки отбирается мазок, а от измельченного или порционного продукта отбирается проба определенной величины. Для анализа образцов в птицеперерабатывающей промышленности применяются и качественные, и количественные методы исследований. Качественные методы на вопрос о присутствии в образце определенных видов бактерий дают ответ «да-нет», в то время как количественные методы позволяют получить оценку количества бактерий определенных видов. Таким образом, при микробиологических исследованиях образцов продукта или окружающей среды следует придерживаться определенных процедур.

С принятием Службой контроля безопасности пищевых продуктов нормативов на производство продуктов из птицы и критериев эффективности все большее значение для оценки безопасности продукции приобретают микробиологические исследования. В настоящее время цельномышечное и измельченное сырье должно соответствовать нормативам по сальмонеллам, тушки — критерию *E. coli* биотипа I, а термообработанные продукты из птицы должны соответствовать нормативам по уровню летальности, продолжительности стабилизации и наличию *L. monocytogenes*. Нормативы содержания сальмонелл Службой контроля для определения обоснованности плана *НАССР*, разработанного на предприятии. Критерий *E. coli* используется в качестве индикатора фекального загрязнения (основного источника патогенных бактерий) на стадиях убоя. Соблюдение нормативов по уровню летальности, продолжительности стабилизации и наличию *L. monocytogenes* подтверждает, что режимы термообработки, охлаждения и последующей обработки позволяют производить безопасный продукт с высокой степенью надежности.

В целях соответствия существующим нормативам и гарантированного производства безопасных продуктов на предприятии необходимо внедрить программу постоянного микробиологического тестирования. Программа тестирования должна составлять единое целое с нормальным ходом технологического процесса на предприятии, что позволяет обнаруживать отклонения и своевременно принимать меры профилактики. Сущность программы микробиологических испытаний будет зависеть от стремления изготовителя к определенным показателям безопасности пищевых продуктов, которые должны отражать требования заказчиков и соответствовать нормативным документам.

Выводы

Живая птица, поступающая на перерабатывающее предприятие, является носителем огромного количества микроорганизмов. Большинство этих микроорганизмов безвредны; однако птица, как известно, является носителем ряда бактерий, патогенных

для людей. Как правило, они содержатся в малых количествах и являются угрозой для потребителя лишь в том случае, если продукция изготавливается с нарушениями требований безопасности. Независимо от этого цель переработчика птицы состоит в том, чтобы произвести продукт как можно с более низким уровнем содержания патогенных микроорганизмов, соответствующим уровню безопасности для определенного вида продукта. Для производства готового продукта, безопасного для потребления, необходим комплексный подход к обеспечению безопасности пищевых продуктов, который осуществляется при строгом соблюдении правильной производственной практики (*GMP*), программы *HACCP*, использовании определенных способов антисептической обработки и программы микробиологического контроля.

Литература

1. Anderson, M.E., Marshall, R.T., Stringer, W.C., Naumann, H.D. Efficacies of three sanitizers under six conditions of application to surfaces of beef // *J. FoodSci.*, 1977, 42, 326.
2. Dickson, J.S., Anderson, M.E. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review // *J. Food Prot.*, 1992, 55, 133.
3. Todd, E.C. Foodborne disease in six countries — a comparison // *J. Food Prot.*, 1978, 41, 559.
4. Todd, E.C. Poultry associated foodborne disease — its occurrence, cost, sources and prevention // *J. Food Prot.*, 1980, 43, 129.
5. Bean, N.N., Griffin, P.M. Foodborne disease outbreaks in the United States, 1973—1987: pathogens, vehicles, and trends // *J. Food Prot.*, 1990, 53, 804.
6. Bean, N.H., Griffin, P.M., Goulding, J.S., Ivey, C.B. Foodborne disease outbreaks, 5-year summary, 1983–1987 // *J. Food Prot.*, 1990, 53, 711.
7. Shackelford, A.D. Modification of processing methods to control *Salmonella* in poultry // *Poult. Sci.*, 1988, 67, 933.
8. Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems; Final Rule / USDA. Food Safety and Inspection Service. - 9 CFR Part 304 // *Fed. Regis.*, 1996, 61 (no. 144), 38806, July 25.
9. Waldroup, A.L. Contamination of raw poultry with pathogen // *World's Poult. Sci.*, 1996, 52, 7.
10. Bryan, F.L., Doyle, M.R. Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry // *J. Food Prot.*, 1995, 58, 326.
11. CDC (Centers for Disease Control) // *Food Net*: 1998 Preliminary Data - 1999.
12. Benefield, R.D. Pathogen Reduction Strategies for Elimination Foodborne Pathogens on Poultry During Processing // *M.S. thesis* — Auburn, AL: Auburn University, 1997.
13. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods, Generic HACCP application in broiler slaughter and processing // *J. Food Prot.*, 1997, 60, 579.
14. Food Safety and Inspection Service. *Nationwide Broiler Chicken Microbiological Baseline Data Collection Program July 1994–June 1995* — Washington, DC: USDA, 1996.

15. Rigby C.E., Pettit, J.R., Baker, M.F., Bentley, A.H. Salomons, M.O., Lior, H. Flock infection and transport as sources of *Salmonella* in broiler chickens and carcasses // *Can.J. Comp. Med.*, 1980, 44, 328.
16. Wakefield, C.B. Control and Consequences of *Salmonella* Contamination of Broiler Litter and Livehaul Equipment // *M.S. thesis* — Auburn, AL: Auburn University, 1999.
17. Rigby, C.E., Pettit, J.R. Changes in the *Salmonella* status of broiler chickens subjected to simulated shipping conditions // *Can.J. Comp. Med.*, 1980, 44, 374.
18. Mulder, R. W. A. W., Dorresteijn, L. W.J., van der Broek, J., Cross-contamination during the scalding and plucking of broilers // *Br. Poult. Sci.*, 1978, 19, 61.
19. Bailey, J.S., Thomson, J.E., Cox, N. A. Contamination of poultry during processing // *The Microbiology of Poultry Meat Products* / Cunningham, F.E., Cox, N. A., eds. — Orlando, FL: Academic Press, 1987 - P. 193.
20. Hargis, B.M., Caldwell, D.J., Brewer, R.L., Comer, D.E., DeLoach, J. R. Evaluation of the chicken crop as a source of *Salmonella* contamination for broiler carcasses // *Poult. Sci.*, 1995, 74, 1548.
21. Byrd, J.A., Corrier, D.E., Hume, M.E., Bailey, R.H., Stanker, L.H., Hargis, B.M. Incidence of *Campylobacter* in crops of preharvest market-age broiler chickens // *Poult. Sci.*, 1998, 77, 1303.
22. May, K.N. Changes in microbial numbers during final washing and chilling of commercially slaughtered broilers // *Poult. Sci.*, 1974, 53, 1282.
23. Notermans, S., Terbijhe, R. J., van Schotghorst, M. Removing faecal contamination of boilers by spray cleaning during evisceration // *Br. Poult. Sci.*, 1980, 21, 115.
24. Brant, A.W., Gable, J.W., Hamarm, J.A., Wabeck, C.J., Walters, R.E. *USDA Agriculture Handbook 581: Guidelines/or Establishing and Operating Broiler Processing Plants* - Washington, DC: 1982.
25. Waldroup, A.L., Rathgeber, B.M., Forsythe, R. H. Effects of six modifications on the incidence and levels of spoilage and pathogenic organisms on commercially process post-chill broilers // *J. Appl. Poult. Res.*, 1992, 1, 226.
26. Waldroup, A.L., Rathgeber, B.M., Hierholzer, R.E., Smoot, L., Martin, L.M., Bilgili, S. E, Fletcher, D.L., Chen, T.C., Wabeck, C.J. Effects of reprocessing on microbiological quality of commercial prechill broiler carcasses // *J. Appl. Poult. Res.*, 1993, 1, 111.
27. Lillard, H.S. Effect of broiler carcasses and water of treating chiller water with chlorine or chlorine dioxide // *Poult. Sci.*, 1980, 59, 1761.
28. Dye, M. and Mead, G.C. The effect of chlorine on the viability of clostridial spores // *J. Food Technol.*, 1972, 7, 173.
29. Patterson, J.T. Bacterial flora of chicken carcasses treated with high concentrations of chlorine // *J. Appl. Bacteriol.*, 1968, 31, 544.
30. Sanchez, M., Brashears, M., McKee, S. Microbial quality comparison of commercially processed air-chilled and immersion chilled broilers // *Poult. Sci.*, 1999, 78 (Suppl. 1), 68.
31. Lillard, H.S. Bacterial cell characteristics and conditions influencing their adhesion to poultry skin // *J. Food Prot.*, 1985, 48, 803.
32. Thomas, C.J., McMeekin, T.A. Attachment of *Salmonella* spp. to chicken muscle surfaces // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1981, 42, 130.

33. Notermans, S., Kampelmacher, E. H. Attachment of some bacterial strains to the skin of broiler chickens // *Br. Poult. Sci.*, 1974, 15, 573.
34. Conner, D.E., Bilgili, S.R. Skin Attachment model (SAM) for improved laboratory evaluation of potential carcass disinfectants for their efficacy against *Salmonella* attached to broiler skin // *J. Food Prot.*, 1994, 57, 684.
35. Tamblyn, K.C., Conner, D.E. Bactericidal activity of organic acids in combination with transdermal compounds against *Salmonella typhimurium* attached to broiler skin // *Food Microbiol.*, 1997, 14, 477.
36. *Appendix A: Compliance Guidelines/or Meeting Lethality Performance Standards for Certain Meat and Poultry Products* / Food Safety and Inspection Service — Washington, DC: USDA, 1999.
37. *Appendix B: Compliance Guidelines for Cooling Heat-Treated Meat and Poultry Products (Stabilization)* / Food Safety and Inspection Service — Washington, DC: USDA, 1999.
38. *Listeria Guidelines/or Industry* / Food Safety and Inspection Service — Washington, DC: USDA, 1999.
39. Ryser, E.T. and Marth, E.H. *Listeria, Listeriosis and Food Safety* — New York: Marcel Dekker, 1999.
40. National Advisory Committee for Microbiological Criteria for Food, Hazard Analysis and Critical Control Point Principles and Application Guidelines // *J. Food Prot.*, 1998, 61, 762.
41. Stevenson, K.E., Bernard, D.T. *HACCP. A Systematic Approach to Food Safety* — Washington, DC: The Food Processors Institute, 1999.
42. Pierson, M.D., Corlett, D.A. *HACCP Principles and Applications* — New York: Chapman & Hall, 1992.
43. Izat A.L., Colbert, M., Adams, M.H., Reiber, M.A., Waldroup, P.W. Production and processing studies to reduce the incidence of *Salmonella* on commercial broilers // *J. Food Prot.*, 1989, 52, 670.
44. Villarreal, M.E., Baker, R.C., Regenstein, J. M. The incidence of *Salmonella* on poultry carcasses following the use of slow release chlorine dioxide (Alcide) // *J. Food Prot.*, 1990, 53, 465.
45. Lillard, H.S. Effect of trisodium phosphate on *Salmonellae* attached to chicken skin // *J. Food Prot.*, 1994, 57, 465.
46. Somers, E.B., Schoeni, J.L., Wong, A.C. L. Effect of trisodium phosphate on biofilm and planktonic cells of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia*, 0157: H7, *Listeria*, *monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* // *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, 22, 269.
47. Hollender R., Bender, F.G. Jenkins, R.K., Black, C.L. Consumer evaluation of chicken treated with a trisodium phosphate application during processing // *Poult. Sci.*, 1993, 72, 755.
48. Cudjoe, K.S., Kapperud, G. The effect of lactic acid sprays on *Campylobacter jejuni* inoculated on to poultry carcass // *Acta. Vet. Scand.*, 1991, 32(4), 491.
49. Rubin, H. E. Toxicological model for a two-acid system // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1978, 36, 623.
50. Adams, M. R., Hall, C J. Growth inhibition of foodborne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures // *Int. Food Sci. Technol.*, 1988, 23, 287.

51. Conner, D.E., Benefield, R.D. Antibacterial activity of organic acid-surfactant treatments against foodborne pathogens on processed broiler chickens: evaluation in a pilot scale commercial processing plant // *Proc. XIV Eur. Symp. Quality Poultry Meat* / Cavallchini, L G., Baroli, D., eds. - Vol. 1 - Bologna, Italy: Sept. 19-23, 1999.
52. Sheldon, B. W., Brown, A. L. Efficacy of ozone as a disinfectant for poultry carcasses and chill water /// *FoodSci.*, 1986, 51, 305.
53. Yang Z. P., Li, Y. B., Slavik, M. Use of antimicrobial spray applied with an inside-outside birdwasher to reduce bacterial contamination on prechilled chicken carcasses // *J. Food Prot.*, 1998, 61, 829.
54. Li, Y. B., Slavik, M. P., Waker, J. T., Xiong, H. Pre-chill spray of chicken carcasses to reduce *Salmonella typhimurium* // *FoodSci.*, 1997, 62, 605.
55. Robach, M. C., Ivey, E J. Antimicrobial efficacy of potassium sorbate dip on freshly processed poultry /// *Food Prot.*, 1978, 41, 284.
56. Lillard, H. S., Thomson, J. E. Efficacy of hydrogen peroxide as a bactericide in poultry chiller water /// *FoodSci.*, 1983, 48, 125.
57. Waback, C.J. Methods to reduce microorganisms on poultry // *Broiler Ind.*, 1994, 34.
58. Ayres, J. C., Mundt, J. O., Sandine, W. E. *Microbiology of Foods* — San Francisco: W. H. Freeman, 1980.
59. Banwart, G.J. *Basic food Microbiology* — New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.
60. Giddings, G. G., Marcotte, M. Poultry irradiation: for hygiene/safety and market-life enhancement // *Food Rev. Int.*, 1991, 7(3), 259.
61. Thayer, D. W. Use of irradiation to kill enteric pathogens on meat and poultry /// *Food Safety*, 1995, 15, 181.
62. USDA, FSIS Backgrounder: *Poultry Irradiation and Preventing Foodborne Illness* — Washington, DC: Food Safety Service, USDA, 1992.
63. Bruhn, C M., Schutz, H. G., Sommer, R. Attitude change toward food irradiation among conventional and alternative consumers // *Food Technol.*, 40(12), 86, 1986.

10. Бактерии порчи домашней птицы

Скотт М. Расселл

Введение

В США большинство продуктов из мяса птицы производится в юго-восточной части страны; однако основная их часть потребляется по всей стране. Таким образом, часть срока хранения продукции приходится на транспортировку до пункта назначения. В США каждый год производится приблизительно 7 млрд штук цыплят или свыше 13,5 млн т мяса, 80% которого продается в свежем виде. Установлено, что от 2 до 4% этого мяса теряется в результате порчи, что эквивалентно убыткам в размере от 300 до 600 млн долларов ежегодно. Таким образом, порча продукции является предметом особого внимания в птицеперерабатывающей промышленности.

Основные причины порчи:

- увеличение времени транспортировки или хранения;
- несоответствие температуры хранения установленному значению;
- высокое исходное количество бактерий.

При достаточно длительном хранении свежих продуктов из мяса птицы в холодильнике их порча происходит в результате роста бактерий, способных размножаться в условиях низких температур. Избежать этого можно при правильном товарообороте. Продукт, хранившийся дольше, должен направляться в продажу в первую очередь, а изделия, предназначенные для реализации в удаленных от перерабатывающего предприятия районах, должны транспортироваться при температурах, близких к температуре заморозания ($-3,3^{\circ}\text{C}$), но недостаточных для замораживания мышечной ткани (глубокое охлаждение).

Несоответствие температуры хранения установленному значению или ее колебания — наиболее легко устранимые причины порчи. Отклонение температуры может происходить в процессе транспортировки, хранения, розничной продажи или при неправильном обращении потребителя с продуктом. Единственный способ, с помощью которого производители могут обнаружить нарушения температурного режима, — мониторинг температур или бактериальной обсемененности продукта по всей цепи движения товара.

Исходное количество бактерий на тушках бройлеров также оказывает прямое воздействие на способность свежего продукта к хранению. Этот показатель зависит

главным образом от способа выращивания, санитарного состояния предприятия и соблюдения санитарных требований в процессе переработки.

10.1. Классификация микроорганизмов по температуре роста

Температура хранения свежей птицы очень важна для птицеперерабатывающей промышленности, поскольку именно этот фактор в наибольшей степени влияет на рост бактерий, вызывающих порчу или пищевые заболевания. Известно, что при рассмотрении влияния температуры на жизнедеятельность микроорганизмов необходимо учитывать два параметра: температуру выдержки микроорганизма и продолжительность выдержки при этой температуре [1]. Все живые клетки реагируют на колебания температуры по-разному, и бактерии, будучи живыми клетками, не исключение. Обмен веществ бактерий, их физическое состояние или морфология могут изменяться, их размножение может быть ускорено или замедлено в зависимости от сочетания температуры и времени экспозиции. Все бактерии могут расти только в определенных пределах температур. В пределах этого диапазона можно выделить минимальную температуру роста, ниже которой бактерии не развиваются, оптимальную — наиболее благоприятную для быстрого роста, и максимальную, выше которой рост прекращается [1].

Различные штаммы бактерий могут различаться не только по температурному режиму, в пределах которого они могут расти, но также и по минимуму, оптимуму и максимуму температур роста [1]. Для определения оптимальных условий роста бактерий используются два критерия: период генерации и максимальная клеточная популяция [2]. Время генерации характеризует скорость деления клеток, а максимальная клеточная популяция зависит как от скорости гибели клеток, так и от скорости их роста.

Минимум, оптимум, и максимум температур роста для психротрофных и мезофильных бактерий приведены в табл. 10.1. Иногда из группы психротрофных бактерий выделяют отдельно группу психрофильных (см. табл. 9.4) [1]. Но ряд ученых возражает против термина «психрофилы», поскольку, несмотря на то что многие бактерии порчи выживают и размножаются при низких температурах, их оптимальные температуры роста намного выше точки замерзания [3–5]. Предложено считать, что оптимальная температура для удвоения количества психрофильных бактерий находится в интервале между 5 и 15 °C [6]. Но намного ранее было принято определение психротрофных бактерий как группы мезофилов, способных относительно медленно размножаться при более низком температурном режиме, чем большинство других бактерий [3].

Более современный взгляд на классификацию бактерий, основанной на температурах роста, представлен в табл. 10.2. Многие штаммы бактерий не могут быть отнесены к какой-либо одной категории, потому что их температурный диапазон очень широк [6]. Некоторые штаммы, например *Listeria monocytogenes*, хорошо растут и при температурах холодильника, и в тепле. Однако эти бактерии являются скорее

Таблица 10.1. Диапазоны температуры роста для психрофильных и мезофильных бактерий [1]

Группа бактерий	Температура роста, °С		
	минимум	оптимум	максимум
Психрофильные	От -5 до 0	От 10 до 20	От 25 до 30
Мезофильные	От 10 до 25	От 20 до 40	От 40 до 45

Таблица 10.2. Классификация бактерий по диапазонам температуры роста, °С [6]

Группа бактерий	Температура роста, °С		
	минимум	оптимум	максимум
Психрофильные	Ниже 0	От 5 до 15	Около 20
Низкотемпературные мезофильные, психротрофные, психротолерантные микроорганизмы	От 0 до 8	От 20 до 27	От 32 до 43
Неизбирательные высокотемпературные мезофильные	Около 8	От 35 до 43	От 43 до 45
Избирательные высокотемпературные мезофильные	От 20 до 25	37	?

исключением, нежели правилом при разделении бактерий на группы по характеристикам их температуры роста.

10.2. Устойчивость свежей птицы при хранении в зависимости от различных факторов

10.2.1. Температура хранения

Фактором, оказывающим наиболее сильное влияние на рост психротрофных бактерий и, следовательно, на продолжительность хранения свежей птицы, являются температурные условия. Известно, что во время переработки, хранения, транспортировки и реализации продукты из птицы могут подвергаться различным колебаниям температур [7]. При исследовании влияния температуры на устойчивость свежей птицы при хранении средняя продолжительность хранения тушек, подготовленных для реализации, составляла 2-3; 6-8 и 15-18 дней для температур хранения 10,6; 4,4 и 0 °С соответственно [8]. Другие исследователи обнаружили, что в тушках турецкого производства, хранившихся при -2, 0, 2 и 5 °С, появляется неприятный запах через 38; 22,6; 13,9 и 7,2 дней соответственно [9].

Имеются данные, что при оптимальных прочих условиях тушки бройлера должны храниться до 7 дней при 5 °С. Скорость порчи увеличивается в два раза при 10 °С и в три раза — при 15 °С по сравнению с тушками, хранящимися при 5 °С [10]. Следовательно, при более низкой температуре продолжительность хранения возрастает.

Температура и продолжительность хранения связаны между собой, что приводит к более существенному увеличению количества аэробов на обработанных тушках бройлера, хранившихся более 7 дней при 1,7 и 7,2 °С по сравнению с тушками, которые хранились более короткое время [11]. Это подтверждает вывод о том, что при длительном хранении тушки обязательно испортятся, даже если хранить их в холодильнике. Значительного увеличения сроков годности тушек можно добиться, снижая температуру хранения тушек насколько это возможно.

10.2.2. Хранение на льду

Результаты микробиологических исследований при хранении тушек цыплят на льду несколько противоречивы. Имеются сведения, что у тушек цыпленка, хранившихся в холодильнике при -1,1 °С, запах испорченного продукта не появляется так быстро, как у образцов, содержащихся при такой же температуре, но в окружении льда или талой воды [12]. По другим данным, упаковка домашней птицы на льду имеет существенные преимущества [13]:

- дольше сохраняется свежесть;
- предотвращается высыхание;
- тушки имеют более привлекательный товарный вид.

Общее количество бактерий на птице, готовой к приготовлению и хранившейся на льду 9 дней, было таким же, как у образцов, хранившихся в холодильнике в течение 5 дней при 1,7 °С или 4 дней при 7,2 °С, что свидетельствует о большей эффективности хранения на льду в плане увеличения сроков годности [11]. Однако по сообщениям других авторов, качество тушек при хранении в ледяной крошке было таким же, что и при хранении в механических рефрижераторах при -0,6 °С [14]. Интересно заметить, что в четырех независимых исследованиях были получены все три возможных вывода — устойчивость при хранении лучше при охлаждении, при хранении на льду и одинакова для обоих способов. Это можно объяснить тем, что исследователи использовали различные параметры для выявления начала порчи, например наличие слизи или появление неприятного запаха.

10.2.3. Потрошение

Хотя основная часть домашней птицы в США реализуется в полностью потрошеном виде или разделанной на части, проведение потрошения также относится к факторам, оказывающим влияние на продолжительность хранения свежей птицы. Имеются данные, что при одних и тех же условиях хранения потрошенные тушки цыпленка быстрее приобретают запах порчи, чем тушки, обработанные нью-йоркским способом (непотрошенные) [12]. Другие авторы сообщали, что через 4 дня хранения на льду при 1,7 и 7,2 °С количество бактерий на тушках, готовых к приготовлению, было намного больше, чем на тушках, обработанных нью-йоркским способом [11]. Это объяснялось тем фактом, что брюшная полость потрошенной тушки открыта для обсеменения, и вода, используемая для мойки тушек, может служить источником и переносчиком бактерий порчи. Выявленные особенности хранения могут быть интересны для стран, все еще реализующих непотрошенные тушки птицы.

10.2.4. Исходное количество бактерий

Исходное микробиологическое обсеменение после переработки также влияет на продолжительность хранения. Повышение исходного уровня обсеменения приводит значительному уменьшению срока хранения [15]. Это происходит в результате того, что при высоком исходном количестве бактерий намного быстрее достигается уровень развития микрофлоры, достаточный для порчи продукта.

10.2.4. Влияние цвета грудки на скорость порчи

Результаты проведенных исследований выявили зависимость между цветом (при измерении по цветовой системе *Lab*) филе грудки цыплят, рН мяса и продолжительностью хранения филе [19]. Более темные филе грудки имели существенно более высокое значение рН (от 6,08 до 6,22) по сравнению со светлым филе (от 5,76 до 5,86). На седьмой день хранения количество психротрофных бактерий и интенсивность запаха для более темных филе были значительно выше, чем для светлых филе. Авторы пришли к выводу, что более темные филе грудки бройлера имеют меньшую продолжительность хранения, чем светлые, что может объясняться различиями в рН.

10.2.5. Другие факторы

Среди факторов, которые могут влиять на продолжительность хранения, можно выделить температуру шпарильной воды и степень хлорирования воды холодильной установки [14]. При моделировании промышленных условий продолжительность хранения полутушки после шпарки при 53,3 °С в среднем была на 1 день больше, чем при шпарке при 60 °С (продолжительность шпарки в обоих случаях составляла 40 с). Полутушки после шпарки при 53,3 °С и охлаждения в течение 2 ч в воде со льдом, содержащей 10 мг/кг остаточного хлора, имели продолжительность хранения 15,2 дня по сравнению с 12,8 днями для полутушек, охлажденных в нехлорированной воде.

10.3. Влияние температуры хранения на период генерации бактерий на тушках бройлеров

10.3.1. Температура холодильного хранения

При попадании свежей птицы в среду с низкой температурой условия воспроизводства для большинства видов бактерий перестают быть оптимальными. В процессе хранения при 0 °С общее количество бактерий на домашней птице существенно уменьшается в течение первых нескольких дней хранения [8]. Причины этого уменьшения следующие:

- непригодность температуры для воспроизводства и выживания хромогенных бактерий (продуцентов пигмента) и мезофильных бактерий;
- недостаток времени для начала экспоненциальной стадии роста психротрофных бактерий.

Психротрофные бактерии способны расти при температурах охлаждения птицы и вызывать порчу продуктов; однако скорость роста в этих условиях значительно снижается. Большинство штаммов мезофильных бактерий неспособно к росту при температурах охлаждения ниже 5 °С [17]. Увеличение периода генерации мезофилов и психротрофов не пропорционально снижению температуры инкубации по сравнению с относительно оптимальной [18]. При достижении нижней предельной температуры воспроизводства *E. coli* (относится к мезофильным микроорганизмам, часто присутствующим на тушках бройлеров) снижается не только период удвоения количества бактерий, но и удлиняется лаг-период [9]. Период генерации *E. coli* при 10, 15, 20, 25 и 30 °С составлял 20,0; 6,0; 2,8; 1,4 и 0,6 ч соответственно. При -2, 1, 5 °С роста *E. coli* не наблюдалось. Имеются сведения, что при температурах хранения ниже 0 °С период генерации мезофильных бактерий может превышать 100 ч [19].

10.3.2. Повышенные температуры хранения

При температурах, которые рассматриваются как «умеренное отклонение температуры» (около 10 °С) период генерации психротрофных бактерий намного меньше, чем мезофильных бактерий [20]. Однако примерно при 18 °С скорость прироста количества психротрофных и мезофильных бактерий выравнивается. При температурах хранения, превышающих 18 °С, мезофилы размножаются намного быстрее, чем психротрофные бактерии [20].

10.4. Бактерии порчи

Исследования, направленные на идентификацию бактерий, вызывающих порчу свежей птицы и других мясных продуктов, начались в конце XIX столетия. Было обнаружено, что большинство пищевых продуктов подвергается порче под воздействием сапрофитных бактерий, которые содержатся в воздухе, почве и воде. При использовании холодильного хранения для сохранения продуктов важно прогнозировать поведение этих сапрофитов в данном диапазоне температур [21]. Одним из первых исследователей, выделивших бактерии порчи на поверхности мяса, хранившегося при низкой температуре и высокой влажности, был Глаг (*Glage*) [22]. Он дал этим бактериям название *Aromobakterien*. Глаг выделил семь штаммов бактерий порчи, один из которых являлся преобладающим. Эти бактерии имели форму овальных палочек с закругленными концами, иногда они образовывали цепочки. Глаг выявил, что *Aromobakterien* хорошо растут при 2 °С и очень медленно при 37 °С, их оптимальная температура роста находилась в диапазоне от 10 до 12 °С.

В 1933 г. было опубликовано сообщение, что *Aromobakterien* Глага подобны культурам, образующим слизь на мясе, хранящемся при температурах холодильника [23]. В этом сообщении также упоминалось, что все микроорганизмы, найденные на поверхности нежирного мяса, хранившегося при 0-4 °С, за исключением нескольких штаммов групп *Pseudomonas* и *Proteus*, относятся к группе *Achromobacter*. В других публикациях также отмечали, что 95% бактерий, обнаруженных на свежей

говядине сразу же после обработки и способных развиваться при 1 °С, относились к *Achromobacter*, некоторые — к *Pseudomonas* и *Micrococcus* [24]. Во время холодильного хранения популяции *Achromobacter* и *Pseudomonas* возрастали, в то время как популяция *Micrococcus* существенно уменьшалась.

Многочисленные исследования подтвердили, что преобладающими среди бактерий, ответственных за порчу свежего мяса и птицы, являются штаммы *Achromobacter* [12, 23, 26]. Однако при более поздних исследованиях были получены противоположные результаты, свидетельствующие о преобладании штаммов *Pseudomonas* по сравнению с *Achromobacter* [8, 27, 28]. Исследователи приписывали несоответствие полученных данных изменениям в терминологии, введенным в шестом издании Справочника Берджи по определению бактерий (*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*) [29].

В 1958 г. при повторном анализе таксономии 129 психротрофных бактерий порчи мяса был сделан вывод, что большинство этих бактерий относятся к *Pseudomonas* [26, 31]. В значительной степени вывод был сделан на основании того, что выделенные бактерии порчи вырабатывали растворимый в воде зеленый пигмент [26]. В других исследованиях было обнаружено, что 21 штамм, первоначально классифицированный как *Pseudomonas* на основе продуцирования пигмента, вообще не вырабатывают никаких пигментов [31]. При использовании в качестве руководства по таксономии шестое издание Справочника по определению бактерий [29] бактериальные изоляты, выделенные из испорченных, осклизлых тушек, следовало отнести к следующим *Pseudomonas: ochracea, geniculata, mephitica, putrefaciens, sinuosa, segnisjragi, multistriata, pelludda, rathonis, desmolytica (um) или pictorum* [8]. Из-за разночтений в справочнике 3-го [30] и 6-го изданий [29] многие разновидности бактерий, первоначально *отнесенные* к *Achromobacter*, должны повторно классифицироваться как относящиеся к роду *Pseudomonas*, поскольку они передвигаются посредством полярного жгутикования [8]. Это было подтверждено результатами и других исследований [27].

В 1950 г. у *P. putrefaciens*, распространенной бактерии порчи, обнаруживаемой на мясе и птице, наблюдали боковые и полярные жгутики [8], что вызвало разногласия по принадлежности этой бактерии к роду *Pseudomonas*. *P. putrefaciens* характеризуются коричневатыми колониями, отличаются от других псевдомонад высокой протеолитической активностью и способностью продуцировать сероводород.

Позднее определили, что беспигментные бактерии типа *Achromobacter-Pseudomonas* составляют примерно 85% от общего количества микрофлоры свежего мяса в течение первых двух недель хранения при температуре от 1,1 до 3,3 °С и образцов мяса в течение первой недели хранения при температуре от 4,4 до 6,7 °С [32]. К концу периода хранения *Pseudomonas fluorescens* составляет приблизительно 80% общего количества бактерий мяса, тогда как в начале хранения *P. fluorescens* редко превышает 5% от общего количества [32].

Три основных вида бактерий, обычно присутствующих на испорченной птице, были идентифицированы как *Pseudomonas*, *Acinetobacter* и *P. putrefaciens* [33]. Псевдомонады, преобладающие на испорченной домашней птице, подразделяются на две родственные категории: флуоресцентные или пигментированные и неокрашенные штаммы.

После выделения *P. putrefaciens* в качестве основной бактерии порчи свежей птицы этот микроорганизм был повторно классифицирован. *P. putrefaciens* был первоначально классифицирован как *Alteromonasputrefaciens* [34]. Затем его переименовали из *Alteromonas* в *Achromobacter*. Буд, *Achromobacter* был отнесен к роду *Pseudomonas* [35]. Впоследствии *P. putrefaciens* отнесли к новому роду и назвали *Shewanella putrefaciens* [34]. До середины 1960-х гг. *Acinetobacter* был частью *Achromobacter* [36].

В целях охарактеризовать образующийся запах и проанализировать тушки были проведены исследования по идентификации бактерий, ответственных за образование неприятных запахов на испорченных тушках бройлеров произведенных в различных регионах США, для определения частоты обнаружения микроорганизмов порчи [37]. Независимо от географического расположения места производств. цыплят, бактериями, ответственными за возникновение неприятного запаха порчи на коже цыплят, были *S. putrefaciens* A, B и D и *Pseudomonas (fluorescens* A, B, D и *P.fragi*). Эти бактерии продуцируют неприятные запахи, которые характеризовались как «сера», «грязная тряпка», «аммиак», «мокрая собака», «скус», «грязные носки», «прогорклая рыба», «просто плохой запах» или сладковатый запах, похожий на «консервированную кукурузу». Однако бактерии порчи продуцируют различные запахи. Наибольшую ассоциацию с испорченной домашней птицей вызывают такие запахи, как «грязная тряпка» или «сернистый запах», которые вырабатываются бактериями типа *S. putrefaciens* и *pseudomonads* [37].

10.5. Происхождение психротрофных бактерий порчи на тушках бройлеров

Психротрофные бактерии, которые обнаруживают на тушке сразу же после обработки, попадают на тушку с перьев и ног живой птицы, из системы водоснабжения, холодильных емкостей и перерабатывающего оборудования [38]. В кишечнике живой птицы эти бактерии порчи обычно не содержатся. На перьях птицы было выявлено высокое содержание *Acinetobacter* (10^8 КОЕ/г), предположительно попавших туда из помета [39]. Другие виды психротрофных бактерий, например, *Cytophaga* и *Flavobacterium*, часто находят в емкостях для охлаждения, но редко — на тушках [33]. На тушках цыплят сразу же после убоя обнаруживают психротрофные *Acinetobacter* и пигментированные виды псевдомонад [33]. Хотя штаммы неокрашенных *Pseudomonas* участвуют в образовании неприятного запаха и привкуса на испорченной домашней птице, их крайне редко обнаруживают на тушках, так же, как и *P. putrefaciens* (*S. putrefaciens*) [33].

Психротрофные бактерии способны выживать на поверхности технологического оборудования и на полу в перерабатывающих цехах благодаря наличию влажности и остатков питательных веществ. Кроме того, низкие температуры на участках переработки слабо влияют на ингибирование роста этих бактерий. Следовательно, тщательная уборка и санитарная обработка технологического оборудования и полов могут существенно снизить популяции психротрофных бактерий до остаточного количества. Возможно, наиболее часто встречающейся при проверке предприятий

причиной сокращения сроков хранения продукта являются нарушения порядка и процедур уборки и санитарной обработки оборудования и полов производственных помещений. Надлежащее использование горячей воды под высоким давлением и правильное разбавление дезинфицирующих средств, эффективных против психротрофов, очень важны для обеспечения установленного срока хранения.

10.6. Микрофлора порчи при хранении бройлеров при повышенной температуре

Бактерии, вызывающие образование неприятных запахов и слизи на испорченной птице, не обязательно становятся преобладающими с увеличением температуры хранения. Популяции бактерий порчи на цыплятах, хранящихся при различных температурах, описаны в табл. 10.3 [40]. Установлено, что сразу после обработки преобладают мезофилы, такие как микрококки, грамположительные палочки и флавобактерии. Однако в случае хранения тушек при повышенных температурах, например при 10 °C, создается возможность для размножения *Acinetobacter*, *Pseudomonas* и *Enterobacteriaceae*. На тушках, хранившихся при 15 °C, превалируют *Acinetobacter* и *Enterobacteriaceae*, чьи оптимальные температуры роста выше, чем *Pseudomonas* [40].

Таблица 10.3. Микрофлора порчи потрошенных тушек в процессе хранения при различной температуре до появления признаков порчи [40]

Микроорганизмы	Количество штаммов			
	исходное	после хранения при температуре, °C		
		1	10	15
Всего	58	40	80	69
Грамположительные палочки	14	0	4	6
<i>Enterobacteriaceae</i> (лактозоположительные)	8	0	3	10
<i>Enterobacteriaceae</i> (лактозоотрицательные)	0	3	12	17
<i>Micrococci</i>	50	0	4	0
<i>Streptococci</i>	0	0	6	8
<i>Flavobacteria</i>	14	0	0	0
<i>Aeromonas</i>	0	0	4	6
<i>Acinetobacter</i>	7	7	26	34
Пигментированные <i>Pseudomonas</i>	2	51	21	9
Непигментированные <i>Pseudomonas</i>	0	20	12	2
<i>Pseudomonas putrefaciens</i>	0	19	4	4
Неидентифицированные	5	0	4	4

10.7. Влияние количества бактерий на порчу

Для появления выраженных органолептических признаков порчи птицы число психротрофных бактерий должно достичь достаточно высокого уровня (10^5 КОЕ/см²). На непотрошенных тушках бройлеров неприятные запахи, продуцируемые бактериями порчи, не ощущались до тех пор, пока количество бактерий не достигло величины от $2,5 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^8$ КОЕ/см² [12]. По результатам других исследований, неприятный запах и слизь не обнаруживались до тех пор, пока количество бактерий не превысило $1 - 10^{10}$ КОЕ/см² [8]. Имеются данные, что неприятный запах можно обнаружить при количестве бактерий $1,6 \cdot 10^5$ КОЕ/см², тогда как для появления слизи необходимы более высокие количества бактерий (от $3,2 \cdot 10^7$ до $1,0 \cdot 10^9$ КОЕ/см²) [41].

При исследовании нарезанной на ломтики говядины неприятный запах появлялся при достижении концентрации бактерий на поверхности $2 \cdot 10^6$ КОЕ/см² [42]. Начальная стадия порчи была обнаружена по появлению неприятного запаха при концентрации бактерий 10^6 КОЕ/см²; однако более явственно запах ощущался при достижении уровня обсемененности 10^7 КОЕ/см². Ранее было установлено, что процессы протеолиза и образования слизи при аэробных условиях начинаются по достижении количества бактерий от 10^7 до 10^8 КОЕ/г [43].

10.8. Причины порчи

Порча происходит в результате накопления побочных продуктов обмена веществ или под воздействием экзоферментов, вырабатываемых психротрофными бактериями в процессе их роста на поверхности птицы при температурах холодильника. По мере переработки бактериями питательных веществ на поверхности мяса образуются продукты их разложения, многие из которых представляют собой неприятно пахнущие соединения или слизь. Побочные продукты метаболизма бактерий порчи меняются в зависимости от используемого источника энергии. При небольших размерах популяции бактериальные клетки используют в качестве основного источника энергии глюкозу. В этом случае продукты метаболизма редко имеют запах и, как правило, не способствуют появлению дефектов порчи. Однако при увеличении популяции количество доступной глюкозы снижается, и бактерии начинают использовать другие источники энергии, например, белки, при расщеплении которых образуется большое количество имеющих запах веществ [7]. Результаты других исследований подтвердили, что протеолиз кожи и мышечной ткани начинается после исчерпания запасов глюкозы и (или) глюконата [44,45]. Относительно недавно появились данные, что на начальных этапах порчи неприятные запахи образуются не при распаде белков кожи и мышц, как это полагали ранее, а в результате прямого усвоения микроорганизмами низкомолекулярных азотных соединений, таких как аминокислоты, присутствующих в коже и мышцах [7].

Бактерии, растущие на поверхности мышц (мяса или рыбы), выделяют ряд экзоферментов, разрушающих мышечную ткань и вызывающих обширные повреждения [46]. Результаты, полученные методом *SDS-PAGE* (методом электрофореза в

полиакриламидном геле с додецилсульфатом натрия), показали, что эти ферменты способны активно разлагать миофибриллярные белки на тяжелый меромиозин, легкий меромиозин и меромиозин [47, 48]. При хранении тушек при 4 °С образуются низкомолекулярные пептиды (с молекулярной массой ниже 50 000) и свободные аминокислоты [49].

В процессе исследования развития порчи в зависимости от степени разрушения субстратов в мышечной ткани было обнаружено, что концентрация глюкозы быстро снижалась, причем снижение ускорялось к концу периода хранения, что было более выражено в образцах, хранившихся при более высоких температурах [50]. Подобные данные были получены для L-лактата. Развитие протеолиза в процессе хранения обуславливает повышение концентрации свободных аминокислот. Для быстрого определения бактериологического состояния говядины можно применять измерение количества свободных аминокислот с учетом продуцирования аминопептидазы и последующего распада белка [51].

10.9. Физические аспекты образования неприятного запаха и слизи

Дефекты порчи были объектом исследований многие годы. В результате деятельности бактерий порчи сначала на поверхности мяса образуется серый налет, который затем превращается в желтый [22]. По мере роста бактерий увеличение их количества сопровождается появлением запаха. В конечном счете поверхность мяса покрывается тонкими каплеобразными колониями, которые увеличиваются в размере и объединяются, образуя слизистый слой. В первую очередь микроорганизмы появляются во влажных полостях на тушке, например в углублении между ножкой и грудкой, их распространение ускоряется при наличии конденсата, что имеет место при перемещении холодной тушки в теплое влажное помещение [22].

При исследовании процессов порчи на разделанных цыплятах был идентифицирован запах типа эфирного, который дегустаторы описывали как запах «грязного кухонного полотенца» [8]. В большинстве случаев появление неприятного запаха предшествует формированию слизи и рассматривается как первый признак порчи. Сразу же после обнаружения неприятного запаха на поверхности кусков и коже тушек появляется много маленьких, полупрозрачных, влажных колоний. Сначала эти колонии бактерий похожи на капельки влаги; однако в конечном счете они становятся большими, приобретают белый или кремовый цвет и часто объединяются, формируя на поверхности однородный липкий или скользкий слой. На стадиях глубокой порчи в дополнение к запаху «грязного белья» мясо приобретает острый аммиачный запах, который может возникать вследствие распада белка и образования аммиака или подобных ему соединений [8].

Появление слизи также приписывается протеолитической активности бактерий, развивающихся на поверхности мяса и птицы. По сведениям различных авторов, образование слизи происходит в результате разложения мяса псевдомонадами [44, 49, 52, 53].

10.10. Метаболизм адаптации бактерий порчи к температурам охлаждения

При охлаждении до температуры ниже 5 °С психротрофные бактерии способны размножаться на тушках бройлеров и приводить к образованию дефектов порчи; однако количество мезофильных бактерий, первоначально преобладающих на тушке, остается без изменений или снижается [17,40]. Это явление можно объяснить, исследуя некоторые метаболические изменения, происходящие в этих группах бактерий при воздействии температур холодильника.

10.10.1. Влияние холодильного хранения на клеточные липиды

Некоторые виды бактерий прекращают быстрое размножение при понижении температуры окружающей среды до определенного уровня, поскольку снижение температуры окружающей среды приводит к замедлению поглощения питательных веществ бактериальными клетками [54]. Более того, по мере понижения температуры бактерии начинают накапливать липиды в мембранах своих клеток. Имеются данные, что при воздействии постоянно понижающейся температуры на мезофильные бактерии возрастает количество клеточных липидов и возрастает степень насыщенности этих липидов [54]. С увеличением содержания липидов в клеточных мембранах замедляется поглощение питательных веществ. При инкубации *Brevibacterium* при 25 °С микроорганизм растет хорошо, содержание липидов в нем составляет 7,2%; однако при 4 °С содержание жира повышается до 16,7%, что отрицательно сказывается на скорости роста [55]. Кроме того, бактериальные клетки продуцируют больше жиров при 4 °С, чем при 9,4 или 22 °С [55]. Интересно, что две типичные психротрофные разновидности бактерий не показали такой зависимости при воздействии низкой температуры (4 °С) [54].

10.10.2. Влияние холодильного хранения на выработку липазы

Количество липазы, вырабатываемой психротрофными бактериями, увеличивается в процессе выдержки бактерий при температурах охлаждения. Так, при выдержке бактерий *P. fragi* в диапазоне температур между 8 и 15 °С продуцирование липазы возрастало; при температурах 30 °С или выше образование липазы прекращалось почти полностью [56]. Выработка липазы бактериями *P. fluorescens* была одинаковой при 5 и 20 °С; однако под воздействием температуры 30 °С количество вырабатываемой липазы резко уменьшилось [57].

10.10.4. Влияние холодильного хранения на протеолитическую активность

При изучении протеолитической активности бактерий при низких температурах было выявлено, что при культивировании *P. fluorescens* при пониженных температурах эти

бактерии вырабатывали больше протеолитических ферментов [58]. Кроме того, по количеству свободных аминокислот, образовавшихся в результате выработки бактериями аминопептидазы и последующего распада белка, можно определить степень порчи на поверхности мяса и, как следствие, качество мяса [51].

10.10.5. Влияние холодильного хранения на углеводный обмен

С понижением температуры окружающей среды мезофильные бактерии снижают потребление углеводов, в то время как психротрофные бактерии в этих условиях способны использовать углеводы как источник энергии. При пониженных температурах инкубации скорость окисления углеводов психротрофными бактериями снижается менее интенсивно, чем скорость окисления мезофильными бактериями [15, 59, 60]. Для мезофильных и психротрофных бактерий были определены различия температурных коэффициентов следующих катаболических процессов: окисление глюкозы, ацетатное окисление и окисление солей муравьиной кислоты клетками в состоянии покоя [59]. Поддержание психротрофами высокого уровня углеводного обмена при низких температурах может быть одним из объяснений их способности поддерживать процессы метаболизма при неблагоприятных температурных условиях.

10.11. «Адаптация» бактерий

Культивирование психротрофных бактерий при температурах охлаждения приводит к усилению их способности расти при низких температурах. Так, в результате культивирования психротрофов (*P. fluorescens*) при 5 °С образуются штаммы, которые были более активны при 0 и -3 °С, чем другие штаммы *P. fluorescens*, культивированные при 20 °С [61]. Имеются сведения об успешной адаптации ряда бактериальных штаммов к температуре окружающей среды -2 °С путем выращивания их при температуре от 0 до -8 °С в течение 2 лет [62]. Этот процесс «адаптации» предположительно может быть результатом перестройки клеток [54,59]. Эта «адаптация» также важна для понимания реакции бактерий на очень низкие температуры, например, замораживание.

10.12. Влияние замораживания на штаммы психротрофных бактерий

Уникальную способность бактерий выживать при замораживании и размораживании можно охарактеризовать следующим образом [63]:

«Трудно сформировать концепцию живой материи в этом новом состоянии, которое не является ни жизнью, ни смертью, или выбрать термин, который точно опишет это. Это новое и до настоящего времени не достигнутое состояние живой материи - истинное состояние приостановленной жизнедеятельности.»

Уже в конце XIX века изучалось влияние замораживания на способность бактерий к выживанию и репродукции. Так, стало известно, что замораживание не уничтожает всех бактерий [64]. Бактерии, выделенные из рыбы, оказались способными размножаться при температурах замораживания — около 0 °C [21]. Было выделено 14 различных видов бактерий, способных расти при 0 °C [65]. Из колбас и кишечника рыб было выделено 36 различных бактерий, которые могут размножаться при 0 °C [3]. Микроорганизмы, способные к размножению при 0 °C, широко распространены; однако их характеристики роста при 0 °C очень сходны с наблюдаемыми при более высоких температурах; хотя темпы роста снижаются. Штаммы *Achromobacter* способны расти при температуре -7,5 °C [66]. Температура -10 °C была принята в качестве границы, ниже которой бактерии не способны размножаться [67].

10.13. Выживаемость бактерий при хранении

При определенных условиях умеренно холодные температуры хранения (от -2 до -4 °C) могут оказать более негативное воздействие на бактерии, чем -20 °C [67]. Это можно объяснять тем, что при быстром замораживании клеток замерзает и внутриклеточная, и внеклеточная жидкость. При медленном замораживании клеток в результате концентрирования при вымораживании возникает осмотический градиент между внутриклеточной и внеклеточной жидкостью. Это может привести к разрушению клеток [68]. При замораживании различных бактерий при -190 °C в течение 6 мес. различий в жизнеспособности микроорганизмов не наблюдалось [36]. Нормальные жизненные функции прекращаются при температурах около -190 °C. Была выдвинута гипотеза, что в результате отсутствия тепла и влажности внутриклеточный обмен веществ также должен прекратиться [36].

Хотя замороженные бактерии находятся в состоянии «приостановленной жизнедеятельности», часть их популяции в процессе замораживания погибает или сублетально повреждается [69]. В процессе хранения глубоко замороженного мяса количество отдельных выживших клеток на его поверхности может находиться в пределах от 1 до 100% от исходного, но в среднем составляет 50% в зависимости от вида пищевого продукта [69]. Некоторые питательные вещества, необходимые для роста бактерий, при замораживании становятся недоступными, что препятствует развитию бактерий [70].

Исследования показали, что замораживание и размораживание могут увеличивать темп роста выживших бактерий. Было обнаружено, что *E. coli*, способные пережить замораживание и размораживание, росли быстрее, чем культура *E. coli*, которую предварительно не замораживали [71]. Одной из причин ускорения роста бактерий, выживших после замораживания, может быть повреждение тканей при замораживании, приводящее к высвобождению питательных веществ и возрастанию влажности, что создает лучшие условия для роста после размораживания [72].

Поскольку при замораживании рост бактерий на поверхности мяса замедляется, казалось бы, замораживание цыплят будет хорошим способом увеличения продолжительности их хранения. Однако в настоящее время потребители не расположены

к покупке замороженной птицы. Это может объясняться тем, что в начале и середине 1900-х гг. птицу часто хранили до тех пор, пока она не начинала портиться, и лишь затем замораживали. Потребители обнаруживали это, когда размораживали купленную замороженную птицу, получая низкокачественный и скоропортящийся продукт. Специалисты отрасли выражали сожаление по этому поводу, поскольку «замороженная птица часто была синонимом тушам, хранившимся до тех пор, пока они не начинали портиться, и лишь после этого замороженным. В результате потребитель получал низкосортный продукт, отчего страдала репутация птицеводческого бизнеса» [73]. По этой причине замороженная птица не имела широкого распространения в США.

10.14. Влияние замораживания на сроки хранения

Влияние замораживания на сроки хранения свежей птицы тщательно изучалось. В результате было выявлено, что тушки, хранившиеся в течение двух месяцев с последующим размораживанием, имели такую же продолжительность хранения, как и контрольные образцы, не подвергавшиеся замораживанию [74]. Аналогичные результаты получены и другими исследователями, которые не наблюдали значительного увеличения или уменьшения сроков хранения тушек цыплят в результате замораживания и размораживания [75,76]. Куриное мясо, которое хранилось в замороженном виде в течение 168 дней при -18°C и впоследствии было разморожено, портилось с той же скоростью, что и не замороженные контрольные образцы [77].

10.15. Уничтожение психротрофных бактерий порчи

Проведенные ранее исследования показали, что виды бактерий, вызывающие порчу продукта, могут быть устойчивы к воздействию обычных средств санитарной обработки, применяющихся на предприятиях. Прочно закрепившиеся на нержавеющей стали бактерии *P. fragi* способны выжить даже после комплексной обработки, предусматривающей чистку щелочным моющим средством (концентрация 2500 мг/кг) в течение 7 мин, чистку кислотным моющим средством (концентрация 500 мг/кг) в течение 3 мин и санитарную обработку гипохлоритом натрия (концентрация 100 мг/кг) в течение 3 мин [78]. Обработка 0,1%-ным раствором гипохлорита натрия может предотвратить рост *P. fluorescens* в мясном супе на 24, 48, 72, и 144 ч; однако использование такого же раствора гипохлорита натрия привело к росту количества *P. fluorescens* в молоке через 48 ч [79].

Бактерии *Pseudomonas putida* и *P. fluorescens* продемонстрировали высокую устойчивость к соединениям четвертичного аммония [80]. Ингибирование *Pseudomonas aeruginosa* не происходило даже после выдержки в растворе щелочного четвертичного аммония концентрацией 50 или 200 мг/кг в течение 300 с при изменениях pH пределах от 7,29 до 8,80 [81]. Ингибирование роста *P. fluorescens* наблюдалось в растворах уксусной кислоты концентрацией 0,1 и 0,2%, пропионовой кислоты — 0,1 и 0,2%,

молочной кислоты — 0,3% и лимонной кислоты — 0,2 и 0,3% в течение 24 ч, после чего бактерии становились способны размножаться в присутствии дезинфицирующего средства [82]. Молочная кислота при концентрации ниже 0,3% и лимонная кислота концентрацией 0,1% не приводили к ингибированию *P. fluorescens*. Наименьший эффект на увеличение продолжительности хранения свежей птицы оказывала молочная кислота при концентрации 0,275% [83]. Кроме того, для инактивации *P. fluorescens* требовалось более длительное воздействие дезинфицирующих средств: 1,3-дихлор-2,2,5,5-тетраметилимидазолидин-4-она и 3-хлор-4,4-диметил-1-2-оксазолдинона, чем для инактивации *Salmonella enteritidis* или *Salmonella typhimurium* [84].

В большинстве работ исследовались широко распространенные химические дезинфицирующие средства; однако в последнее время получили известность и некоторые новые бактерицидные средства. Пока литературные данные относительно эффективности воздействия четверичных солей аммония, тринатрийфосфата (ТНФ), перекиси водорода или препарата Тимсена (*Timsen*) на бактерии порчи, характерные для птицы, немногочисленны. Имеются данные, что количество психротрофов на тушке значительно снижается при обработке кожи 1%-ным раствором ТНФ или молочной кислоты [85]. Недавно при изучении промышленных и новых (еще не получивших одобрения для использования в процессах переработки птицы) дезинфицирующих средств против бактерий, вызывающих порчу птицы, в целях определения их эффективности было выявлено, что ни один штамм *Pseudomonas* не способен размножаться после обработки очень низкими концентрациями препарата Тимсена (10 мг/кг), кроме *P. putida*, который тем не менее значительно подавлялся [86]. Хотя развитие *S. putrefaciens* заметно подавлялось, он был способен размножаться при обработке препаратом Тимсена концентрацией 100 мг/кг. Был сделан вывод, что в целом на прекращение роста бактерий порчи препарат Тимсена оказывал намного более эффективное воздействие при низких концентрациях, чем используемые в промышленности соединения четверичного аммония [86].

10.16. Обнаружение бактерий порчи на продуктах из мяса птицы

10.16.1. Традиционные микробиологические методы подсчета психротрофных бактерий порчи

Давно известно, что общее количество бактерий зачастую используется как способ оценки степени очистки, соответствия холодильной обработки нормативам или для определения скорости транспортировки птицы к потребителям [41]. Но при рассмотрении только этого показателя невозможно определить, какой именно фактор обуславливает чрезмерное превышение норм. При культивировании на чашках Петри большое значение имеет температура, которая должна совпадать или приближаться к температуре порчи продуктов, что позволит получить истинную картину бактериологических изменений в процессе порчи и выявить бактерии, ответственные за порчу [77]. Для подсчета количества психротрофных бактерий температура инкубации

должна быть достаточно низкой, чтобы препятствовать размножению мезофилов, которые могут присутствовать на поверхности мяса. Например, при температурах 0 и 4,4 °C многие виды мезофильных бактерий не способны размножаться [87]. В образцах сырого молока после 48 ч выдержки при 1,7, 4,4, 7,2 и 10,0 °C логарифм количества мезофильных бактерий увеличился на 0,12, 0,13, 0,40 и 1,12 соответственно [88]. Скорость роста мезофильных бактерий увеличивается, если молоко хранится при температуре выше 4,4 °C [88]. Такие мезофилы, как *E. coli*, не способны расти при температурах хранения ниже 5 °C [9]. Следовательно, по литературным данным температура, при которой популяции мезофильных бактерий способны размножаться и влиять на результат подсчета психротрофных бактерий, составляет от 4 до 7,2 °C. Таким образом, если определение количества аэробных микроорганизмов выполняется при температурах ниже 4 °C, то мезофильные бактерии не оказывают влияния на определение общего количества микроорганизмов на чашках Петри. В Сборнике методов микробиологической экспертизы пищевых продуктов (*Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*) рекомендуется проводить определение количества психротрофных микроорганизмов на чашках Петри при температуре (7 ± 1) °C и продолжительности выдержки 10 дней [89]. При 7 °C мезофильные микроорганизмы не способны размножаться достаточно быстро, чтобы повлиять на уровень психротрофной микрофлоры. Поскольку проведение анализа по этой методике занимает 10 дней, основная часть свежего мяса и птицы реализуется и потребляется прежде чем поступят результаты, что делает процедуру малоприменимой для промышленности.

10.16.2. Ускоренные микробиологические методы

Разработано очень немного экспресс-методов для подсчета психротрофных бактерий в мясе и домашней птице. Большое внимание привлек специфический метод быстрого подсчета психротрофов, основанный на измерении электрических параметров. Использование электрических методов для оценки роста бактерий началось с конца XIX столетия [90]. Известно, что проводимость можно использовать как показатель содержания аммиака, произведенного *Clostridium* на различных средах [91]. В 1938 г. был разработан метод, основанный на измерении электропроводности для определения степени протеолиза бактериального происхождения [92]. В середине 1970-х гг. был предложен инструментальный метод подсчета микроорганизмов путем мониторинга полного сопротивления (импеданса) [93], кроме того, была исследована способность различных микроорганизмов создавать заметное изменение импеданса при культивировании в различных микробиологических средах [94].

Импеданс определяется как степень сопротивления проводника переменному электрическому току. В процессе размножения бактерии преобразуют большие, сложные молекулы в метаболиты с меньшим размером молекул и более высокой подвижностью, которые изменяют сопротивление среды. Эти метаболиты увеличивают способность среды проводить электричество и, таким образом, уменьшают импеданс среды. При достижении популяцией микробов численности приблизительно от 10^6 до 10^7 КОЕ/см³ изменение импеданса среды можно обнаружить, используя

чувствительный прибор для контроля сопротивления. Промежуток времени, необходимый для этого изменения электрических параметров, назван временем обнаружения импеданса [95].

Время обнаружения импеданса может быть гораздо меньше (< 24 ч) по сравнению со временем, необходимым для подсчета количества психротрофных микроорганизмов на чашках Петри (10 дней). Однако имеется несколько фундаментальных различий между методом измерения микробиологического импеданса и количеством психротрофов на чашках Петри [95]. При подсчете количества психротрофных бактерий на чашках Петри учитываются все бактерии, способные достичь видимой биомассы [96], тогда как методика импеданса основывается на измерении количества продуктов метаболизма [95], вырабатываемых самым быстрорастущим штаммом бактерий или их группой, имеющимися в образце. Такие факторы, как состав среды, время и температура являются критическими параметрами при исследовании, поскольку различные бактерии используют различные пути обмена в зависимости от состава среды, на которой они размножаются. При наличии в средах различных субстратов бактерии в процессе размножения могут образовывать разнообразные конечные продукты метаболизма. Некоторые из них дают более сильные сигналы импеданса, чем другие [95]. В связи с этим состав субстратов, на которых растут бактерии, имеет важное значение при проведении исследований методом измерения импеданса.

10.16.3. Исследования с использованием электрических методов

Между продолжительностью хранения молока и показателями импеданса при 18 и 21 °C существуют высокие коэффициенты корреляции (R^2 составляет 0,87 и 0,88 соответственно) [96]. Имеются данные, что величина электропроводности образцов рыбы, помещенных в среду из бульона с сердечно-мозговым экстрактом и инкубированных при 20 °C, хорошо коррелирует с количеством бактерий, продуцирующих сероводород (K составляет от 0,92 до 0,97) [97]. Однако, согласно другим данным, подсчет количества мезофильных бактерий, не относящихся к *Pseudomonas*, можно проводить путем измерения электрических свойств образцов свежего мяса цыплят без использования селективной среды при температурах инкубации 18–21 °C [20].

Для разработки метода быстрого прогнозирования продолжительности хранения свежей рыбы образцы были проанализированы методом измерения электропроводности при 25 °C в среде триметиламин-М-оксида [98]. Количество бактерий, производящих сероводород, определенное с помощью этой методики или традиционным методом [99], хорошо коррелировало с продолжительностью хранения свежей рыбы ($K^2 = 0,96$). Однако при температуре инкубации 25 °C происходит размножение мезофильных и не продуцирующих сероводород бактерий, что может повлиять на результаты исследования образцов свежей птицы по величине электропроводности.

Известен ускоренный метод определения потенциального времени хранения молока, основанный на измерении импеданса [96]. Проводили предварительную инкубацию посевов образцов молока на бульоне в чашках Петри в течение 18 ч при 18 или 21 °C, после чего образцы помещали в чашки с модифицированным агаром и

инкубировали при 18 или 21 °С. Более ранние исследования показали, что при 18 и 21 °С период генерации *E. coli* меньше, чем штаммов *Pseudomonas* [20]. Для смешанных образцов, где доля мезофильных бактерий достигает 92%, например, тушки бройлера, при 18 или 21 °С вместо психротрофов определяют мезофильные бактерии [40]. Между продолжительностью хранения молока и показателями импеданса при 18 и 21 °С существует высокая корреляция (коэффициенты корреляции K' имеют значения 0,87 и 0,88 соответственно) [100]. Однако определение количества мезофильных бактерий на цыплятах вместо психротрофов возможно с использованием показателя импеданса при 18 и 21 °С без применения селективных сред.

10.17. Селективные среды для психротрофных бактерий

При выборе среды для проведения измерений импеданса следует учитывать возможность ситуации, когда некоторые бактерии размножаются в данной среде с определенным временем обнаружения импеданса, полностью расходуют питательные вещества, необходимые для их роста, и затем размножение прекращается. Позднее другая группа бактерий воспользуется оставшимися питательными веществами и начнет размножаться. В результате чего на кривой импеданса появляется второй максимум. Кривая импеданса представляет собой соотношение изменения импеданса и продолжительности инкубации [101], поэтому по двухвершинным кривым сложно определить время обнаружения.

Использование селективной среды и оптимальной температуры обеспечивает наиболее быстрое размножение определенных бактерий или их групп и достижение порогового уровня 10^6 за время обнаружения. Это свойство микробиологического импеданса делает его полезным инструментом для исследований смешанных культур, оно позволяет выделить определенные бактерии или группы бактерий, выбирая среду, благоприятную для роста именно этого микроорганизма. Например, если в смешанной пробе содержится 100 000 псевдомонад и 1 коринеформная бактерия, то в процессе инкубации при 30 °С именно коринеформные бактерии будут определять время обнаружения [101]. При 30 °С период генерации псевдомонад в 4 раза больше, чем коринеформов, что позволяет последним размножаться и достичь численности 10^6 быстрее псевдомонад. Таким образом, селективные среды могут быть пригодны для определения количества одной разновидности бактерий в смешанных пробах, обеспечивая оптимальные условия для роста одних бактерий по сравнению с другими.

На основе емкостных микробиологических методов был разработан метод селективного подсчета *P. fluorescens* на свежем цыпленке в течение 24 ч [102]. Проводились измерения электрической емкости смывов с целых тушек при 25 °С на среде из бульона с сердечно-мозговым экстрактом, содержащего 4 мкг нитрофурантоина, 120 мкг карбенициллина и 25 мкг играсана (*Irgasan*, или триклозана) на 1 см³. Было доказано, что эта среда является оптимальной для селективного роста *P. fluorescens* в присутствии многих других конкурирующих бактерий; она была названа селективной средой для *P. fluorescens*. Эта селективная среда показала превосходные результаты

при подсчете *P. fluorescens* в смывах с тушек цыплят-бройлеров с использованием емкостного микробиологического метода при 25 °С. Время, необходимое для проведения подсчета *P. fluorescens* для всех образцов, независимо от их начальной обсеменности, было меньше, чем 22,4 ч.

Дальнейшие исследования данного метода были направлены на прогнозирование продолжительности хранения свежих цыплят-бройлеров по результатам ускоренного определения количества *P. fluorescens* стандартными методами и по измерению электрической емкости [103]. Для каждой тушки определяли общее количество психротрофных микроорганизмов на чашках Петри (КПМ), количество *P. fluorescens* на чашках Петри (КПФ) с помощью селективных сред с агаром, время обнаружения *P. fluorescens* (ВОПФ) емкостным методом, а также субъективную оценку интенсивности постороннего запаха (ИЗ). Было выявлено значительное увеличение показателей КПМ, КПФ и ИЗ после 3 дней хранения тушек при 3 °С с последующим ежедневным возрастанием указанных показателей в течение всего периода хранения. Логарифм времени обнаружения *P. fluorescens* (ЛВОПФ) значительно снизился, что свидетельствует о существенном увеличении количества бактерий на протяжении периода хранения (от 0 до 12 дней). Наблюдалась достоверная корреляция между КПМ и длительностью хранения (ДХ), КПФ и ДХ, ЛВОПФ и ДХ, ИЗ и ДХ, КПМ и ИЗ, КПФ и ИЗ, ЛВОПФ и ИЗ, ЛВОПФ и КПМ, ЛВОПФ и КПФ. Было сделано заключение, что определение количества *P. fluorescens* на свежем цыпленке в день обработки имеет ряд преимуществ:

- в день обработки можно определить потенциальную продолжительность хранения свежего цыпленка;
- можно наметить необходимые операции обработки, очистки и санитарно-гигиенические мероприятия;
- можно выявить тушки, при обработке и хранении которых происходили колебания температуры.

Выводы

В целом охлаждение свежей птицы препятствует ее порче под воздействием психротрофных бактерий. Однако нарушения температурного режима и другие обстоятельства могут привести к появлению погрешностей результатов определения количества психротрофов за счет развития мезофилов. Из множества факторов, влияющих на развитие порчи домашней птицы, наиболее важна, по-видимому, температура. Вследствие медленного темпа роста бактерий при температурах охлаждения классические методы культивирования на питательных средах не всегда применимы для оценки продукта сразу после изготовления или в процессе движения товара. Однако существуют более быстрые и пригодные методы, разработанные на основе измерения электрических параметров бактериальной среды в процессе роста микрофлоры.

Литература

1. Olson, J.C., Jr. Psychrophiles, mesophiles, thermophiles, and thermodurics — What are we talking about? // *Milk Plant Mon.*, 1947, 36, 32.
2. Greene, V.W., Jezeski, J. J. Influence of temperature on the development of several psychrophilic bacteria of dairy origin // *Appl. Microbiol*, 1954, 2, 110.
3. Muller, M. Ueber das Wachstum und die Lebensdauer von Bakterien sowie den Ablauf fermentativer Prozesse bei niedrigeren Temperaturen unter spezieller Berücksichtigung des Fleisches als Nahrungsmittel // *Arch. Hyg.*, 1903, 47, 127.
4. Zobell, C.E., Conn, J.E. Studies on the thermal sensitivity of marine bacteria // *J. Bacterial*, 1940, 40, 223.
5. Ingraham, J.L. Growth of psychrophilic bacteria // *J. Bacterial*, 1958, 76, 75.
6. Ayres, J.C., Mundt, J.O., Sandine, W. E. *Microbiology of foods* — San Francisco, CA: W. H. Freeman, 1980. — P. 55.
7. Pooni, G.S., Mead, G.C. Prospective use of temperature function integration for predicting the shelf-life of non-frozen poultry-meat products // *Food Microbiol*, 1984, 1, 67.
8. Ayres, J.C., Ogiw, W.S., Stewart, G.P. Post mortem changes in stored meats. I. Microorganisms associated with development of slime on eviscerated cut-up poultry // *Food Technol*, 1950, 4, 199.
9. Barnes, E.M. Microbiological problems of poultry at refrigerator temperatures — a review // *Sci. Food Agric*, 1976, 27, 777.
10. Daud, H.B., McMeekin, T.A., Oiley, J. Temperature function integration and the development and metabolism of poultry spoilage bacteria // *Appl Environ. Microbiol*, 1978, 36, 650.
11. Baker, R.C., Naylor, H.B., Pfund, M.C., Einset, E., Staempfli, W. Keeping quality of ready-to-cook and dressed poultry // *Poult. Sci.*, 1956, 35, 398.
12. Lockhead, A.G., Landerkin, G.B. Bacterial studies of dressed poultry. I. Preliminary investigations of bacterial action at chill temperatures // *Sci. Agric*, 1935, 15, 765.
13. Naden, K.D., Jackson, Jr, G.A. Some economic aspects of retailing chicken meat // *Calif. Agric. Exp. Stn. Bull*, 1953, 734, 107.
14. Spencer, J.V., Ziegler, P., Stadelman, W.J. Recent studies of factors affecting the shelf-life of chicken meat // *Wash. Agric. Exp. Stn. Inst. Agric. Sci. Stn. dr.*, 1954, number 254.
15. Brown, A.D. Some general properties of a psychrophilic pseudomonad: the effects of temperature on some of these properties and the utilization of glucose by this organism and *Pseudomonas aeruginosa* // *J. Gen. Microbiol*, 1957, 17, 640.
16. Alien, C.D., Russell, S.M., Fletcher, D.L. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development // *Poult. Sci.*, 1997, 76, 1042.
17. Russell, S.M., Fletcher, D.L., Cox, N.A. A model for determining differential growth at 18 and 42 °C of bacteria removed from broiler chicken carcasses // *J. Food Prot.*, 1992, 55, 167.
18. Olsen, R.H., Jezeski, J.J. Some effects of carbon source, aeration, and temperature on growth of a psychrophilic strain of *Pseudomonas fluorescens* // *J. Bacterial*, 1963, 86, 429.

19. Elliott, R.P., Michener, H.D. Factors affecting the growth of psychrophilic micro-organisms in foods, a review // *Technical Bulletin No. 1320, Agricultural Research Service* - Washington, DC: USDA, 1965.
20. Firstenberg-Eden, R., Tricarico, M.K. Impedimetric determination of total, mesophilic and psychrotrophic counts in raw milk///. *FoodSci.*, 1983,48, 1750.
21. Forster, J. Ueber einige Eigenschaften leuchtender Bakterien // *Cent. Bakterioi*, 1887,1,337.
22. Ayres, J.C. Temperature relationships and some other characteristics of the microbial flora developing on refrigerated beef// *Food Res.*, 1960, 25(6), 1.
23. Haines, R.B. The bacterial flora developing on stored lean meat, especially with regard to «slimy» meat///. *Hyg.*, 1933, 33,175.
24. Empey, W.A., Vickery, J.R. The use of carbon dioxide in the storage of chilled beef// *Aust. Commonw. Coun. Sci. Ind. Res. J.*, 1933, 6, 233.
25. Haines, R.B. Microbiology in the preservation of animal tissues / Dept. Sci. Ind. Research Food Invest. Board (Gr. Brit.). — Special Report No 45. — London: Her Majesty's Stationery Office, 1937.
26. Empey, W.A., Scott, W.J. Investigations on chilled beef. I. Microbial contamination acquired in the meatworks // *Aust. Commonw. Coun. Sci. Ind. Res. Bull*, 1939, 126.
27. Kirsch, R.H., Berry, F.E., Baldwin, G. L, Foster, E. M. The bacteriology of refrigerated ground beef//*Food Res.*, 1952, 17,495.
28. Wolin, E.F, Evans,J.B.,Niven, C.F The microbiology of fresh and irradiated beef// *Food Res.*, 1957, 22,268.
29. Breed, R.S., Murray, E.G. D., Smith, N.R. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* - 6th ed. - Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1948 - 1094 p.
30. Bergey, D.H. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* — 3rd ed. — Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1930 - 589 p.
31. Brown, A.D., Weidemann, J.F. The taxonomy of the psychrophilic meat-spoilage bacteria: a reassessment — *J. Appl. Bacteriol.*, 1958, 21, 11.
32. Halleck, EE., Ball, CO., and Stier, E. E Factors affecting quality of prepackaged meat. IV. Microbiological studies. A. Cultural studies on bacterial flora of fresh meat; classification by genera // *Food Technol*, 1957, 12, 197.
33. Barnes, E.M., Impey, C.S. Psychrophilic spoilage bacteria of poultry // *J. Appl. Bacteriol*, 1968, 31, 97.
34. MacDonell, M.T., Colwell, R.R. Phylogeny of the Vibrionaceae and recommendation for two new genera, *Listonella* and *Shewanella* // *Syst. Appl. Microbiol*, 1985, 6, 171.
35. Breed, R.S., Murray, E.G. D., Smith, N. R. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* - 7th ed. - Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1957. - 1094 p.
36. Thornley, MJ, Computation of similarities between strains of *Pseudomonas* and *Achromobacter* isolated from chicken meat // *J. Appl. Bacteriol*, 1960, 23, 395.
37. Russell, S.M., Fletcher, D.L., Cox, N.A. Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcasses // *Poult. Sci.*, 1995. 74, 2041.
38. Barnes, E.M. Bacteriological problems in broiler preparations and storage // *R. Soc. Health J.*, 1960, 80, 145.

39. Schefferle, H.E. The microbiology of built up poultry litter // *J. Appl. bacterial.*, 1965, **28**, 403.
40. Barnes, E.M., Thornley, M.J. The spoilage flora of eviscerated chickens stored at different temperatures // *J. Food Technol.*, 1966, 1, 113.
41. Elliott, R.P., Michener, H.D. Microbiological standards and handling codes for chilled and frozen foods. A review // *Appl. Microbiol.*, 1961, 9, 452.
42. Kraft, A.A., Ayres, J.C. Post-mortem changes in stored meats. IV. Effect of packing materials on keeping quality of self-service meats // *Food Technol.*, 1952, 6, 8.
43. Dainty, R.H., Mackey, B.M. The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes // *Ecosystems: Microbes: Food/* Board, R.G., Jones, D., Kroll, R.G., Pettipher, G.L., eds. — S. A. B. Symposium Series Number 21 - Oxford, U.K.: Blackwell Scientific Publications 1992, 103 p.
44. Nychas, G.-J. E., Dillon, V.M., Board, R.G. Glucose, the key substrate in the microbiological changes occurring in meat and certain meat products // *Biotechnol. Adv. Biochem.*, 1988, 10, 203.
45. Lampropoulou, K., Drosinos, E.H., Nychas, G.-J. E. The effect of glucose supplementation on the spoilage microflora and chemical composition of minced beef stored aerobically or under a modified atmosphere at 4 °C // *Int. J. Food Microbiol.*, 1996, 30, 281.
46. Venugopal, V. Extracellular proteases of contaminant bacteria in fish spoilage: a review // *J. food Prot.*, 1990, 53, **341**.
47. Tarrant, P.J. V., Jenkins, N., Pearson, A.M., Dutson, T.R. Proteolytic enzyme preparation from *Pseudomonas fragi*. Its action on pig muscle // *Appl. Microbiol.*, 1973, 25, 996.
48. Porzio, M.A., Pearson, A.M. Degradation of myofibrils and formation of premeromyosin by a neutral protease produced by *Pseudomonas fragi* // *Food Chem.*, 1980, 5, 195.
49. Schmitt, R.E., Schmidt-Lorenz, W. Degradation of amino acids and protein changes during microbial spoilage of chilled unpacked and packed chicken carcasses // *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1992, 25, 11.
50. Nychas, G.-J. E., Tassou, C.C. Spoilage processes and proteolysis in chicken as detected by HPLC // *J. Sci. Food Agric.*, 1997, 74, 199.
51. De Castro, B.P., Asensio, M.A., Sanz, B., Ordonez, J.A. A method to assess the bacterial content of refrigerated meat // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1988, 54, 1462.
52. Gill, C.O., Newton, K.G. The ecology of bacterial spoilage of fresh meat at chill temperatures // *Meat Sci.*, 1978, 2, 207.
53. Schmitt, R.E., Schmidt-Lorenz, W. Formation of ammonia and amines during microbial spoilage of refrigerated broilers // *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1992, 25, 6.
54. Wells, F.E., Hartsell, S.E., Stadelman, W.J. Growth of psychrophiles. I. Lipid changes in relation to growth-temperature reductions // *J. Food Sci.*, 1963, 28, 140.
55. Ekiund, M. *Biosynthetic responses of poultry meat organisms under stress* — Ph. D. thesis - Purdue University, IN, 1962, **128**.
56. Nashif, S.A., Nelson, R.E. The lipase of *Pseudomonas fragi*. II. Factors affecting lipase production // *J. Dairy Sci.*, 1953, 36, 471.

57. Alford, J.A., Elliott, L.E. Lipolytic activity of microorganisms at low and intermediate temperatures. I. Action of *Pseudomonas fluoresceins* on lard // *Food Res.*, 1960, 25, 296.
58. Peterson, A. C, Gunderson, M. F. Some characteristics of proteolytic enzymes from *Pseudomonas fluorescens*, *Appl. Microbiol.*, 8,98,1960.
59. Ingraham, J. L., Bailey, G. F. Comparative study of effect of temperature on metabolism of psychrophilic and mesophilic bacteria // *J. Bacterial*, 1959, 77, 609.
60. Sultzer, B. M. Oxidative activity of psychrophilic and mesophilic bacteria on saturated fatty acids ///. *Bacterial.*, 1961,82,492.
61. Hess, E. Cultural characteristics of marine bacteria in relation to low temperatures and freezing // *Contrib. Can. Biol. Fish.*, 1934, 8, 459.
62. Chistyakov, F.M., Noskova, G. The adaptations of micro-organisms to low temperatures // *Ninth Int. Congr. Refrig. Proc*, 1955, 2,4.230.
63. MacFadyen, A., Rowland, S. On the suspension of life at low temperatures // *Ann. Bot*, 1902, 16, 589.
64. Burdon-Sanderson. The origin and distribution of microzymes (bacteria) in water, and the circumstances which determine their existence in the tissues and liquids of the living body // *Q.J. Microbiol. Sci. n.s.*, 1871, 11, 323.
65. Fischer, B. Bakterienwachsthum bei 0 °C. sowie uber das Photographiren von Kulturen leuchtender Bakterien in ihrem eigenen Lichte // *Cent. Bakterioi*, 1888,4, 89.
66. Bedford, R. H. Marine bacteria of the Northern Pacific Ocean. The temperature range of growth // *Contrib. Can. Biol. Fish.*, 1933, 8, 433.
67. Berry, J. A., Magoon, C A. Growth of microorganisms at and below 0 °C // *Phytopathology*, 1934, 24, 780.
68. Mazur, P. Freezing of living cells: mechanisms and implications // *Am. J. Physiol.*, 1984, 247, 125.
69. Elliott, R. P., Michener, H. D. Review of the microbiology of frozen foods // *Conference on Frozen Food Quality*, USDA, ARS-74-21, Washington, DC, 1960,40.
70. Straka, R. P., Stokes, J. L. Metabolic injury to bacteria at low temperatures // *J. Bacterial*, 1959,78, 181.
71. Hartsell, S. E. The growth initiation of bacteria in defrosted eggs // *Food Res.*, 1951, 16,97.
72. Sair, L., Cook, W. H. Effect of precooling and rate of freezing on the quality of dressed poultry // *Can. J. Res.*, 1938, D16, 139.
73. Pennington, M. E. Studies of poultry from the farm to the consumer / USDA, *Bureau of Chemistry, Circular No. 64*. — Washington: Government Printing Office, 1910.
74. Spencer, J. V, Sauter, E. A., Stadelman, WJ. Shelf life of frozen poultry meat after thawing // *Poult. Sci.*, 1955, 34, 1222.
75. Spencer, J. V., Sauter, E. A., Stadelman, WJ. Effect of freezing, thawing, and storing broilers on spoilage, flavor, and bone darkening // *Poult. Sci*, 1961,40,918.
76. Newell, G. W, Gwin, J. M., Jull, M. A. The effect of certain holding conditions on the quality of dressed poultry // *Poult. Sci.*, 1948, 27, 251.
77. Elliott, R. P., Straka, R. P. Rate of microbial deterioration of chicken meat at 2 °C after freezing and thawing // *Poult. Sci.*, 1964, 43, 81.

78. Stone, L.S., Zottola, E.A. Effect of cleaning and sanitizing on the attachment of *Pseudomonas fragi* to stainless steel // *J. Food Sci.*, 1985, 50, 951.
79. Wirtanen, G., Mattila-Sandholm, T. Effect of the growth phase of foodborne biofilms on their resistance to a chlorine sanitizer. Part II // *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1992, 25, 50.
80. Hingst, V., Klippel, K.M., Sonntag, H.G. Investigations concerning the epidemiology of microbial resistance to biocides // *Zentralbl. Hyg. Umweltmed.*, 1995, 197, 232.
81. Mosley, E.B., Elliker, P.R., Hays, H. Destruction of food spoilage, indicator and pathogenic organisms by various germicides in solution and on a stainless steel surface // *Milk Food Technol.*, 1976, 39, 830.
82. Ouattara, B., Simard, R.E., Holley, R.A., Piette, G.J.-P., Begin, A. Inhibitory effect of organic acids upon meat spoilage bacteria // *J. Food Prot.*, 1997, 60, 246.
83. Mountney, G.J., O'Malley, J. Acids as poultry meat preservatives // *Poult. Sci.*, 1965, 44, 582.
84. Lauten, S.D., Sands, H., Wheatley W.B., Williams, D.E., Mora, E.C., Worley, S.D. Efficacies of novel N-halamine disinfectants against *Salmonella* and *Pseudomonas* species // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1992, 58, 1240.
85. Hwang, C.-A., Beuchat, L.R. Efficacy of selected chemicals for killing pathogenic and spoilage microorganisms on chicken skin // *J. Food Prot.*, 1995, 58, 19.
86. Russell, S.M. Chemical sanitizing agents and spoilage bacteria on fresh broiler carcasses // *J. Appl. Poult. Res.*, 1998, 7(3), 273.
87. Ayres, J.C. Some bacterial aspects of spoilage of self-service meats // *Iowa State J. Sci.*, 1951, 26, 31.
88. Senyk, G.F., Goodall, C., Kozlowski, S.M., Bandler, D.K. Selection of tests for monitoring the bacteriological quality of refrigerated raw milk samples // *J. Dairy Sci.*, 1988, 71, 613.
89. Gilliland, S.E., Michener, H.D., Kraft, A.A. Psychrotrophic microorganisms // *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* — Washington, DC: American Public Health Association, 1984. — 136 p.
90. Stewart, G.N. The changes produced by the growth of bacteria in the molecular concentration and electrical conductivity of culture media // *J. Exp. Med.*, 1899, 4, 235.
91. Strauss, W.M., Malaney, G.W., Tanner, R.D. The impedance method for monitoring total coliforms in wastewaters // *Folia Microbiol.*, 1984, 29, 162.
92. Allison, J.B., Anderson, J.A., Cole, W.H. The method of electrical conductivity in studies on bacterial metabolism // *J. Bacteriol.*, 1938, 36, 571.
93. Ur, A., Brown, D. F.J. Impedance monitoring of bacterial activity // *Med. Microbiol.*, 1975, 8, 19.
94. Cady, P., Dufour, S. W., Shaw, J., Kraeger, S.J. Electrical impedance measurements: rapid method for detecting and monitoring microorganisms // *J. Clin. Microbiol.*, 1978, 7, 265.
95. Firstenberg-Eden, R. Electrical impedance method for determining microbial quality of foods // *Rapid Methods and Automation in Microbiology and Immunology* / Habermehl, K. O. ed. - Berlin: Springer-Verlag, 1985. - 679 p.

96. Bishop, J.R., White, C.H., Firstenberg-Eden, R. Rapid impedimetric method for determining the potential shelf-life of pasteurized whole milk — *J. Food Prof.*, 1984, 47, 471.
97. Ogden, I. D., Use of conductance methods to predict bacterial counts in fish /// *Appl. Bacterial.*, 1986. 61, 263.
98. Jergenson, B.R., Gibson, D.M., Huss, H. H. Microbiological quality and shelf-life prediction of chilled fish // *Int. J. Food Microbiol.*, 1988, 6, 295.
99. Gram, L., Trolle, G., Huss, H. H. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 °C) and high (20 °C) temperatures // *Int. J. Food Microbiol.*, 1987, 4, 65.
100. Bishop, J.R., White, C.H. Estimation of the potential shelf-life of pasteurized fluid milk utilizing bacterial numbers and metabolites // *J. FoodProt.*, 1985, 48, 663.
101. Firstenberg-Eden, R., Eden, G. *Impedance Microbiology*. — Letchworth, Hertfordshire, England: Research Studies Press, 1984. — 48 p.
102. Russell, S.M. A rapid method for enumeration of *Pseudomonas fluorescens* from broiler chicken carcasses /// *FoodProt.*, 1997, 60(4), 385.
103. Russell, S.M. Rapid prediction of the potential shelf-life of broiler chicken carcasses under commercial conditions // *J. Appl. Poult. Res.*, 1997, 6(2), 163.

11. Функциональные свойства мышечных белков в продуктах из мяса птицы

Дертис М. Смит

Введение

В продуктах из мяса птицы белки выполняют множество различных функций. Свойства, характерные для определенных изделий из птицы, в частности, выход, качество и органолептические показатели, зависят от успешного использования функциональных свойств белков в процессе переработки.

Под функциональными свойствами понимают физические и химические свойства белков, которые определяют их поведение в пищевых продуктах в процессе переработки, хранения и потребления [1]. Они зависят от молекулярного строения и биохимических особенностей белка. Функциональные свойства белков оказывают влияние на многие показатели качества и органолептические характеристики продукта, ощущаемые и воспринимаемые потребителем. Глубокое понимание особенностей белков птицы, их свойств и функций необходимо для эффективного использования новых ингредиентов, разработки новых и модификации существующих продуктов, снижения количества отходов и контроля потребления энергии в ходе технологического процесса. Наиболее важные для конечного продукта функциональные свойства можно классифицировать на три общие категории:

- взаимодействия белок-вода;
- взаимодействия белок-жир;
- взаимодействия белок-белок.

Степень важности какого-либо функционального свойства может меняться в зависимости от вида продукта, мясного сырья, вида и концентрации немясных добавок, используемого технологического оборудования, условий и степени переработки. Функциональные свойства мышечных белков зависят от содержания в рецептуре других ингредиентов и от условий переработки. Эта взаимосвязь схематически иллюстрируется на рис. 11.1. Любые изменения в рецептуре продукта или технологическом процессе требуют оценки возможного влияния этих изменений на структуру мышечных

белков. Так, изменения в рецептуре могут повлиять на рН, концентрацию соли и белка в продукте, что наряду с другими факторами вызывает изменение биохимических, а следовательно, и функциональных свойств мышечных белков. Изменения условий переработки, особенно температуры продукта или степени измельчения, также могут повлиять на биохимические свойства мышечных белков. Все это отражается на структуре белков и, следовательно, оказывает непосредственное влияние на качество конечного продукта. Зачастую потребность в определенном функциональном свойстве изменяется в процессе переработки. Так, растворимость, способность к связыванию воды и жира являются наиболее важными функциональными свойствами сырых продуктов из мяса птицы. Способность к удержанию воды и жира и к гелеобразованию крайне важна для мясных продуктов в процессе термообработки. Чаще всего необходима многофункциональность белков, т. е. предполагается, что любой белок проявляет не одно, а несколько функциональных свойств либо одновременно, либо последовательно в процессе переработки.

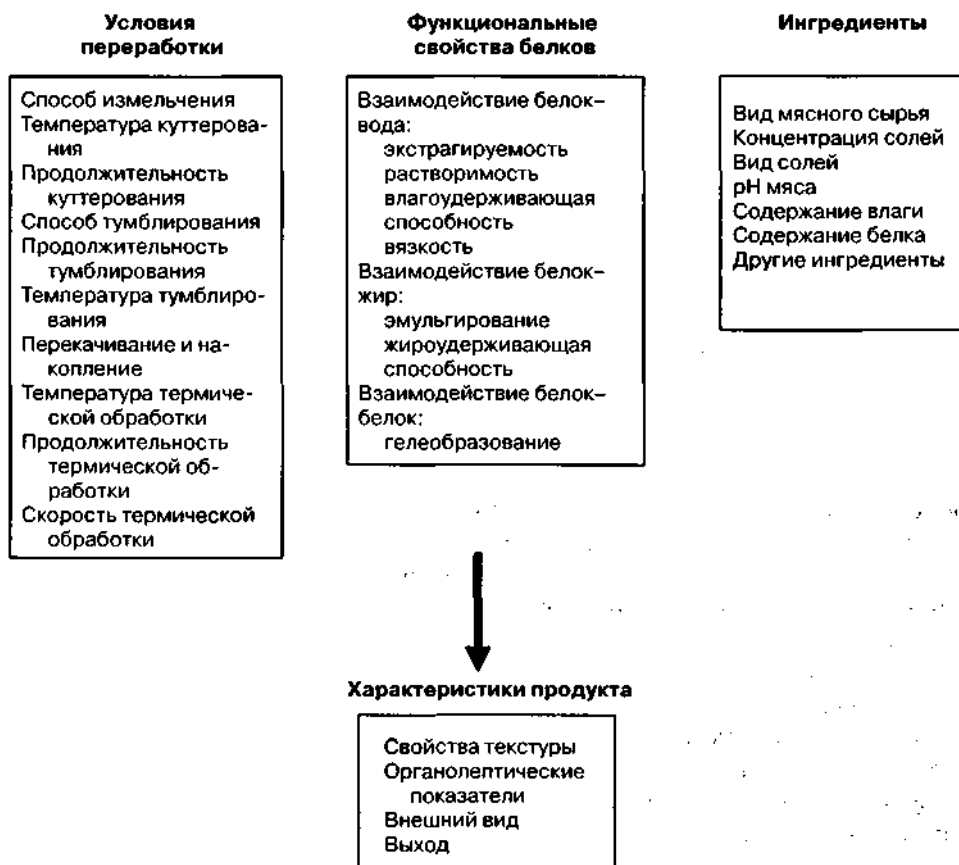


Рис. 11.1. Влияние условий переработки и ингредиентов на функциональные свойства мышечных белков и характеристики конечных продуктов

В данной главе сначала приводится краткое описание ультраструктуры мышцы и информация об основных фракциях мышечных белков. Затем рассматривается роль белков в эмульгированных и формованных продуктах с последующим более детальным обзором основных функциональных свойств мышечных белков. В конце главы приводятся краткие данные о роли модельных систем в изучении функциональных свойств белков.

11.1. Мышечные белки

Мясо птицы содержит примерно 20-23% белков. Мышечные белки по их растворимости можно разделить на три группы: миофибриллярные, саркоплазматические и белки стромы (табл. 11.1).

Таблица 11.1. Белки скелетных мышц птицы

- I Миофибриллярные белки (55% от общего количества белков)
 - Сократительные белки
 - Пример: миозин, актин
 - Регуляторные белки
 - Пример: тропомиозин, тропонин
 - Цитоскелетные белки
 - Пример: тайтин, небулин
- II Саркоплазматические белки (35% от общего количества белков)
 - Гликолитические ферменты
 - Митохондриальные и окислительные ферменты
 - Лизосомальные ферменты
 - Миоглобин и другие гемовые ферменты
- III Белки стромы (3-5% от общего количества белков)
 - Коллаген
 - Эластин
 - Ретикулин

11.1.1. Миофибриллярные белки

Миофибриллярные, или солерастворимые, белки составляют примерно 50-56% от общего количества белков в скелетной мышце. Они нерастворимы в воде, но большинство из них растворяется в растворах поваренной соли концентрацией более 1%. Эта группа состоит примерно из 20 отдельных белков, входящих в состав миофибрилл сократительной мышцы. Миофибриллы вытянуты вдоль мышечного волокна или клетки и окружены саркоплазмой (рис. 11.2). Отдельное мышечное волокно может содержать от 1000 до 2000 миофибрилл. Повторяющейся сократительной единицей

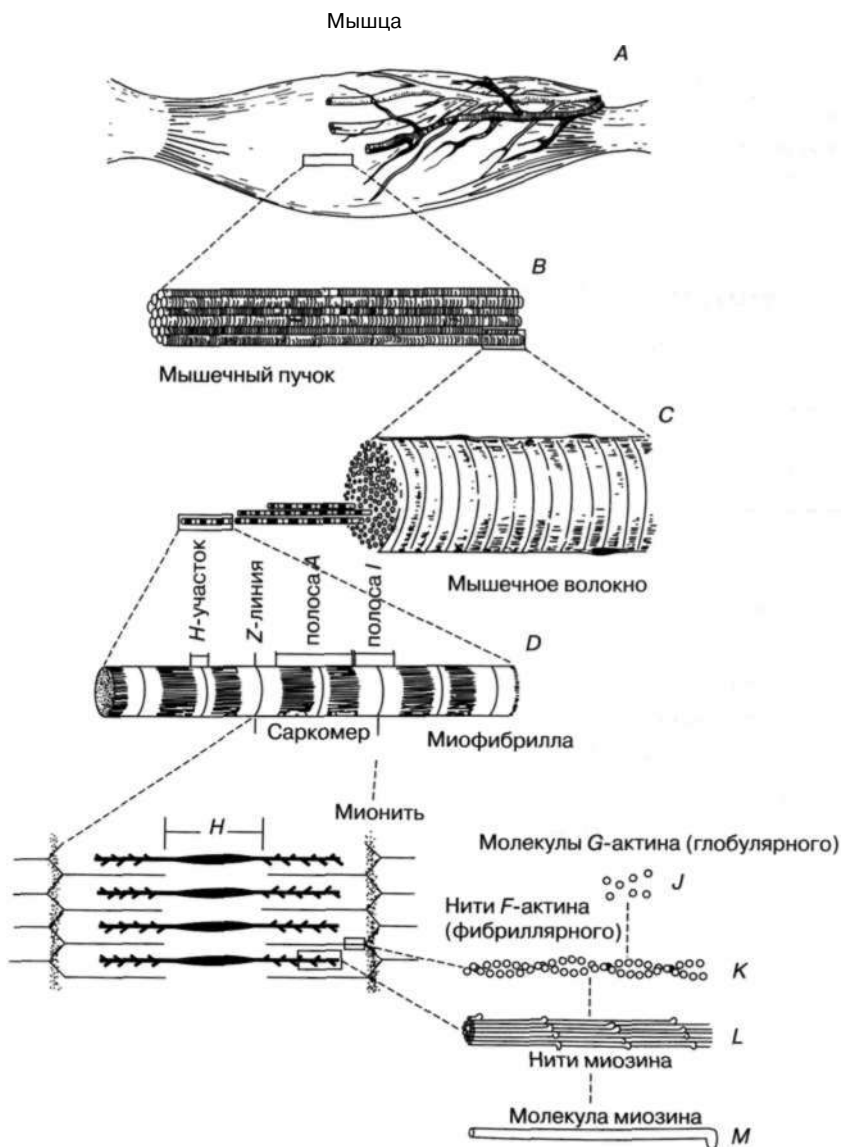


Рис. 11.2. Структура скелетной мышцы [6]

миофибриллы является саркомер. Миофибриллярные белки могут быть разделены на три группы в зависимости от выполняемой функции:

- сократительные белки, ответственные за мышечные сокращения;
- регуляторные белки, участвующие в управлении процессом сокращения;
- цитоскелетные белки, скрепляющие миофибриллы и способствуют сохранению их структурной целостности.

Информация по ультраструктуре скелетной мышцы достаточно полно представлена в многочисленных обзорах по данной теме [1-5].

Миозин является основным белком толстых нитей саркомера и составляет примерно 50-55% от общего количества миофибриллярных белков. В растворах с ионной силой и pH, близкими к физиологическим значениям, молекулы миозина спонтанно агрегируются с образованием толстых нитей. Миозин представляет собой длинную тонкую молекулу длиной примерно 150 нм и толщиной в стержнеобразной области 1,5 нм и в головной области — 8 нм. Миозин является большой молекулой с молекулярной массой примерно 520 000, состоящей из 6 полипептидных цепей и субъединиц (рис. 11.3). Субъединицы состоят из двух больших цепей с молекулярной массой около 222 000 каждая, и двух относительно легких цепей по 17 000-23 000. Каждая большая цепь имеет «голову» в виде глобулярной области и «хвост» — волокнистую область. Легкие цепи, называемые щелочными легкими цепями или легкими цепями *DTNB* {dithionitrobenzoic acid}, связаны с глобулярной областью больших цепей. Глобулярная голова большой цепи миозина содержит участок связывания актина. Волокнистая область хвоста представляет собой цепи, скрученные друг вокруг друга в виде альфа-спирали. Эта часть миозина ответственна за нитеобразование в физиологических растворах. Головная и волокнистая хвостовая области миозина проявляют разные биохимические и функциональные свойства. Скелетный миозин цыплят содержит 43 сульфгидрильные группы и не содержит дисульфидных связей. Изoeлектрическая точка (pI) миозина равна примерно 5,3 — при этом значении pH молекула белка в растворе не имеет суммарного заряда, так как количество отрицательно и положительно заряженных групп в молекуле одинаково.

Актин является вторым по количеству миофибриллярным белком, составляющим 20-25% от этой фракции. G-актин представляет собой глобулярный белок с молекулярной массой около 42 000. Изoeлектрическая точка актина равна примерно 4.8. Актин вместе с регуляторными белками тропонином и тропомиозином образует тонкие нити саркомера. В процессе мышечного сокращения миозин обратимо связывается с тонкими нитями актина. При посмертном окоченении мышцы глобулярная голова миозина (участок субфрагмента 1) необратимо связывает актин с образованием комплекса, известного как актомиозин. Это поперечное связывание актина и миозина в окоченевшей мышце влияет на нежность мяса в цельномышечных продуктах.

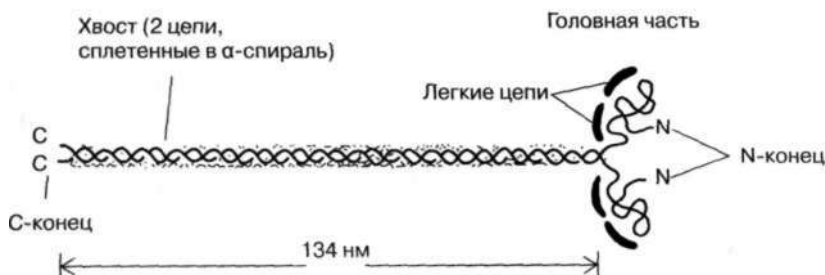


Рис. 11.3. Схематическое изображение молекулы миозина

Сократительные белки миозин и актин оказывают большое влияние на функциональность мышечного белка. Миозин перед окоченением мышцы и актомиозин после окоченения мышцы определяют целый ряд функциональных свойств, важных для мясных продуктов, поэтому их свойства интенсивно исследовались [3, 7, 8]. Поскольку в окоченевшей мышце актин и миозин находятся в виде актомиозинового комплекса, изменяется функциональность миозина как в эмульгированных, так и в формованных продуктах из мяса птицы. Свойства продуктов зависят также от общего соотношения актина и миозина и соотношения миозина и актина в свободном состоянии. Саркоплазматические белки и белки стромы, в свою очередь, влияют на функциональные свойства миофибриллярных белков.

11.1.2. Саркоплазматические белки и белки стромы

Саркоплазматические белки находятся внутри оболочки мышечных клеток в саркоплазме и составляют примерно 30-35% от общего количества белков в мышце. Эти белки растворимы в воде или в растворах с малой ионной силой ($< 0,6$ ммоль/дм³). В данную группу белков входят окислительные ферменты, миоглобин и другие гемовые пигменты, гликолитические ферменты, ответственные за гликолиз, и липосомальные ферменты. Миоглобин определяет цвет мяса, однако в целом белки этой группы вносят небольшой вклад в функциональные свойства белков мяса.

Белки стромы, часто называемые белками соединительной ткани, образуют сетку, обволакивающую мышечные волокна и пронизывающие всю мышцу. Благодаря этому они служат каркасом, поддерживающим структуру мышцы. Соединительная ткань, окружающая мышцу, называется эпимизием. Соединительная ткань, окружающая пучки мышечных волокон, называется перимизием, а окружающая отдельные волокна — эндомизием. Белки стромы обычно составляют 3-6% от общего количества белков скелетной мышцы птицы. Основным белком стромы является коллаген. Эластин и ретикулин составляют лишь небольшую часть стромы. Все эти белки нерастворимы в воде и солевых растворах. Нежность мяса, как правило, уменьшается с увеличением возраста животных благодаря образованию поперечных связей и другим изменениям коллагена [9].

Белками стромы богата кожа птицы. Кожа является основным источником коллагена в рецептурах продуктов из мяса птицы. Хотя этот вид сырья обычно используют в качестве источника жира, ее добавление приводит и к увеличению содержания коллагена. При высоких концентрациях в рецептурах продуктов из мяса птицы коллаген может оказывать влияние на функциональные свойства миофибриллярных белков. Коллаген может вызвать уменьшение размеров (усадку) продуктов из измельченного мяса, особенно при высокотемпературной обработке, а также может повлиять на связывание кусков мяса в формованных продуктах. Многие исследователи пытались улучшить функциональные свойства коллагена, используя для этого разные способы. К сожалению, все попытки оказались очень неудачными или неэкономичными и, таким образом, в настоящее время приходится ограничивать количество кожи в рецептуре изделий из мяса птицы, вводя максимально допустимые критические уровни.

11.2. Роль белков в эмульгированных продуктах

При изготовлении эмульгированных продуктов из мяса птицы мясо, вода, соль, фосфаты и другие ингредиенты измельчают или перемалывают до образования пастообразной массы — мясной эмульсии. Эмульсией заполняют оболочку желаемой формы и подвергают термообработке. Более детально современная технология производства эмульгированных продуктов рассмотрена в главе 12.

Мясная эмульсия представляет собой сложную систему, состоящую из гидратированных мышечных белков, мышечных волокон, фрагментов миофибрилл, жировых клеток, капель жира, воды, соли, фосфатов и других компонентов. Эмульгированные продукты, такие как сосиски, копченые и вареные колбасы, содержат примерно 17-20% белка, 0-20% жира и 60-80% воды. Таким образом, относительно небольшое количество белка должно связать достаточно большое количество воды и жира. В рецептурах мясных продуктов для экстракции и гидратации миофибриллярных белков используется обычно 1,5-2,0% соли.

В процессе эмульгирования происходит измельчение мышечной ткани, т. е. ее физическое разрушение путем повреждения сарколеммы (оболочки мышечной клетки) и внутренней сети из соединительной ткани. В присутствии соли мышечные волокна набухают, миофибриллы разделяются на более короткие части, миофибриллярные белки экстрагируются и гидратируются. Эти явления приводят к образованию вязкой пастообразной массы, которая удерживает воду и стабилизирует жир. Под воздействием тепловой обработки экстрагированные и гидратированные мышечные белки эмульсии образуют поперечно-связанную матрицу геля, которая удерживает внутри себя воду и жир, а также формирует текстуру, характерную для готовых эмульгированных продуктов.

11.3. Роль белков в формованных продуктах

Формованные продукты из птицы изготавливают из ломтиков или кусков мяса, связанных или склеенных друг с другом. Рулеты из мяса грудок индейки и куриное мясо ломтями (*chicken cold cuts*) являются типичными примерами таких продуктов (более детально технология их производства рассмотрена в главе 12). При производстве эмульгированных и формованных продуктов происходят одни и те же явления. Главное различие заключается в том, что при производстве формованных продуктов большинство изменений происходит на поверхности кусков мяса. Для разрушения мышечных клеток, расщепления мышечных волокон и извлечения миофибриллярных белков с поверхности кусков мяса применяют тумблирование, массирование или перемешивание в присутствии соли. На поверхности кусков мяса при этом образуется склеивающий слой из выделившихся миофибриллярных белков. При тепловой обработке этот белковый раствор превращается в гель, который действует подобно клею и удерживает куски мяса вместе. Считается, что наибольший вклад в скрепляющую способность белкового раствора вносит миофибриллярный белок миозин. Было установлено, что присутствие коллагена на поверхности снижает сцепление между кусками мяса.

11.4. Взаимодействие белок-вода

В целом все функциональные свойства белков зависят от их взаимодействия с водой. Однако три свойства, зависящих от взаимодействия белок-вода, очень важны для сырых продуктов из мяса птицы:

- извлечение (экстракция) и гидратация белков;
- влагоудерживающая способность;
- вязкость.

Экстрагируемость белков — этот термин используется для описания того количества белка, которое освобождается или извлекается из миофибриллярной структуры в процессе обработки. При определенных внешних условиях экстрагированный мышечный белок растворим в водной фазе. Растворимость непосредственно зависит от распределения гидрофильных и гидрофобных аминокислот на поверхности молекул белка и термодинамики взаимодействий белок-вода. Экстрагируемость и растворимость мышечных белков зависят от pH, концентрации соли, вида солей и температуры.

Влагоудерживающая способность, как следует из названия, характеризует способность белкового матрикса удерживать влагу или абсорбировать добавленную воду при внешних воздействиях, таких как термообработка, центрифугирование и прессование. Вода может быть химически связана с белком, удерживаться за счет капиллярных сил или быть физически заключенной внутри белковой структуры. В высокоорганизованной миофибриллярной структуре белки химически связывают воду. Кроме того, вода удерживается физически в пространстве между волокнами. Влагоудерживающая способность также зависит от pH, от концентрации и вида присутствующей соли и температуры.

Вязкость, которая определяется в реологии как сопротивление течению, оказывает сильное влияние на стабильность сырого продукта перед тепловой обработкой. Вязкость мясного фарша увеличивается в процессе измельчения (куттерования), которое сопровождается набуханием мышечных волокон и абсорбцией ими воды. Экстрагированные белки, особенно крупные фибриллярные и хорошо растворимые, например, миозин, могут увеличить вязкость растворов даже при очень малой концентрации. Вязкость фарша, с одной стороны, должна быть достаточно большой для обеспечения устойчивости сырого продукта, с другой стороны, она не должна затруднять процессы перекачки и промежуточного накопления продукта внутри предприятия.

11.4.1. Влияние соли и pH на взаимодействие белок-вода

Влияние соли на влагоудерживающую способность тонкоизмельченной мышцы индейки иллюстрируется рис. 11.4. Наиболее быстрое увеличение влагоудерживающей способности наблюдается при увеличении концентрации соли примерно от 0,3 до 0,6 моль/дм³ (от 1,8 до 3,4%) NaCl для мяса как грудки, так и бедра [10]. Добавление соли уменьшает электростатические взаимодействия между молекулами белка, что способствует увеличению экстрагируемое™, растворимости и влагосвязывающей

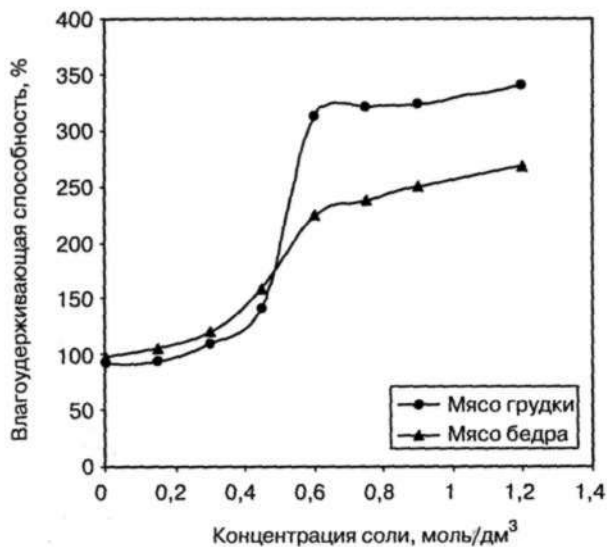


Рис. 11.4. Влияние концентрации соли на влагоудерживающую способность сырого мясного фарша из индейки при pH 6,0 [10].

Влагоудерживающая способность определялась как способность сырого мясного фарша удерживать воду при центрифугировании

способности. Измельчение или тумблирование мяса в присутствии соли приводит к разрушению мышечной ткани и способствует поглощению воды и набуханию мышечных волокон и в результате — к увеличению вязкости мясного фарша. Вследствие солюбилизации и экстракции миофибриллярных белков происходит также разрушение структуры тонких и толстых нитей саркомера. Отдельные миофибриллы высвобождаются из мышечных волокон и дробятся на более короткие части. Экстрагированные белки, особенно миозин, также связывают воду и увеличивают вязкость фарша из мяса птицы, что способствует повышению устойчивости диспергированного жира. По этой причине в большинстве рецептур продуктов из мяса птицы дозировка соли составляет примерно 1,5-2,0%. Более высокая концентрация соли может увеличить влагоудерживающую способность фарша, однако это приводит к излишне соленому вкусу продукта.

На экстрагируемость, растворимость и влагоудерживающую способность мышечных белков сильно влияет также pH фарша [10]. Влияние pH на влагоудерживающую способность фарша из мышцы индейки иллюстрируется рис. 11.5. Влагоудерживающая способность становится минимальной в изоэлектрической точке миозина и актина (примерно pH 5,0). В изоэлектрической точке молекулы белка не имеют суммарного заряда, что способствует их объединению с образованием агрегатов. Влагоудерживающая способность тонкоизмельченной мышечной ткани увеличивается по мере отклонения pH от этой точки. При повышении pH увеличивается отрицательный заряд белков, что приводит к росту сил отталкивания между миозиновыми нитями. Это способствует набуханию миофибрилл и удерживанию ими воды.

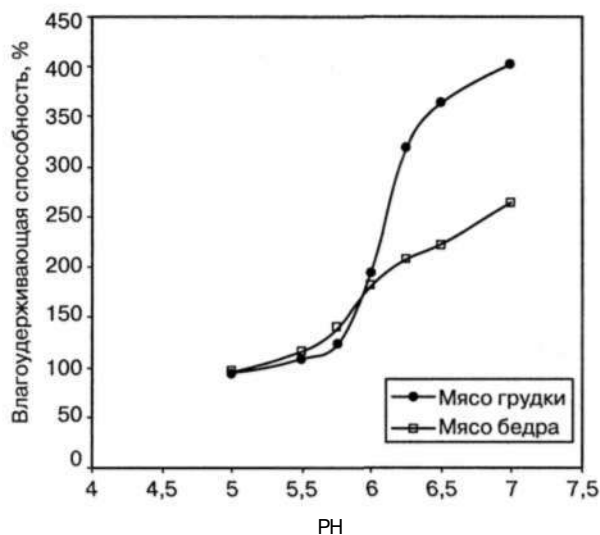


Рис. 11.5. Влияние pH на влагоудерживающую способность сырого фарша из мяса индейки, содержащего 0,5 моль/дм³ NaCl [10].

Влагоудерживающая способность определялась как способность сырого мясного фарша удерживать воду при центрифугировании

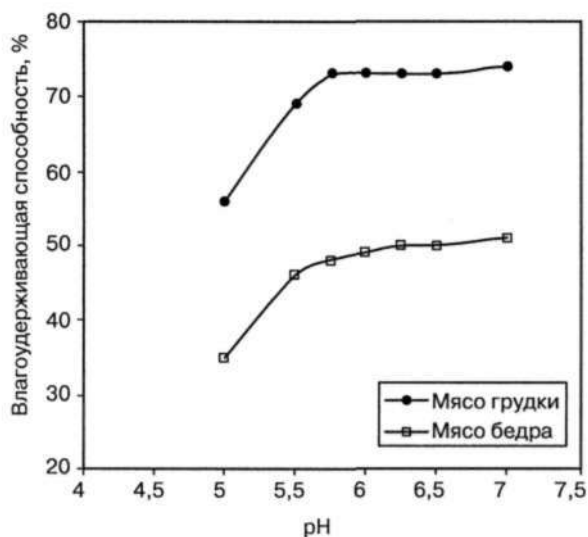


Рис. 11.6. Влияние pH на содержание экстрагируемого белка в фарше индейки, содержащем 0,5 моль/дм³ NaCl [10]

Влияние pH на концентрацию экстрагируемого белка тонкоизмельченной мышцы индейки иллюстрируется рис. 11.6. Степень экстрагируемости и растворимость миофибриллярных белков вблизи изоэлектрической точки низки и увеличиваются по мере повышения pH, в связи с увеличением отрицательного заряда белков. В производстве продуктов из мяса птицы широко используются щелочные фосфаты, позволяющие повышать pH мясного фарша на 0,1-0,4 единиц pH, что приводит к увеличению влагосвязывающей способности мышечных белков.

11.4.2. Влияние технологических факторов на взаимодействие белок-вода

В процессе переработки необходимо тщательно контролировать продолжительность и температуру измельчения для эмульсионных продуктов и тумблирования — для формованных продуктов. Как описано выше, измельчение и тумблирование необходимы для разрушения миофибрилл и последующих гидратации и экстракции миофибриллярных белков. Однако избыточное измельчение или тумблирование могут привести к денатурации белка, обычно обусловленной повышением температуры или избыточным разрушением структуры при измельчении. Таким образом, параметры измельчения и тумблирования должны быть подобраны таким образом, чтобы максимально увеличить степень экстракции белка, избегая при этом денатурации белка. Денатурация происходит при дестабилизации нативной структуры белка в результате частичного раскручивания полипептидных цепей. Денатурированные мышечные белки обычно образуют нерастворимые агрегаты, имеющие плохую влагоудерживающую и эмульгирующую способность (см. следующий раздел). Избыточное измельчение и тумблирование могут также привести к избыточному разрушению мышечных волокон и уменьшению вязкости фарша, что сопровождается снижением качества пространственной структуры белкового геля после тепловой обработки.

11.5. Взаимодействие белок-жир

В грубоизмельченных продуктах, таких как формованные продукты и многие колбасы, жир в основном сохраняется внутри неповрежденных жировых клеток. При изготовлении этих продуктов обычно не возникает проблем, связанных с отделением жира в процессе переработки и тепловой обработки, так как жир заключен внутри клеточных оболочек. Вязкость фарша и неповрежденные оболочки жировых клеток препятствуют появлению проблем, связанных с недостаточной связанностью жира.

В тонкоизмельченных эмульгированных продуктах, таких как колбасы и сосиски, жировые клетки разрушены, и жир находится в виде капель, образуя одну из фаз в эмульсиях. Эмульсия состоит из двух несмешивающихся фаз, одна из которых диспергирована в виде мелких капель в другой фазе — непрерывной. В эмульгированных продуктах капли жира образуют дисперсионную фазу, а непрерывная фаза состоит из воды, белков и солей. Для образования эмульсии необходима энергия, которая

передается фаршу в процессе измельчения. Как правило, чем больше подводится энергии, тем меньше по размеру и многочисленнее образующиеся капли жира дисперсионной фазы фарша.

При высоких температурах и при достаточно большом поступлении энергии мембраны жировых клеток разрушаются, твердый жир плавится и эмульгируется, образуя жидкие капли. Основная часть жира птицы начинает плавиться при 13 °С, однако вследствие сложного липидного состава он плавится полностью лишь около 33 °С. Частицы жира могут иметь сферическую форму, когда жир находится в жидком состоянии, или неправильную, если жир частично затвердел или кристаллизовался. Капли жидкого жира очень нестабильны и со временем легко коалесцируют. Коалесценция представляет собой процесс объединения маленьких жировых капель в крупные нестабильные жировые капли. Коалесценция — очень нежелательный процесс, поскольку приводит к ряду дефектов качества эмульгированных продуктов. При достаточно низкой температуре жировые частицы могут находиться в частично кристаллизованном состоянии, и вероятность коалесценции в этом случае уменьшается.

Капли жидкого жира в тонкоизмельченных эмульгированных продуктах необходимо стабилизировать, чтобы избежать нежелательных изменений при переработке, перекачке и тепловой обработке. Этого можно достичь двумя способами. Во-первых, коалесценции препятствует высокая вязкость фарша. Во-вторых, наличие вокруг жировых капель белковой оболочки уменьшает межфазовое поверхностное натяжение между жиром и водой (т. е. между диспергированной и непрерывной фазами) и стабилизирует капли.

Белковая оболочка состоит из гидратированных и экстрагированных миофибриллярных белков. В процессе эмульгирования эти белки должны путем диффузии достичь поверхности жировых капель и затем адсорбироваться на их поверхности. Денатурированные белки обычно состоят из крупных нерастворимых агрегатов и не могут диффундировать так же легко, как и меньшие по размеру растворимые белки. При адсорбции на поверхности молекула белка разворачивается или перестраивается так, что ее полярные или гидрофильные участки ориентируются в направлении водной фазы, а неполярные или гидрофобные — в направлении жировой капли, таким образом, свободная энергия уменьшается до минимума. Концентрация белка должна быть достаточно высокой, чтобы молекулы белка могли взаимодействовать друг с другом и образовывать устойчивую непрерывную пленку на поверхности жировой капли. Общее количество растворимого белка также должно быть достаточно большим, чтобы образовать оболочки вокруг всех жировых капель. Существует еще одна причина возможной нестабильности тонкоизмельченных эмульгированных продуктов — очень мелкие жировые капли имеют большую площадь поверхности и для образования вокруг этих капель стабильной белковой оболочки необходимо большее количество гидратированного белка. Миозин является главным компонентом оболочки, окружающей жировые капли, и считается, что он играет ключевую роль для обеспечения устойчивости жировых капель в процессе хранения и на ранних стадиях тепловой обработки [11]. На рис. 11.7 приведена электронная микрофотография белковой оболочки на поверхности жировой капли сырого мясного фарша.

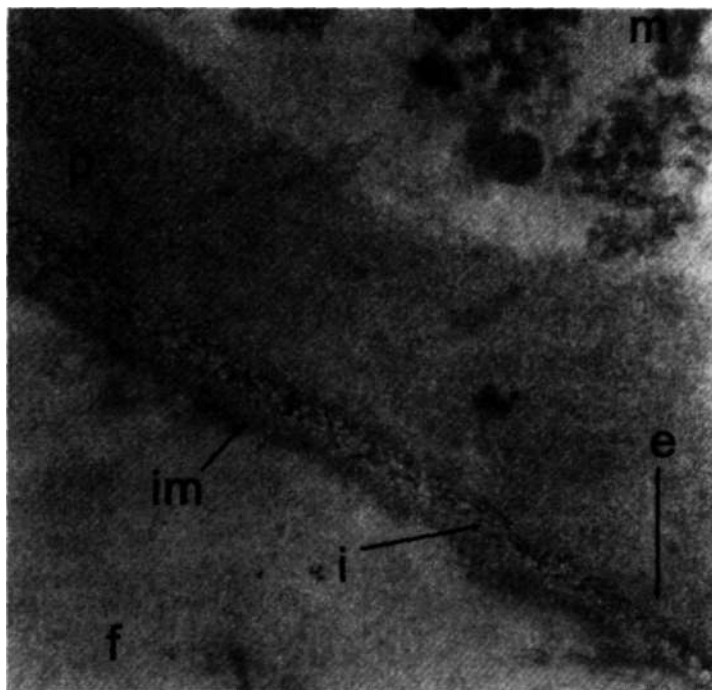


Рис. 11.7. Электронная микрофотография белковой оболочки, образующейся в тонкоизмельченном фарше из мяса птицы: *1* — жировая капля; *р* — окружающий каплю белковый раствор; *l* — граница раздела фаз между жировой каплей и белковым раствором мясного фарша; *т* — матрикс; *е* — внешняя сторона белковой пленки; *im* — внутренняя сторона белковой пленки [11]

11.6. Взаимодействие белок-белок

В процессе тепловой обработки взаимодействие молекул белка друг с другом приводит к формированию матрикса из белкового геля. Белковый гель образуется при нагревании в результате разворачивания и агрегирования мышечных белков, образующих прочную непрерывную поперечно-связанную пространственную сеть или матрикс. Образование непрерывной структуры белкового геля существенно влияет на текстурные и органолептические свойства, а также на выход продуктов из мяса птицы при тепловой обработке. Миофибриллярные белки образуют гель при термообработке как эмульгированных, так и формованных продуктов и, по-видимому, гелеобразование является наиболее важным для готовых мясных продуктов, подвергаемых тепловой обработке, функциональным свойством белков. Однако на способность миофибриллярных белков образовывать прочный гель могут влиять саркоплазматические белки и соединительная ткань.

Миофибриллярные белки образуют термически необратимые гели. Это означает, что поперечная сшивка за счет химических связей, образующихся между белками в

процессе нагрева, практически не изменяется при охлаждении или повторном нагреве. На рис. 11.8 приведена схема, иллюстрирующая стадии образования термически необратимого геля из миофибриллярного белка. При нагревании мышечных белков и достижении критической температуры эти белки разворачиваются или денатурируют. На второй стадии развернутые молекулы объединяются в небольшие группы, что сопровождается повышением вязкости раствора. Точка гелеобразования достигается, когда начинается быстрая поперечная сшивка агрегатов в непрерывный матрикс геля. Гели мышечных белков образуются в результате комбинированного действия водородных связей, электростатических и гидрофобных взаимодействий и образования дисульфидных связей. При охлаждении происходят небольшие изменения относительной прочности химических связей, формирующих конечный матрикс геля.

Микроструктура гелевого матрикса фарша из мяса птицы показана на рис. 11.9. Белковые гели удерживают в сетчатой структуре большое количество воды, связанной как в результате химических реакций, так и механически захваченной в ячейки. Матрикс белкового геля физически предотвращает коалесценцию жира в термообработанном мясном фарше. Под воздействием нагревания образуются также поперечные связи между белковой пленкой, окружающей жировую каплю, и непрерывным матриксом белкового геля.

В зависимости от pH и концентрации соли могут образовываться гели со структурой разного типа, что обуславливает получение продуктов с разными текстурными и влагоудерживающими свойствами. Как правило, при pH от 6 до 6,5 получаются эмульгированные продукты с максимально прочной текстурой и приемлемой упругостью. При более низких значениях pH, близких к изоэлектрической точке мышечных белков, получаются гели с мягкой текстурой и слабой влагоудерживающей способностью, так как белки переходят в нерастворимое состояние и сильно агрегируются.

В общем случае миофибриллярные белки птицы начинают денатурировать при температуре примерно 40 °C, точка их гелеобразования достигается при температуре около 55 °C. Как следует из рис. 11.10, прочность геля и влагоудерживающая способность в процессе тепловой обработки повышаются до достижения температуры 65–70 °C. Нагревание свыше 70 °C зачастую плохо влияет на качество гомогенизированных продуктов вследствие избыточной агрегации белка внутри сетки геля, что приводит к синерезису — отделению воды из продукта. Причиной синерезиса и выделения влаги при температурах свыше 70 °C может также быть желатинизация белка стромы — коллагена. На структуру образующегося геля и, соответственно, на качество готовых продуктов из мяса птицы, может также влиять скорость нагрева. Считается, что при низкой скорости нагрева формируются гели с более упорядоченной структурой и, соответственно, с большей влагоудерживающей способностью. Например, для образования структуры белкового геля с высокой влагоудерживающей способностью сосиски с низким содержанием жира следует прогревать с меньшей скоростью, чем такой же продукт, содержащий больше жира.

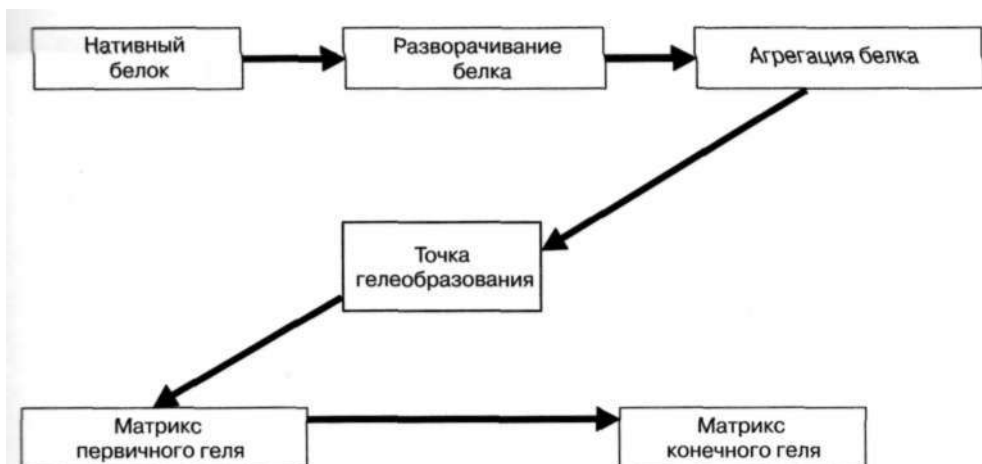


Рис. 11.8. Схема образования белкового геля в результате нагревания

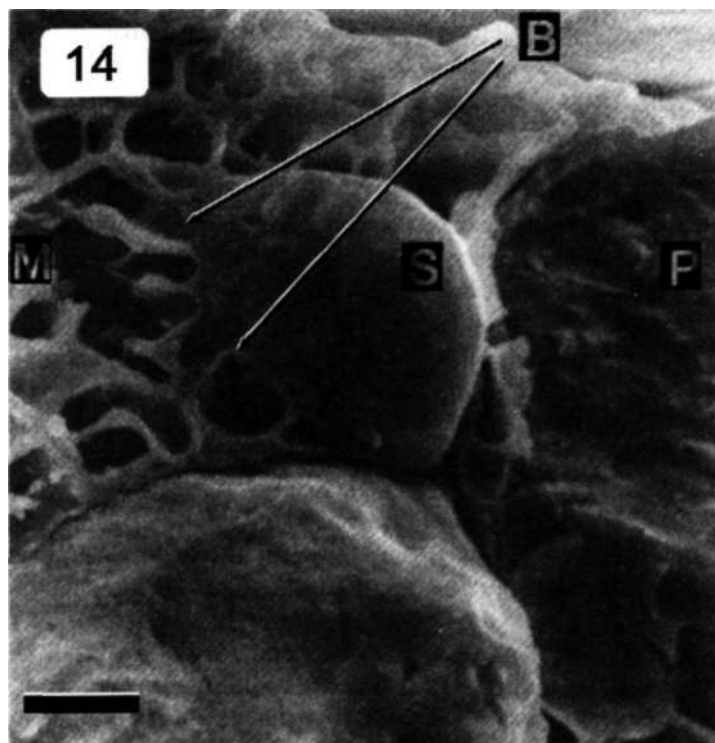


Рис. 11.9. Электронная микрофотография термообработанного куриного фарша, содержащего 2,5% соли: *M* — матрикс белкового геля; *S* — капля жира, покрытая белком; *B* — переходная область между белковой оболочкой, покрывающей каплю жира, и матриксом геля [11]

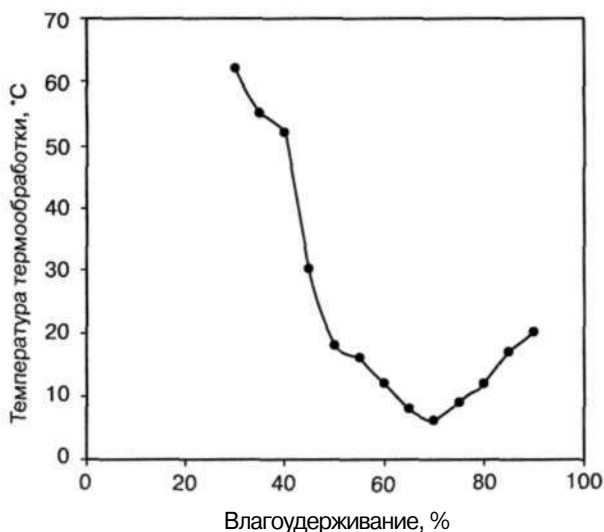


Рис. 11.10. Зависимость влагоудерживающей способности измельченного мяса после термообработки от температуры обработки

11.7. Модельные системы в исследовании функциональных свойств белка

Для исследования функциональных свойств белков мяса птицы было разработано множество различных модельных систем. Конечно, наиболее простым решением является использование определенной мышцы в тонкоизмельченном виде. Однако в такой сложной системе зачастую бывает очень трудно выявить действительные причины и следствия из-за огромного количества составных частей и возможных взаимодействий. Поэтому в целях ограничения числа ингредиентов и снижения уровня сложности применяются более простые системы. Так, для установления функций белков в продуктах из мяса птицы, применялись модельные системы на основе фракционированных белков, включающих в себя миофибриллы, миофибрилярные белки, солерастворимые белки, актомиозин и даже миозин. Миозин очень активно исследовался биохимиками, однако в большинстве этих исследований использовали значения pH и концентрации соли, не типичные для продуктов из мяса птицы.

Так как состав белков в конкретной фракции зависит от способа подготовки, зачастую очень сложно сравнивать результаты, полученные в разных исследованиях модельных систем. Например, фракция солерастворимых белков состоит из смеси различных белков, взаимодействующих при нагревании. Хорошо известно, что состав солерастворимой фракции может меняться в зависимости от условий экстракции исходного материала. Таким образом, разные количества общего миозина или соотношение актина и миозина в солерастворимой фракции могут влиять на получаемые результаты исследований. Учитывая эти факторы, выбор испытательных

системы следует осуществлять с особой тщательностью. При проведении исследований по разработке продукта наилучшее решение — работать с реальным продуктом или выбрать систему, как можно более близкую к нему. При проведении более фундаментальных исследований лучше начинать с упрощенной системы, например с чистого миозина, а затем переходить к более сложным системам, что позволит проверить, сохраняются ли закономерности, установленные для простой системы, при добавлении других компонентов.

Выводы

Мышечные белки разделяются на три группы — миофибриллярные, саркоплазмаTM-ческие и белки стромы (соединительной ткани). Миофибриллярные белки оказывают наиболее сильное влияние на функциональные свойства, характерные для продуктов из мяса птицы. Однако на функциональные свойства миофибриллярных белков влияет присутствие саркоплазматических белков и белков стромы. Общеизвестно, что из всех мышечных белков наиболее сильно функциональные свойства выражены у миофибриллярного белка миозина.

Функциональные свойства, важные для мясных продуктов, можно классифицировать по виду взаимодействия — белок-вода, белок-жир и белок-белок. Взаимодействия белок-вода определяют такие свойства мясного фарша, как растворимость и экстрагируемость белков, влагоудерживающую способность, вязкость. Взаимодействия белок-липиды определяют жироудерживающую и эмульгирующую способность. Взаимодействия белок-белок сказываются на гелеобразовании. С увеличением ассортимента продуктов из мяса птицы все большую важность приобретает необходимость изменения и контроля функциональных свойств белка. Изучение этих свойств может привести к более глубокому пониманию изменений, происходящих в процессе изготовления и термообработки эмульгированных и формованных продуктов из мяса птицы. Целенаправленная модификация функциональных свойств белков может применяться в целях использования более дешевых или нетрадиционных источников мясного сырья, улучшения качества существующих продуктов и более эффективного использования немясных компонентов. Изменение функциональных свойств белков мяса птицы также позволяет снизить энергетические и технологические затраты, а также количество отходов производства.

Литература

1. Kinsella, J.E. Functional properties of proteins in foods: a survey // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1976, 7, 219.
2. Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D., Merkel, R.A. *Principles of Meat Science* — San Francisco, CA: W.H. Freeman, 1975.
3. Bechtel, P.J. *Muscle as Food* — New York: Academic Press, 1986.

4. McCormick, R. Structure and properties of tissues // *Muscle Foods: Meat, Poultry, and Seafood Technology* / Kinsman, D.M., Kotula, A.W., Breidenstein, B.C, eds. — New York: Chapman and Hall Publishers, 1994. - P. 106.
5. Foededing, E.A., Lanier, T.C., Haltin, H.O. *Characteristics of Edible Muscle Tissue* / Fennema, O.R., ed. - New York: Marcel Dekker, 1996. - 880 p..
6. Hedrick, H.B., et al. *Principles of Meat Science* — 3d ed. — Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994.
7. Damodaran, S. Amino acids, peptides and proteins // *Food Chemistry* / Fennema, O. R., ed. - New York: Marcel Dekker, 1996. - P. 322.
8. Smyth, A. B., O'Neill, E., Smith, D. M. Functional properties of muscle proteins in processed poultry products // *Poultry Meat Science* / Richardson, R. I., Mead, G. C, eds. - Oxford, U.K.: CABI Publishing, 1999. - P. 337.
9. Bailey, A. J., Light, N. D. *Connective Tissue in Meat and Meat Products* — London, U.K.: Elsevier Applied Science, 1989.
10. Richardson, R. I., Jones, J. M. The effects of salt concentration and pH upon water-binding, water-holding and protein extractability of turkey meat // *Int. J. Food Sci. Technol*, 1987, 22, 683.
11. Gordon, A., Barbut, A. The role of the interfacial protein film in meat batter stabilization // *Food Struct*, 1990,9, 77.

12. Формованные и эмульгированные продукты

Джимми Т. Киттон

Введение

Потребление куриного мяса на душу населения в США составляло в 1975 г. примерно 12 кг, а в 1999 г. возросло до 25 кг [1]. Такой значительный рост потребления является результатом появления на потребительском рынке множества новых удобных фирменных продуктов, продуктов с дополнительной стоимостью и продуктов с глубокой степенью переработки. Птицеперерабатывающая промышленность смогла обратить в свою пользу озабоченность потребителей вопросами сохранения здоровья, связанными с потреблением животных жиров, расширив ассортимент своей продукции для непосредственных потребителей и добившись значительной дифференциации цен между своей продукцией и продукцией из других видов мяса. В упомянутый ассортимент входят порционные куски с приправами, ломтики мяса для деликатесных блюд, продукты типа «мяса для ланча» (*Luncheon Meat*) и разнообразные консервированные и готовые продукты с низким содержанием жира, например, «ветчина из индейки», «бекон из индейки», сосиски и колбасы. Производство продуктов глубокой переработки будет расти и дальше благодаря расширению производства продуктов для быстрого питания, замены блюд домашнего приготовления на продукты из супермаркетов и ресторанов, а также продолжающегося роста предприятий общественного питания, специализирующихся на здоровых продуктах.

12.1. Категории продуктов

12.1.1. Формованные (кусковые и реструктурированные) продукты

Формованные мясные продукты могут быть получены путем разрезания мышц на куски и их соединения за счет связующего действия измельченного или эмульгированного миофибриллярного белка в сочетании с охлажденным рассолом.

Реструктурированные продукты характеризуются меньшим размером частиц, которые получаются из мясного сырья при перемалывании, нарезании хлопьями, кубиками или ломтиками, измельчении или эмульгировании. Полученные частицы затем перемешиваются (рис. 12.1), что сопровождается образованием связующего материала, и формируются в порции определенного размера. Кусковые продукты изготавливаются из целых мышц и по текстуре ближе к цельномышечным изделиям, чем реструктурированные продукты. Учитывая сходство этих двух видов формованных продуктов, в дальнейшем они будут обсуждаться одновременно, с отдельным рассмотрением их характеристик при необходимости. Примерами формованных продуктов являются рулеты из птицы, филе, ростбиф из птицы, котлеты из птицы, наггетсы, мясные хлеба, бекон и ветчина из индейки. Некоторые продукты могут вырабатываться в панировке, термообработанными в упаковке для последующего разогревания в микроволновой печи, фритюрнице или конвекционной печи. Такие продукты, как рулеты из птицы и ветчина из индейки должны соответствовать Стандартам идентичности, а также определенным требованиям, изложенным соответственно в § 381.159 и § 381.171 свода федеральных постановлений США (*Code of U.S. Federal Regulations*) [2]. Например, «ветчину из индейки» необходимо маркировать как «формованную из кусочков», если размер частиц мяса бедра составляет 1,3 см и более, а в случае более мелких частиц (менее 1,3 см) — «формованную рубленую» или «формованную измельченную».

Кусковые формованные продукты изготавливаются из хорошо охлажденных (имеющих температуру от $-2,2$ до $1,6$ °C) кусков или ломтей целых мышц, которые зачищаются от жира и подвергаются инъектированию или посолу с использованием посолочного раствора, содержащего щелочные фосфаты. При посоле в рассол добавляются нитрит натрия и эриторбат натрия. Поверхность частиц должна быть покрыта

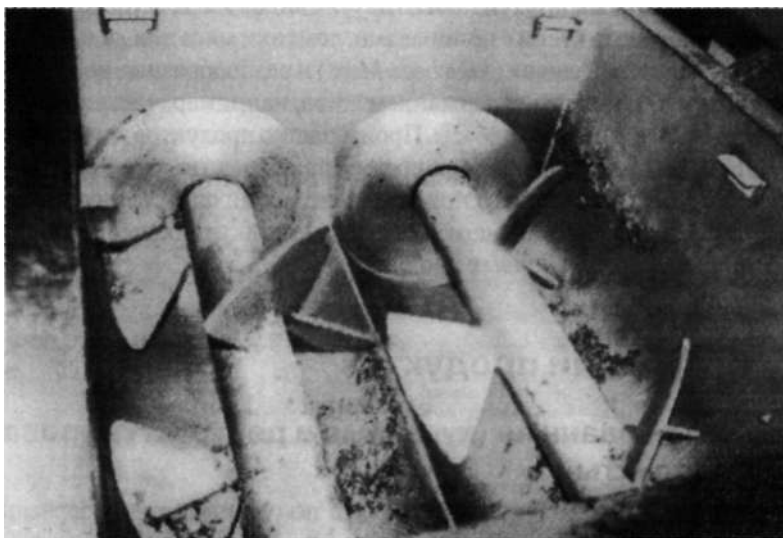


Рис. 12.1. Внутренний вид смесителя (мешалки), видны перемешивающие лопасти

слоем белкового раствора, который заполняет пространство между кусками мяса и при нагревании коагулирует с образованием плотной массы с текстурой, похожей на мясо. Для этой цели могут быть также использованы связующие вещества, затвердевающие на холоду, и в этом случае для склеивания кусков мяса не требуется тепловой коагуляции миофибриллярных белков. Такими связующими являются гидроколлоид альгинат натрия, поперечная сшивка которого происходит под действием солей кальция, трансглутаминаза и сочетание фибриногена с тромбином. При использовании в качестве связующих веществ ферментов может потребоваться уменьшение продолжительности обработки, а также поддержание температуры продукта около точки заморзания в целях уменьшения скорости ферментативной реакции, и минимальной влажности поверхности мяса для облегчения реакции полимеризации белковых молекул.

Достоинствами формованных продуктов являются [3]:

- отсутствие костных включений;
- легкость порционирования и получения продукта желаемых размеров и форм;
- низкие потери при термообработке и большой выход готового продукта — теретически отходы отсутствуют;
- однородность состава, что способствует лучшему распределению посолочного раствора и структурообразователя;
- возможность использования менее ценных частей мышц;
- удобство при разогревании, нарезке и подаче.

Очевидными недостатками являются:

- невозможность улучшить куски мяса низкого качества;
- более сложная технология изготовления формованных продуктов, требующая большого количества оборудования, дополнительных форм и оболочек для упаковки, а также особых мероприятий для предотвращения контаминации патогенными микроорганизмами;
- срок годности формованных продуктов меньше срока годности целномышечных продуктов без посола;
- сложная технология требует привлечения большего количества рабочей силы и капитала.

12.1.2. Эмульгированные (измельченные) продукты

Эмульгированные (измельченные) продукты из мяса птицы, такие как сосиски, колбасы или мясные хлеба, обычно изготавливаются из охлажденного или замороженного мяса птицы (кур, цыплят или индейки) механической обвалки (ММО), которое рассматривается в главе 14. Эти полностью готовые продукты имеют более высокую рентабельность, чем их аналоги из красного мяса, содержание жира в них составляет примерно половину от максимально допустимого в соответствии с требованиями Службы контроля безопасности пищевых продуктов (30%), и они удобны для приготовления. Служба контроля разрешает добавлять ММО в эмульгированные продукты из красного мяса в количестве не более 15% с указанием соответствующей информации на этикетке, однако продукты из мяса птицы допускается изготавливать

полностью из ММО (100% мясного сырья) при условии соответствия спецификациям Свода федеральных постановлений США [2], приведенным в § 381.173 и § 381.174.

Эмульгированные продукты из красного мяса, описываемые в § 319.180 Свода [2], должны соответствовать Стандарту идентичности, согласно которому содержание жира в них не должно превышать 30%. Количество добавленной воды в конечном продукте ограничивается значением, определяемым по формуле $(4 \cdot P + 10\%)$, где P — содержание мясного белка, %. Суммарное количество добавленной воды и жира не должно превышать 40%, что позволяет изменять количество добавленной воды в продукте в зависимости от его жирности, например, 5% жира + 35% добавленной воды $\cdot$ 40%). Содержание дополнительных связующих ингредиентов, таких как соевые концентраты и соевые изоляты, не должно превышать соответственно 3,5 и 2,0% (в пересчете на сухое вещество) с соответствующим указанием об этом на этикетке. В отличие от продуктов из красного мяса, для продуктов из мяса птицы эти ограничения отсутствуют, и их рецептуры более гибки по отношению к виду мяса и составу. Продукты, содержащие в своем составе 50% и более мяса птицы, могут маркироваться как продукт из птицы.

Эмульгированные продукты производятся путем тонкого измельчения ММО кур или индеек в куттере с ледяной водой, солью, структурообразователем, декстрозой, щелочными фосфатами, сухой кукурузной патокой, модифицированным крахмалом, специями, эриторбатом натрия и другими добавками до достижения температуры 10 °C. Для дополнительного уменьшения размера частиц и получения однородной текстуры может потребоваться обработка фарша на коллоидной мельнице. Температура фарша не должна превышать 12,7 °C, иначе возможен перегрев жира, который в процессе последующей тепловой обработки может привести к технологическим дефектам (жировым отекам, выделению жира). Для получения колбасных изделий фарш затем шприцуют под вакуумом в целлюлозную оболочку (сосиски) или в водонепроницаемую вискозно-армированную (фиброзную) оболочку (копченые колбасы) и подвергают многостадийной тепловой обработке до полной готовности. Копчение продукта может проводиться следующими способами:

- через оболочку (колбасы) при погружении в копильную жидкость;
- распылением жидкого дыма в копильной камере;
- введением копильного препарата в рецептуру продукта;
- натуральным дымом, образующимся из опилок твердой древесины.

Температура внутри продукта в процессе тепловой обработки должна достигал значения не менее 68,3 °C при содержании нитрита $\geq$ 100 мг/кг, или не менее 71,1 °C (при содержании нитрита $<$ 100 мг/кг).

12.2. Сырье

12.2.1. Формованные (кусковые и реструктурированные) и эмульгированные продукты

В качестве сырья для формованных и эмульгированных продуктов использует< бескостное мясо грудок, голени, бедра, ножек с удаленными сухожилиями и ММ

(с кожей и без кожи). Это сырье может быть охлажденным или замороженным, но в любом случае оно должно быть высокого качества (минимальная зачистка, отсутствие постороннего цвета и запаха, видимой микробиологической порчи).

12.2.1.1. Спецификации и отбор образцов сырья

Спецификации (технические требования) на сырье обычно разрабатываются в целях сведения к минимуму вариаций качества, состава и стоимости. Параметры спецификаций зависят от продукта и требуют определенного порядка отбора образцов и последующих анализов для подтверждения соответствия закупаемого сырья требованиям компании. В процессе приемки сырья от каждого поставщика необходимо проверять его вес нетто и состав — содержание жира, влаги, белка, а также отмечать все отклонения для выделения соответствующих кредита и дебета.

Методы отбора образцов могут включать случайный отбор ящиков со свежим или замороженным сыром из транспортной упаковки и вырезание при помощи пробоотборника цилиндрических точечных проб в нескольких точках мясного блока для получения объединенного образца. Другие способы отбора образцов могут предусматривать усреднение образца методом квартования. Образцы можно объединять, измельчать для повышения однородности, разделять на несколько частей и исследовать на содержание жира или по другим параметрам согласно спецификации. В общем случае отбор образцов должен производиться от 10% партии, однако в реальной практике возможен отбор образцов от 1 % партии. С другой стороны, статистически обоснованный размер образца можно определить с помощью следующей формулы [4]:

$$n = \left(\frac{3s}{E} \right)^2,$$

где n — количество образцов, которое необходимо отобрать;

$3s$ — оценка тройного стандартного отклонения между всеми единицами анализируемой партии;

E — максимально допустимая разница между измеряемым значением параметра образца и действительным значением этого параметра в партии.

Например, если компания покупает замороженное ММО от разных поставщиков, > содержание жира в нем лежит в диапазоне от 12 до 18%, то задача формулируется следующим образом: сколько образцов по 0,5 кг каждый необходимо отобрать от партии массой 500 кг при условии, что максимально допустимое различие между измеренным и действительным содержанием жира составляет $\pm 1\%$.

Вычисления:

$$5 = \text{диапазон содержания жира} / 6 = (18 - 12) / 6 = 6 / 6 = 1$$

$$3s = 3 \cdot 1 = 3$$

$$E = \pm 1\%$$

$$n = (3 / 1)^2 = 3^2 = 9$$

Таким образом, от партии в 500 кг необходимо отобрать случайным образом девять образцов по 0,5 кг. При этом предполагается, что образцы выбираются случайно. А отобранное сырье гомогенизировано в целях обеспечения однородности образца, направляемого на химический анализ.

12.2.1.2. Требования к сырью

Температура. В момент поставки температура свежего сырья не должна превышать 4,4 °С, а температура замороженного сырья должна быть ниже -17,8 °С. Проверку температуры проводят на образцах, взятых из геометрического центра коробок или контейнеров. Если кусковое мясо птицы получено в контейнере, то из его центра отбирают отдельные куски и проверяют температуру внутри них. Температура кусков, превышающая 7,2 °С, свидетельствует либо о недостаточно хорошем охлаждении сырья перед отправкой, либо о нарушении температурных условий при транспортировке. В любом случае полученное сырье с повышенной температурой может привести к уменьшению срока годности готового продукта, к ускоренному обсеменению или повышенному риску загрязнения патогенными микроорганизмами. Рефрижераторные трейлеры могут быть оснащены приборами, регистрирующими в реальном времени температурные отклонения в процессе транспортировки.

Внешний вид, цвет, запах. Появление коричневой и серой окраски, различных оттенков мышечных пигментов могут служить признаком длительного хранения продукта после производства, нарушения температурных режимов или же ранней стадии микробиологической порчи сырья. Появление зеленой окраски, образование слизи и гнили, кислого или затхлого запаха и других отклонений цвета и запаха от нормы являются признаками очевидной микробиологической порчи мясного сырья. Нарушения цвета кусков или обрезков мяса могут быть обусловлены также случайным попаданием различных ингредиентов, смазочных материалов, химических веществ, чистящих средств или условиями обработки. Эти изменения могут происходить под воздействием дезинфицирующих средств (ионов хлора, йода, аммония) и сульфитов (образование стойкого красного цвета), за счет пигментов микробиологического происхождения (имеющих оранжевый, коричневый, черный, зеленый цвета), а также в результате хранения мяса в замороженном состоянии, что может привести к образованию бледной сухой поверхности замороженных кусков за счет испарения (сублимации) влаги. Избыточное количество снега в ящиках или контейнерах может быть обусловлено неправильными условиями замораживания или преждевременным размораживанием продукта. Пороки мяса, такие как *PSE* (*pale, soft, exudative* — бледное, мягкое, водянистое) мясо или *DFD* (*dark, firm, dry* — темное, жесткое, сухое), могут привести к уменьшению выхода продукта и его плохому качеству. Кроме этих отклонений, в результате неправильной упаковки и окисление жира при хранении может появиться прогорклый несвежий запах, который особенно сильно проявляется при разогревании готовых продуктов.

Посторонние примеси. Наличие посторонних примесей в сырье может привести к его незаконному использованию, несъедобности продукта и опасности для здоровья. К посторонним веществам относятся искусственные красители, используемые для подкрашивания забракованных тканей, перекрестное загрязнение мясом других видов, посторонние предметы (перчатки, стекло, дерево, пластик: металл, кости, ножи, крючки для подвешивания мяса, бумага и т. д.), химически загрязнения, насекомые, помет грызунов и другие контаминанты. Для обнаружения посторонних примесей необходимо периодически проводить визуальную физическую проверку сырья.

Охлаждение и замораживание. После забоя тушки сразу охлаждают до температуры ниже 4,4 °С в течение 4 ч для бройлеров и 8 ч — для индейки [5]. Обычно в процессе производства мышечного мяса, используемого для продуктов глубокой переработки, происходят потери массы, равные 0,5%. Мышечные части можно замораживать в контейнерах или помещать в коробки и хранить в холодильнике при температуре от -2,2 до 2,8 °С в течение 24-36 ч. Тримминг (обрезь) для сохранения качества при продолжительном хранении (более 36 ч) необходимо упаковать в коробки и быстро заморозить. Высокая относительная влажность (около 85%) в большинстве холодильников предупреждает усыхание и потерю влаги тушками. Мышечные части и ММО, предназначенные для хранения в замороженном состоянии, необходимо упаковать в картонные коробки, выстланные полимерной пленкой или вошеной бумагой, и заморозить сразу после окончания переработки. Как правило, чем ниже температура и лучше защита от кислорода воздуха, тем слабее окислительная порча (прогоркание) и больше срок хранения. При температурах ниже -10 °С рост микроорганизмов и активность ферментов уменьшаются почти до нуля, поскольку молекулы внутриклеточной воды связаны в кристаллическую структуру, однако реакции могут медленно протекать и при температурах ниже -80 °С. Большинство применяемых для хранения морозильников поддерживают температуру от -17,8 до -28,9 °С, а в морозильниках с интенсивным потоком воздуха или с быстрым замораживанием в потоке поддерживается температура -28,9 °С, при этом для быстрого отвода тепла используется сильный поток воздуха (скорость воздуха 762 м/мин). Для ускорения процесса замораживания мышечные части или ММО могут быть обсыпаны сухой двуокисью углерода (CO_2) или «сухим льдом» (от -62,2 до -78,3 °С). Однако в этом случае при хранении упакованных продуктов в закрытых помещениях, например, в рефрижераторных трейлерах, необходимо принимать меры предосторожности от удушающего воздействия паров, образующихся при сублимации CO_2 . При использовании сухого льда в куттере он должен хорошо вентилироваться во избежание риска вытеснения кислорода из воздуха.

При любом способе замораживания сырье или готовые продукты должны быть упакованы таким образом, чтобы избежать воздействия воздуха и излишнего высыхания (холодильного ожога). Мясо птицы, хранящееся в замороженном состоянии при температурах от -17,8 до -28,9 °С, может сохранять качество в течение 4-10 мес. (табл. 12.1). Предельная температура хранения замороженного тримминга находится

Таблица 12.1. Рекомендуемая максимальная продолжительность хранения разных видов мяса при различных температурах, обеспечивающая сохранение оптимального качества [9]

Виды мяса	Продолжительность хранения, мес., при температуре, °С			
	-12	-18	-24	-30
Говядина	4	6	12	12
Баранина	3	6	12	12
Свинина (постная)	2	4	6	8
Птица	2	4	8	10

в пределах от $-11,1$ до -10 °С, поскольку эта температура является точкой фазового перехода между полностью кристаллическим состоянием межклеточной воды и смесью лед-вода. Частое циклическое прохождение морозильной системы через эту температурную зону приводит к росту больших кристаллов льда в мышечных клетках и повышенному отделению мясного сока (потеря влаги) при размораживании.

Отепление и размораживание. Правильное размораживание позволяет избежать потери мясного сока и уменьшить риск роста микроорганизмов в мышечных частях и ММО. Размораживание продукта в упаковке предохраняет от потери влаги и сока. Сырье часто размораживают или отепляют в течение 2-3 дней, пока температура продукта не достигнет значения от $-3,3$ до $-2,2$ °С. Для продуктов в коробках без металлических скобок и крепежа процесс размораживания можно ускорить обработкой в микроволновой камере с последующей выдержкой перед переработкой в течение 8 ч в холодильнике для выравнивания температуры на поверхности и внутри блока. Размораживание продукта приводит к потере белка и влаги, ухудшению вкуса и сочности. Кроме того, возрастает риск быстрого роста микроорганизмов и порчи продукта, поэтому этот способ не рекомендуется.

При приемке партии сырья должна быть отмечена дата поступления и присвоен код, которые отслеживаются до выхода конечного продукта; в процессе переработки необходимо постоянно регистрировать температуру с указанием номера партии. Должен проводиться тщательный мониторинг, движение сырья в процессе переработки должно осуществляться по принципу «раньше поступило — раньше ушло».

Факторы, влияющие на функциональные свойства. Наиболее важными функциональными свойствами целномышечного сырья и ММО является способность к удерживанию жидкостей (влагоудерживающая способность, ВУС) и способность к склеиванию кусков мяса вместе (когезионная способность) так, чтобы конечный продукт имел текстуру, подобную целномышечной ткани, или в виде плотного гомогенного матрикса в случае эмульгированных продуктов. Наиболее значимыми факторами, определяющими эти свойства, являются количество миофибриллярного белка, доступного для участия в связывании влаги и в процессах когезии, отношение содержания воды к общему содержанию белка, а также соотношение количества миофибриллярного белка, саркоплазматического белка и белка соединительной ткани. Нежирная мышечная ткань птицы содержит примерно от 19 до 23% белка, ММО без кожи содержит 14-16% белка, а с кожей — от 11 до 12%. Сырье с содержанием белка 16% и выше может быть, как правило, классифицировано как обладающее хорошей влагоудерживающей и когезионной способностью. Однако на функциональные свойства сырья существенно влияет также тип белка (миофибриллярный, саркоплазматический, соединительнотканый), физико-химические показатели (*PSE* или *DFD*), а также соотношение содержания белков разного вида.

При составлении рецептур колбас используется так называемый индекс связывания, который служит в качестве косвенной меры содержания миофибриллярного или солерастворимого белка и часто выражается в произвольных единицах: от 0,0 до 1,0; от 0,0 до 30,0; от 0 до 100 и от 0 до 1000. Независимо от конкретного числа, оценка индекса связывания основана на сравнении с целномышечным парным мясом, которому приписывают максимальное значение этого индекса (т. е. 1,0; 30; 100 или

1000) [6, 7]. Цельномышечное мясо кур и индейки характеризуется индексом связывания, равным примерно 90 (у парной говядины — 100), а ММО — лишь от 40 до 60. Индекс связывания вместе с оценкой цвета (содержание миоглобина в нежирной мышечной ткани составляет 0,5–4,0 мг/г), содержанием коллагена (в нежирном мясе 2%), а также показателями состава (влаги, жир, общий белок), технологическими ограничениями (предельное содержание жира, белка, минимально допустимые значения индекса связывания, интенсивности цвета, содержания коллагена и т. д.) и с учетом ценовых ограничений используются в качестве исходных данных для регрессионных программ расчета оптимальных рецептов при минимальной стоимости отдельных видов продуктов, таких как сосиски и копченые колбасы. В литературе приведено более подробное описание программы минимизации стоимости [3, 4, 7, 8].

Соотношение белка и влаги можно использовать для предварительной оценки ВУС и способности к связыванию. Обычно сырье с соотношением белок : влага меньшим, чем 3,6 : 1, обладает хорошей связующей способностью, а с большим, чем 4,0:1, имеет низкую связующую способность. Для получения стабильных эмульсий, как правило, требуется, чтобы миофибриллярные белки (солерастворимые или растворимые в растворах с высокой ионной силой) составляли более 45% от общего количества белка в рецептуре, при содержании саркоплазматических (растворимых в воде) белков не более 30%. Содержание нерастворимых белков или белков соединительной ткани должно быть ниже 25% от общего количества белка. Поправки на сырье необходимо также делать в том случае, если мясо было заморожено, имеет признаки *PSE* или его pH было ниже обычного (например, pH 5,3 вместо pH 6,0). Коллаген обладает ограниченной способностью склеивать частицы мяса, но обладает некоторой ВУС после превращения в желатин при температурах 60–70 °С.

Наибольшее влияние на влагоудерживающую и когезионную способность мышечных тканей оказывают два фактора — конечное значение pH (связанное с результирующим зарядом миофибриллярных белков) после разрешения посмертного окоченения и степень контракции (сжатия) мышечных тканей (стерический эффект) [9]. При pH около 5,1 миофибриллярные белки имеют нулевой заряд и удерживают минимальное количество воды. Внесение компонентов, изменение параметров состава и обработки, приводящие к увеличению pH мышечных тканей, увеличивают также и ВУС этих тканей. Однако в случае мышечных тканей, имеющих признаки *PSE*, денатурированные белки не способны в достаточной мере увеличить ВУС при повышении pH. Соль (NaCl), обычно применяемая при глубокой переработке и консервировании продуктов в дозировке 2–3%, увеличивает растворимость и набухание, что способствует увеличению количества удерживаемой влаги. Щелочные фосфаты в сочетании с солью, механическим перемешиванием в смесителе или мешалке, вакуумным тумблированием и массажем увеличивает pH, экстракцию и гидратацию белков.

На технологические характеристики эмульгированных колбас и стабильность продуктов влияют физические и химические характеристики птичьего жира. Для предупреждения плавления жировых глобул в ходе процесса эмульгирования мясной массы необходимо постоянно контролировать температуру и продолжительность измельчения. В табл. 12.2 приведены интервалы температур плавления жира различного

Таблица 12.2. Интервалы температур плавления жира различного происхождения

Мясное сырье		Температура плавления, С	Конечная температура куттерования, С
Птица	Брюшной жир	26,7-43,3	11,1-12,8
Свинина	Хребтовый жир	30,0-40,0	14,4-16,7
	Околопочечный жир	43,3-47,8	
Говядина	Подкожный жир	31,7-43,3	20,0-22,8
	Околопочечный жир	40,0-50,0	
Баранина	Подкожный жир	32,2-46,1	20,0-22,8
	Околопочечный жир	43,3-51,1	

происхождения, который может использоваться при изготовлении эмульгированных продуктов.

12.3. Немазные ингредиенты

12.3.1. Ингредиенты для консервирования и посола

Немясные ингредиенты в рецептурах продуктов с дополнительной стоимостью выполняют несколько задач:

- снижение стоимости продукта;
- увеличение срока годности продукта;
- увеличение связывания частиц для придания мясной массе структуры, близкой к цельномышечной;
- повышение влагоудерживающей способности и увеличение выхода;
- повышение сочности;
- изменение характеристик текстуры;
- замена жира в продукте (в диетических низкожирных продуктах).

Наиболее распространенными немасными ингредиентами в продуктах с дополнительной стоимостью являются:

- соль и щелочные фосфаты (триполифосфат натрия);
- подсластители типа декстрозы, сахарозы, сухой кукурузной патоки, сорбита;
- нитрит натрия и калия (посолочные вещества) в сочетании с эриторбатом натрия или калия и аскорбатом (вспомогательные посолочные вещества);
- лактат натрия или калия;
- ацетат и диацетат натрия;
- жидкий дым;
- антиоксиданты бутилгидроксианизол (БОА), бутилгидрокситолуол (БОТ) пропилгаллат (ПГ), токоферолы и экстракты специй;
- вкусовые добавки, пряности и ароматизаторы.

12.3.1.1. Соль и щелочные фосфаты (триполифосфат натрия)

Соль (NaCl или смесь NaCl и KCl) является самым основным консервирующим ингредиентом, предупреждающим порчу мяса. Она хорошо растворяется в воде (насыщенный раствор имеет концентрацию 26,4% или крепость 100 °S) [10]; используется в виде раствора (рассола) или вносится в сухом виде с последующим растворением в тканевой жидкости мяса. Соль выполняет несколько функций:

- придание вкуса;
- снижение активности воды и увеличение ионной силы, что тормозит рост микроорганизмов;
- повышение растворимости мышечных белков, участвующих в связывании частиц;
- дегидратация мышечных тканей при использовании высоких концентраций соли (от 5 до 8%) для подготовки мяса к сушке;
- использование в качестве синергиста нитрита натрия для предотвращения размножения *Clostridium botulinum*.

Применение соли не регламентируется Службой контроля безопасности пищевых продуктов в связи с естественным ограничением ее использования. Содержание соли в формованных и эмульгированных продуктах из мяса птицы обычно лежит в пределах 1,5-3,0%. В производстве готовых продуктов необходимо использовать чистую соль, так как наличие загрязнений (солей металлов, галофильных бактерий и т. д.) может вызвать появление постороннего запаха, повлиять на консервирующее действие соли, ускорить окислительную порчу и сократить срок хранения. Для приготовления консервирующих рассолов рекомендуется применять только неиодированную соль.

Щелочные фосфаты (триполифосфаты натрия или калия, E451i) вносят в продукты из мяса птицы и рассолы в следующих целях:

- повышение ВУС мышечных белков, сохранение сочности и увеличение выхода;
- улучшение (совместно с солью) экстракции солерастворимых белков для более прочного связывания кусков мяса в процессе тепловой обработки;
- сохранение цвета продуктов после переработки;
- усиление мясного аромата и вкуса;
- замедление окислительной порчи путем образования хелатных соединений с ионами металлов;
- снижения отделения жидкости (отека) из продуктов в вакуумной упаковке.

Могут использоваться комбинации триполифосфата натрия (E451П), гексаметафосфата натрия (E451i) и тринатрий фосфата (E339iii), однако общее содержание фосфатов в конечном продукте не должно превышать 0,5% [2]. Соли натрия могут быть заменены солями калия для снижения общего содержания натрия. Применение щелочных фосфатов на уровне, близком к 0,5%, может вызвать «щелочной» или «мыльный» привкус продукта, снизить скорость цветообразования в случае продуктов малого диаметра и ускоренного приготовления, способствовать формированию резиноподобной текстуры продуктов с низким содержанием жира. Вследствие этого в большинстве рецептур используется от 0,3 до 0,4% фосфатов по отношению к

готовому продукту. В некоторых случаях фосфаты могут выделяться на поверхности продукта в виде кристаллов дифосфата.

Рассолы, содержащие щелочные фосфаты, вызывают сильную коррозию и должны храниться в емкостях из нержавеющей стали или из пластика. Пирофосфаты, дифосфаты, тетранатрий пирофосфат и кислый пирофосфат натрия при pH 7 предпочтительнее использовать в колбасных эмульсиях, а триполифосфат натрия и гексаметафосфат натрия применяются в составе консервирующих рассолов, поскольку эти соединения в присутствии мышечных фосфатаз медленно гидролизуются до дифосфата. Тетранатрий пирофосфат обладает хорошим связывающим действием, но является сильно щелочным (pH 11). Так как щелочные фосфаты плохо растворяются в воде, то при подготовке рассолов их необходимо растворять в первую очередь путем энергичного перемешивания. Затем рассол следует охладить и хранить при 0 °C до использования в производстве.

12.3.1.2. Посолочные вещества

Посолочные вещества (6,25% нитрита натрия или калия, E250 или E249) обычно представляют собой кристаллы, окрашенные в розовый цвет для того, чтобы отличить их от других кристаллических ингредиентов, таких как соль или сахар. Они используются при посоле таких продуктов, как ветчина из индейки, бекон из индейки, сосиски и копченые колбасы. Нитриты используются в следующих целях:

- взаимодействие с миоглобином, обуславливающее образование характерного розового цвета мяса после посола (цветообразование) и соответствующего вкуса;
- предотвращения развития ботулизма путем торможения роста *C. botulinum* и других патогенных микроорганизмов;
- замедление окисления липидов.

В США применение нитратов запрещено, допускается использовать только нитриты. Нитриты являются контролируемыми ингредиентами и должны применяться в соответствии с установленными нормативами.

Для продуктов разного типа требуется разная дозировка нитритов. Например, в таких продуктах, как ветчина из индейки и мясные хлеба, допустимое содержание нитритов составляет 200 мг/кг. Содержание нитритов в колбасах не должно превышать 156 мг/кг в пересчете на массу мяса в продукте. В беконе содержание нитрита ограничивается уровнем 120 мг/кг и использовать его можно только вместе с 550 мг/кг эриторбата натрия или аскорбата (ускоритель посола) для предотвращения образования канцерогенных веществ — нитрозаминов. Продукты типа рулетов из птицы обычно не подвергают посолу, мясо в них остается белым, однако ветчина и рулеты из индейки могут изготавливаться из посоленного сырья для образования в них цвета, сходного с цветом посоленных продуктов из свинины.

12.3.1.3. Подсластители — декстроза, сахароза, сухая кукурузная патока, сорбитол

Подсластители, например, сахарозу (сахар) и декстрозу добавляют в продукты из мяса птицы, маринады и рассолы для улучшения вкуса, повышения удерживания воды, снижения резкого вкуса соли, усиления покоричневения при обжарке и снижения

стоимости. В случае ферментированных мясных изделий декстроза (в дозировке от 0,5 до 1%) добавляется в качестве питательной среды для стартовых культур бактерий, затем она превращается в молочную кислоту, что придает полусухим и сухим колбасам характерный для них пикантный вкус.

Сахароза обладает наиболее сладким вкусом по сравнению с другими сахарами и карамелизуется при нагревании. Благодаря своей способности усиливать вкус жареного мяса при тепловой обработке она в основном добавляется в сырые колбасы и колбаски для жарки, но ее присутствие нежелательно в продуктах, подвергаемых обжарке на гриле. Пороговый уровень вкуса сахарозы составляет 0,5%, а декстрозы 0,6%, однако большинство потребителей предпочитает продукты типа ветчины с 1% сахарозы. В рассолах и растворах для шприцевания производители обычно используют от 2,20 до 3,33 кг сахарозы на 100 кг рассола, однако допускается использование до 17,77 кг на 100 кг рассола в зависимости от степени шприцевания.

Декстроза или глюкоза (кукурузный сахар) имеет степень сладости 70-80% по сравнению с сахарозой, является редуцирующим сахаром и очень часто применяемым в качестве подсластителя. Декстрозу предпочтительнее использовать при производстве ферментированных колбас, так как она очень быстро утилизируется бактериями.

Кукурузная патока является побочным продуктом производства кукурузного сахара и получается в результате гидролиза крахмала, при этом образуется декстроза, мальтоза, высшие сахара, декстрины и полисахариды. Кукурузная патока характеризуется степенью сладости 40-50% по сравнению с сахарозой и приобретает темный или коричневый цвет при высокотемпературной обработке. Подсластители на основе кукурузной патоки при продаже оцениваются по декстрозному эквиваленту (*DE*) или по процентному содержанию декстрозы. В большинстве случаев декстрозный эквивалент этих подсластителей составляет 40-50 *DE*, они применяются в колбасах при дозировке около 2%.

Сорбит (E420) представляет собой многоатомный спирт, не способный к покоричневению. Он входит в состав многих ягод как D-глюцитол. Сладость сорбита составляет 60% от сахарозы, этот подсластитель применяется при изготовлении сосисок со счищаемой оболочкой для облегчения отделения оболочки и предотвращения карамелизации и покоричневения продуктов, обжариваемых на гриле. Содержание сорбита в рецептуре не должно превышать 2%.

12.3.1.4. Жидкий дым

Жидкий дым представляет собой водный раствор копильного препарата, который содержит кислоты, фенолы и карбонильные соединения. Кислоты участвуют в формировании кожицы на колбасах, ускоряют действие нитритов и придают кисловатый вкус. Фенолы непосредственно влияют на аромат и действуют как антиоксиданты и бактерицидные вещества, а также являются вспомогательными красящими агентами.

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» в России применение сорбита при производстве мясных продуктов не разрешено. — *Примеч. ред.*

Карбонильные соединения непосредственно участвуют в процессах цветообразования и способствуют формированию вкуса и аромата, а также поперечному связыванию молекул белка. Дозировка жидкого дыма составляет от 0,1 до 0,4%, в среднем для образования требуемого аромата дыма достаточно 0,25%.

12.3.1.5. Антиоксиданты

Некоторые жирорастворимые вещества, такие как бутилксианизол (БОА, Е320), бутилксиитолуол (БОТ, Е321), трет-бутилгидрохинон (ТБГХ, Е319) и пропилгаллат (ПГ, Е310) задерживают окисление жира в продуктах из мяса птицы, при этом их содержание не должно превышать 0,01% (при использовании одного компонента) или 0,02% (при использовании смеси компонентов) в пересчете на жир'. Альфа-токоферол (витамин Е, Е307) допускается использовать в количестве не более 0,03% (индивидуально) или 0,002% (в сочетании с другими антиокислителями) в пересчете на жир, содержащийся в продукте. Лимонная (Е330), аскорбиновая (Е300) и фосфорная (Е338) кислоты используются для связывания железа в хелатные комплексы и усиления действия антиоксидантов. Дезодорированные экстракты специй, например, розмарина, шалфея и чеснока, применяются в качестве натуральных антиоксидантов.

12.3.2. Ингредиенты, улучшающие функциональность мясного белка

12.3.2.1. Соль (хлорид натрия или калия)

Солерастворимые миофибриллярные белки определяют жиро- и влагоудерживающую способность мышечных тканей. Воздействие соли (1,5–3%), тканевой жидкости, добавленной воды, механической энергии смесителя, измельчающего оборудования или вакуумного тумблера способствует экстракции этих белков на поверхность кусочков мяса. При наполнении этими кусочками (частицами) мяса оболочек или форм, обычно под вакуумом, и последующей тепловой обработке белки претерпевают коагуляцию, в результате происходит связывание продукта в единую массу с текстурой, подобной текстуре цельномышечных продуктов. Практически все продукты глубокой переработки содержат соль, добавляемую по рецептуре.

12.3.2.2. Щелочные фосфаты

Щелочные фосфаты используются для усиления удерживания влаги, замедления окислительной порчи, цветообразования и улучшения вкуса. Они действуют как синергисты соли в процессе растворения миофибриллярных белков, а также увеличивают влагоудерживающую способность белков путем повышения рН. Щелочные фосфаты способствуют сохранению розового цвета мяса и птицы даже после

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» в России применение перечисленных антиоксидантов при производстве мясных продуктов (как сырых, так и готовых к употреблению) не разрешено. — *Примеч. ред.*

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» применение фосфорной кислоты при производстве мясных продуктов не разрешено. — *Примеч. ред.*

других, особенно реструктурированных рулетов с высоким pH. В целом при производстве продуктов из мяса птицы рекомендуется использовать фосфаты; обычно они добавляются в количестве не более 0,4% для избежания «мыльного» или «щелочного» привкуса.

12.3.2.3. Трансглутаминаза

Трансглутаминаза представляет собой фермент (белок), способствующий поперечной сшивке мышечных белков и связыванию частиц мяса животных и птицы, а также рыбы. Нанесение фермента непосредственно на поверхность мышц приводит к формированию плотной массы благодаря поперечной сшивке мышечного белка и способствует образованию похожей на цельномышечную текстуры продукта. Обычно для активации трансглутаминазы требуется кальций, однако в последнее время получена кальцийнезависимая трансглутаминаза, продуцируемая *Streptovorticillium mobaraense* [11, 12]. Этот кальцийнезависимый фермент способен обеспечить холодное (без нагревания) связывание в самых разнообразных продуктах (реструктурированные изделия, колбасы, инъекцированные продукты из мяса, сыры, мороженые десерты). Связывание с использованием трансглутаминазы может быть осуществлено путем нанесения порошкообразной формы фермента непосредственно на поверхность кусков мышц, путем введения в состав жидких маринадов (0,65-1,50%) и рассолов, предназначенных для инъектирования, а также непосредственным добавлением (от 0,1 до 0,3%) в фарш для эмульгированных колбас. Связывание начинается примерно через 30 мин после введения фермента и продолжается в течение нескольких часов при температурах холодильного хранения. Трансглутаминаза может использоваться во многих продуктах для улучшения текстуры и связанности продукта, также в сочетании с солью, щелочными фосфатами и посолочными веществами.

12.3.2.4. Фибримекс (Fibrimex®, белки плазмы бычьей крови)

Фибримекс — товарная марка препарата на основе белков плазмы бычьей крови. Он способствует связыванию белков в холодном состоянии, наносится на поверхность кусков мяса (7-10% к массе мяса) и образует поперечные связи или полимеризуется в течение 6-8 ч, в результате чего формируется плотная мышечная масса. Готовый препарат состоит из двух свертывающих кровь компонентов — фибриногена (20 частей) и тромбина (1 часть), получаемых из бычьей крови. Компоненты транспортируются в замороженном виде и после размораживания смешиваются друг с другом, в результате чего начинает протекать реакция полимеризации. Эта реакция чувствительна к температуре — на холоде (2-4 °C) компоненты реагируют медленно, с увеличением температуры (10-25 °C) становятся более активными. Фибримекс наносят на поверхность кусков мышц (филе) или других цельномышечных частей, куски формируют путем заполнения формы или оболочки (эта технологическая операция должна быть выполнена не более чем за 30 мин). Затем продукт оставляют на ночь в охлажденном состоянии (2-4 °C) для образования поперечных связей. Готовый продукт имитирует цельномышечные части и в сыром виде может быть нарезан и подготовлен к продаже как кусковой полуфабрикат.

12.3.2.5. Альгинаты

Альгинаты (E401, E402) представляют собой экстракты из коричневых морских водорослей, использующиеся как гелеобразующие вещества, а также для снижения отделения влаги и модификации текстуры. Имеются данные об использовании альгината для связывания сырых кусков мяса с образованием реструктурированного стейка без применения соли, щелочных фосфатов и необходимости замораживания перед нарезанием [13]. Альгинат образует термостабильный гель, который формируется при низкой (холодильной) или комнатной температуре. При использовании в качестве связующего альгинат натрия (0,4%) медленно перемешивается с грудками птицы или кусками мяса. Добавляется капсулированный лактат кальция (0,4%), и мясная масса снова перемешивается в течение 3-5 мин для равномерного распределения ингредиентов. Продукт затем помещают в форму или оболочку и оставляют для образования геля на 7-10 ч. После этого продукт можно нарезать для жарки или приготовить в оболочке. Альгинат является уникальным в том смысле, что связывание продукта сохраняется и при интенсивной термообработке (консервирование стерилизацией).

12.3.3. Влагоудерживающие и текстурирующие ингредиенты

12.3.3.1. Белки

Соевые мука, концентраты и изоляты. Соевые белки являются наиболее широко применяемыми немясными белковыми добавками. Их используют в виде муки, концентратов и изолятов, различающихся по содержанию белка в пересчете на сухое вещество — 50,70 и 90% соответственно. Функциональные концентраты и изоляты — белки с высокой пищевой ценностью, которые в большинстве случаев используются для повышения удерживания влаги и предотвращения образования бульонного отека, увеличения количества удерживаемого рассола в инъекцированных продуктах, снижения стоимости. С другой стороны, при добавлении соевых белков сохраняется текстура и внешний вид мясных продуктов [14]. Дозировка концентратов в измельченных продуктах из мяса птицы может составлять до 11%, а изолятов — от 1 до 2% (в пересчете на сухие вещества). Эти продукты имеют слабо выраженный профиль вкуса и запаха и при нагреве образуют гелевый матрикс, сходный по внешнему виду, текстуре и цвету с мышечной тканью. В продукты с большим количеством соевого белка рекомендуется вносить вкусовые и ароматизирующие добавки, позволяющие снизить эффект разбавления мясного вкуса, например, гидролизаты белков. Изоляты чаще всего используются в посоленных и инъекцированных рассолом продуктах, где требуется равномерное распределение рассола и его составляющих, а концентраты больше подходят для начинок, колбас и реструктурированных продуктов.

Молочные белки (сывороточные белки и казеинаты). Сухое обезжиренное молоко, казеинат натрия и сывороточные белковые концентраты представляют собой молочные белки с высокой пищевой ценностью, используемые в качестве эмульгаторов и влагосвязывающих веществ. Добавка молочных белков придает продукту мягкую текстуру и вкус, а также способствуют связыванию воды и жира. Казеинаты натрия

образуют растворы с высокой вязкостью. В отличие от соевых белков они не образуют гелей. Следовательно, они не могут хорошо связывать друг с другом кусочки мяса, однако благодаря способности связывать воду они увеличивают прочность таких мясных продуктов, как ветчина [15]. Концентраты сывороточных белков применяются в качестве заменителей мяса в колбасах при дозировках от 0,5 до 2% (в пересчете на сухое вещество).

Гидролизированные растительные и животные белки. Гидролизированные белки получают путем гидролиза (разложения) белков соевых бобов, других растительных белков, желатина и молочных белков. В результате образуются пептиды — фрагменты белков с более короткой цепью, и свободные аминокислоты, которые усиливают вкус мяса птицы. Хотя их роль в связывании мясных частиц незначительна, эти вещества участвуют в удерживании воды и эмульгировании жира. Применяются на уровне 1-2% (в пересчете на сухое вещество).

Желатин. Желатин является недорогой и широко применяемой влагосвязывающей добавкой, а также гелеобразователем, имеет низкую пищевую ценность. В консервированных мясных продуктах, например, ветчине, хлебах, сосисках, венских колбасах и консервированной свинине желатин применяется для предотвращения потерь мясного сока при нагревании и в качестве среды, обеспечивающей хорошую теплопроводность в процессе тепловой обработки. Желатин также используется в эмульгированных мясных изделиях и желеобразных продуктах в дозировке от 3 до 15%, однако чаще всего его добавляют в количестве 0,5-3%.

12.3.3.2. Углеводы

Крахмал. Из всех углеводов наиболее часто используется крахмал разных видов в связи с его доступностью и низкой стоимостью. Крахмалы способны связывать воду в двух-четырёхкратном количестве по отношению к своей массе, обеспечивают стабильность при замораживании и размораживании, могут служить в качестве заменителя жира, а также способствовать образованию плотной текстуры. Наиболее распространенными видами крахмала являются картофельный, кукурузный, пшеничный, тапиоковый и рисовый. Для образования геля и достижения конечной текстуры и влагосвязывающей способности требуется высокотемпературная обработка натурального крахмала, поэтому он подвергается предварительной модификации или клейстеризации путем обработки при относительно низких температурах — от 60 до 75 °C. Предварительно клейстеризованный крахмал быстро увеличивает вязкость в мясных системах и применяется чаще всего при производстве грубоизмельченных и эмульгированных колбас и других аналогичных продуктов и в меньшей степени — инъекционных продуктов. Дозировка составляет от 1 до 3,5% и может достигать до 18% в зависимости от конкретной технологии и нормативных ограничений.

Гидроколлоиды (камеди). Каррагинан (E407) представляет собой гидроколлоид, получаемый из красных морских водорослей, который при поглощении воды образует прочную гелеобразную структуру. Его применение позволяет повысить выход, уменьшить отделение влаги (вследствие усиления связывания воды), улучшить нарезаемость конечного продукта, увеличить сочность и предохранить продукт от изменений при замораживании и оттаивании. Каррагинан может вводиться в состав

рассола для инъектирования мяса и продуктов из птицы или вноситься непосредственно в смеситель, мешалку или тумблер. В большинстве случаев каррагинан применяется в количестве менее 1% и для достижения полной растворимости требует нагрева. Смеси каррагинанов позволяют модифицировать текстуру продуктов. При применении в рассолах первыми должны быть растворены фосфаты, затем соль и только после этого сахар вместе с каррагинаном. Необходимо использовать каррагинан только высокого качества, иначе возможно преждевременное образование геля в точках введения игл в продукт (этот дефект известен как «тигровые полосы»).

Конжак или конжаковую муку (E425) получают из корня растения *Amorphophallus konjac* (слоновий батат). Этот гидроколлоид может набухать и гидратироваться с образованием очень вязкого раствора. Его также можно химически модифицировать и придать ему способность к образованию геля, остающегося стабильным при экстремальных температурах. Низкие дозировки конжака применяются в мясных продуктах для связывания воды и модификации текстуры. Его можно комбинировать с модифицированным крахмалом и соевыми белками.

Крайне редко с помощью только одного немясного ингредиента можно обеспечить все желаемые характеристики продуктов из мяса птицы. Обычно для получения «цельномышечной» текстуры продуктов из мяса птицы необходимо использовать функциональные смеси, включающие соевые белки, крахмалы и гидроколлоиды.

12.3.4. Консерванты и антиоксиданты

12.3.4.1. Лактат натрия или калия

Лактат натрия или калия (E325 или E326, продается в виде 60%-ного раствора) может добавляться в перерабатываемые продукты из птицы в следующих целях:

- увеличение срока годности;
- торможение роста патогенных микроорганизмов;
- усиление соленого вкуса;
- улучшение текстуры путем снижения потерь влаги.

Лактат натрия вносится в цельномышечные продукты, реструктурированные мясные продукты, рубленые полуфабрикаты, а также в грубоизмельченные и эмульгированные колбасы. В США допустимое содержание лактата натрия в чистом виде — не более 2,9% в готовых мясных продуктах, в виде 60%-ного раствора — 4,8%¹. Было установлено, что при содержании 4% и более (в пересчете на чистое вещество) лактат натрия ингибирует рост *Listeria monocytogenes* в рулетах и сосисках из мяса птицы. Но при этом следует на 20% уменьшить содержание соли, чтобы продукт не был слишком соленым.

12.3.4.2. Ацетат и диацетат натрия

Диацетат и ацетат натрия (E262) разрешены к использованию в качестве вкусовой добавки в мясные продукты и продукты из птицы в количестве не более 0,25% по отношению к массе готового продукта¹. Они действуют как подкислители, вкусовые и

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» применение лактата и ацетата натрия при производстве мясных продуктов осуществляется согласно ТИ. — Примеч. ред.

антибактериальные вещества и могут использоваться в маринадах, рассолах и в виде сухих ингредиентов. Они особенно эффективно действуют против *L. monocytogenes* при более низких температурах холодильного хранения в продуктах с низким pH. Ацетат и диацетат калия в настоящее время не разрешены к использованию.

12.3.5. Специи

Специи — это ароматические вещества, получаемые из разных частей растений и из трав. Например: гвоздика представляет собой бутон цветка; мускатный орех и перец — плоды; мускатный цвет (маис) — околоплодник мускатного ореха; кардамон, кориандр, горчица — ароматические семена; корица — кора; шалфей, тимьян, майоран — высушенные листья; лук, чеснок — луковичи растений; имбирь — корневище. Натуральные специи поставляются в целом или в измельченном виде, вкус и аромат определяются содержанием в этих специях эфирных масел. Измельчение разрушает клеточную структуру и освобождает эфирные масла, за счет чего свежемолотые специи обладают более сильным вкусом и ароматом. Размер частиц измельченного вещества также влияет на высвобождение аромата и вкуса — чем мельче частицы, тем быстрее происходит высвобождение аромата. Частицы измельченных специй нормируются по размеру сит от № 20 до № 60. Специи определяют не только вкус и аромат, но и цвет: паприка дает красный цвет, а турмерик придает желтый цвет горчице.

Ароматические свойства специй сконцентрированы в олеорезинах (маслосмолах) и эфирных (летучих) маслах (олеорезины содержат в себе эфирные масла вместе с растительными восками) [3]. Пиперин, например, является олеорезином, полученным из перца (5-12%). Эфирные масла — это летучие фракции специй, полученные дистилляцией паром. Эти соединения определяют интенсивность запаха и вкуса и включают в себя углеводороды, терпены и сесквитерпены (нестабильные), тогда как спирты, эфиры, альдегиды и кетоны являются главными носителями аромата. Прочие соединения представляют собой нелетучий остаток, например, воски и парафины.

Олеорезины или маслосмолы — густые смолистые вещества, экстрагируемые с помощью растворителей (ацетон, этанол, изопропиловый спирт, этилхлорид, гексан, петролейный эфир), содержат одновременно летучие и нелетучие фракции. Они более совершенны по составу, чем эфирные масла, содержат натуральные антиоксиданты, в них отсутствуют дрожжи и плесени, они могут быть стандартизованы по вкусоароматическим свойствам и их интенсивности. Маслосмолы могут изготавливаться в виде водного раствора, для чего используются эмульгаторы (Полисорбат 80) и моноглицериды. Сухие диспергированные специи могут также быть нанесены на твердые носители, например, соль, декстрозу, муку или дрожжи, а также инкапсулированы с использованием модифицированного пищевого крахмала, гуммиарабика, мальтодекстрина, желатина, твердого жира или масла.

Растворимые специи (маслосмолы и эфирные масла) часто применяются в обработанных или консервированных мясных продуктах для предотвращения потемнения продукта в процессе обработки и снижения риска обсеменения патогенными микроорганизмами, возможного при использовании обычных специй. Натуральные (целые или измельченные) специи чаще всего используются в колбасах (копченых,

Таблица 12.3. Специи, наиболее часто используемые в мясной промышленности

Черный перец	Ямайский перец	Базилик	Лавровый лист
Кардамон	Гвоздика	Имбирь	Фенхель
Мускатный орех	Горчица	Паприка	Стручковый красный перец
Кайенский перец	Белый перец	Тмин	Кориандр
Зерна сельдерея	Тмин	Майоран	Тимьян
Чабер	Шалфей	Анис	Корица
Стручковый перец	Лук	Чеснок	Кунжут

сухих и полусухих), и их необходимо стерилизовать для предотвращения контаминации продукта бактериями (табл. 12.3). Подбор специй для определенного мясного продукта следует осуществлять, используя специальные справочники и сборники рецептур мясных продуктов.

12.3.6. Оболочки

Оболочки можно рассматривать как гибкие емкости, достаточно прочные, чтобы придать форму колбасам и порционным продуктам. Они должны выдерживать тепловую обработку после наполнения мясной массой или фаршем. Перед нарезкой оболочки можно удалять или оставлять на продукте. Для изготовления изделий типа мясного хлеба используются также металлические формы, но они перед нарезкой удаляются. Процесс помещения продуктов в оболочки и формы называют набивкой или шприцеванием, обычно он осуществляется при помощи вакуумного шприца, который удаляет захваченный воздух и превращает продукт в однородную массу без пустот. Оболочки разделяются на натуральные (из кишок и желудков) и искусственные (из восстановленного коллагена, целлюлозы, армированные и полимерные); они могут быть съедобными и несъедобными.

12.3.6.1. Натуральные оболочки

Натуральные (кишечные) оболочки получают из коллагеновой подслизистой оболочки желудочно-кишечного тракта крупного и мелкого рогатого скота, а также свиней путем удаления жира и внутреннего слизистого слоя [16]. Эти оболочки проницаемы для дыма и влаги, при нагреве необходимо контролировать влажность, иначе они становятся жесткими. Оболочки транспортируются [17]:

- скомплектованными в пачки, после сухого посола (требуют промывки);
- скомплектованными в пачки, с защитным покрытием или предварительно промытые;
- в виде готовых отрезков, не требующих промывки.

Оптимальная температура хранения оболочек — от 4 до 10 °С. На поверхности кишечных оболочек имеются небольшие нитевидные капилляры («усики»), при помощи которых обеспечивается закрепление кишок в жировой ткани и поступление крови к кишке. Если кишки отделяются с использованием ножа, это может привести

к ворсистости поверхности оболочки, однако это обычно исчезает при тепловой обработке.

Кишечные оболочки свиней получают из желудка, тонких кишок (18,3 м), толстой кишки (2,3 м) и слепой и прямой кишки (глухарка и гузенка, 1,8 м). Они продаются в виде пучка (генкса) длиной около 91 м или отрезков длиной 1-2 м. Обычно оболочки классифицируют по размеру: 35 мм и менее и шире 35 мм. Данные по емкости наполнения натуральных оболочек различных размеров и типов можно получить в Международной ассоциации по натуральным колбасным оболочкам (Вашингтон, <http://www.insca.org>). Свиные оболочки применяются для сырых и готовых колбас, пепперони, итальянской колбасы, сарделек, колбасок для гриля и сырых колбасок для жарения. Свиные глухарки применяются для ливерной, брауншвейгской, генуэзской, тюрингской, сырокопченой колбасы и сервелатов.

Оболочки из кишечного сырья мелкого рогатого скота (бараньи) считаются лучшими среди оболочек с малым диаметром (от 16 до 28 мм). Бараньи оболочки получают из желудка, тонких кишок (около 27,4 м) и толстых кишок (синюга и гузенка, около 0,9 м). Наиболее часто эти оболочки применяются для колбас небольшого диаметра, таких как боквурст, франкфуртские сосиски, кабаносси, крестьянская охотничья и портовая колбасы.

Говяжьи оболочки получают из всего кишечного тракта КРС, наиболее часто используются три вида оболочек — синюга (около 1,82 м), круги (примерно 32 м) и толстая черева (около 8,3 м). Круги получили свое название из-за кольцеобразной формы (диаметр 35-46 мм). Они применяются для изготовления колбас в виде колец и полуколец — круглой болонской, польской, гольштиской, кровяной, ливерной и меттвурста. Толстые черевы (диаметр 45-65 мм) часто используются для болонской и лионской колбас, сухих и полусухих сервелатов, салями. Пузыри имеют вместимость от 2,5 до 6,5 кг и чаще всего применяются для рубленых колбас или мортаделлы в связи с их плоской или овальной формой.

12.3.6.2. Коллагеновые оболочки

Оболочки из восстановленного коллагена являются менее прочными, чем натуральные, но они могут быть любого размера, имеют низкую микробиологическую обсемененность и более высокую однородность. Эти оболочки получают из эпидермиса говяжьих шкур («спилка»): сначала проводится щелочная экстракция, затем набухание в кислоте, формование в виде рукава с помощью экструдера и затем фиксация необходимого размера и формы нейтрализацией коллагена в щелочной ванне. Оболочки затем гофрируются для размещения на цевках набивочных шприцов. Съедобные коллагеновые оболочки наиболее часто применяются для сырых колбас и сосисок с диаметром от 22 до 30 мм. Коллагеновые оболочки большего диаметра в целях повышения прочности обрабатывают альдегидами для образования поперечных связей, однако эти оболочки необходимо удалять перед едой.

12.3.6.3. Целлюлозные оболочки

Целлюлозные оболочки получают из волокон хлопчатника, высокосортной альфа-целлюлозы или древесной пульпы. С помощью химической обработки получают

ксантогенат целлюлозы. Его растворяют в разбавленной щелочи с образованием вязкого раствора, который затем экструдировать через щели разного размера в раствор кислоты для фиксации целлюлозного полимера. Для повышения гибкости упаковки и придания ей определенных свойств в матрицу оболочки можно внедрить глицерин пищевого качества, пропиленгликоль, минеральное масло, поверхностно-активные вещества, красители, дым и воду. Оболочки из целлюлозы несъедобны, однако имеют те же преимущества, что и коллагеновые. Их также обычно гофрируют в трубки (гофрокуклы) длиной от 12,2 до 48,8 м и шприцуют со скоростью от 76 до 92 м/мин. После термической обработки перед упаковкой продукта эти оболочки удаляют.

12.3.6.4. Фиброузные оболочки

Фиброузные (вискозно-армированные) оболочки производят путем экструзии регенерированной целлюлозы на бумажную основу и формования в виде рукава. В результате получается прочная несъедобная оболочка для продуктов большого диаметра (от 50 до 150 мм), таких как болонская колбаса, рулеты из мяса птицы, ферментированные колбасы и ветчина из индейки. Некоторые оболочки дополнительно покрывают изнутри непроницаемым для кислорода и влаги барьерным слоем полимера для предотвращения потерь влаги и воздействия кислорода. Такие оболочки очень удобны для продуктов, термообработку которых проводят в воде, например, болонской, ливерной колбас, рулетов из мяса птицы. Оболочки этого типа обычно удаляют перед нарезкой, порционированием или упаковкой.

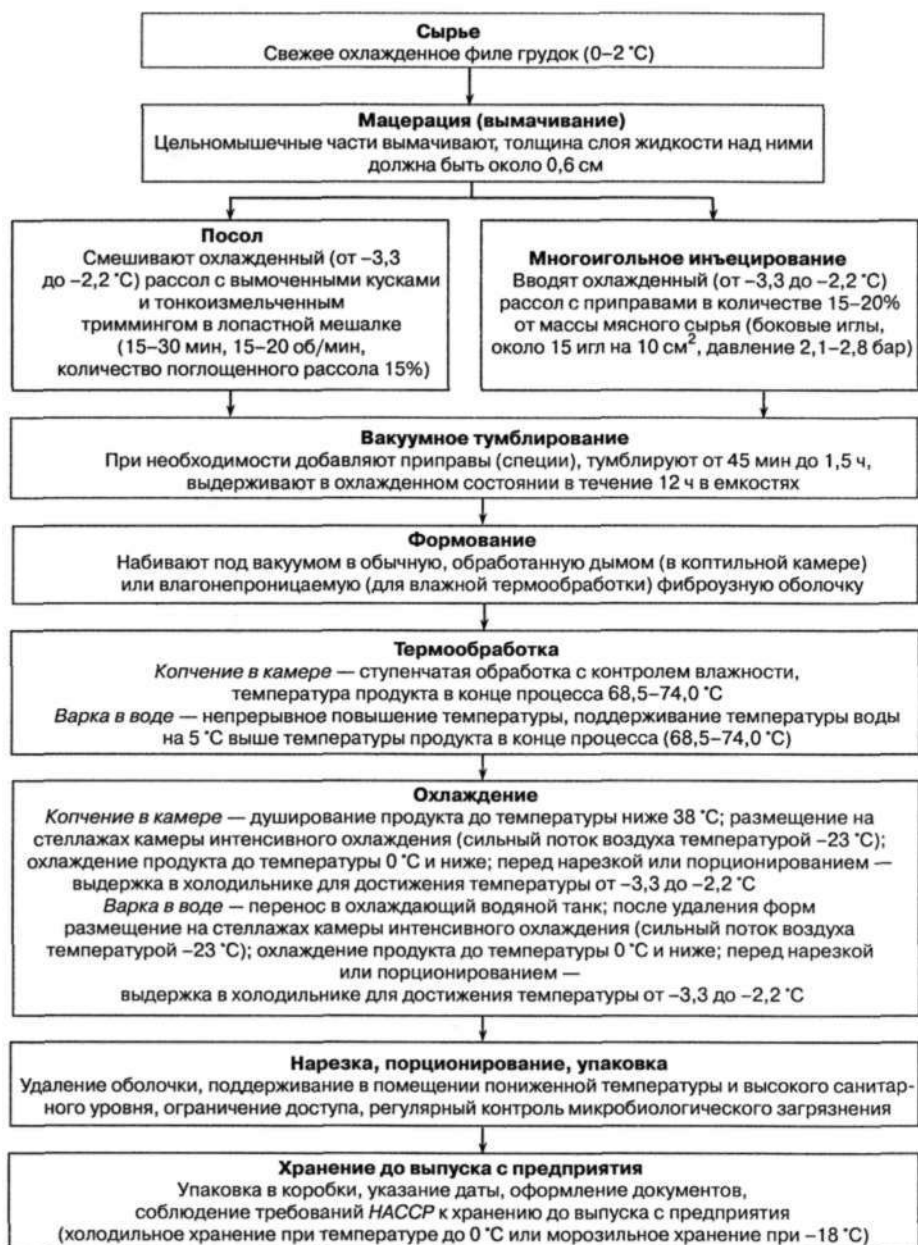
12.3.6.5. Полимерные оболочки

Полимерные оболочки в виде рукава, непроницаемые для дыма и влаги, но в незначительно проницаемые для кислорода, используются для набивки под вакуумом таких продуктов, как сырые колбасы и измельченная индейка. Для закрывания концов получившихся батонов чаще всего применяют металлические клипсы. Эти продукты чаще всего продают в розничной торговле в виде упаковок по 0,5; 1,0; 2,3 или 4,5 кг, которые в дальнейшем делят на порции сами потребители. Так как в таких упакованных продуктах содержится меньше кислорода, то они имеют более длительный срок хранения в охлажденном состоянии, чем продукты, упакованные на подложках в самом магазине (на складе).

12.4. Технологические процессы

12.4.1. Формованные продукты

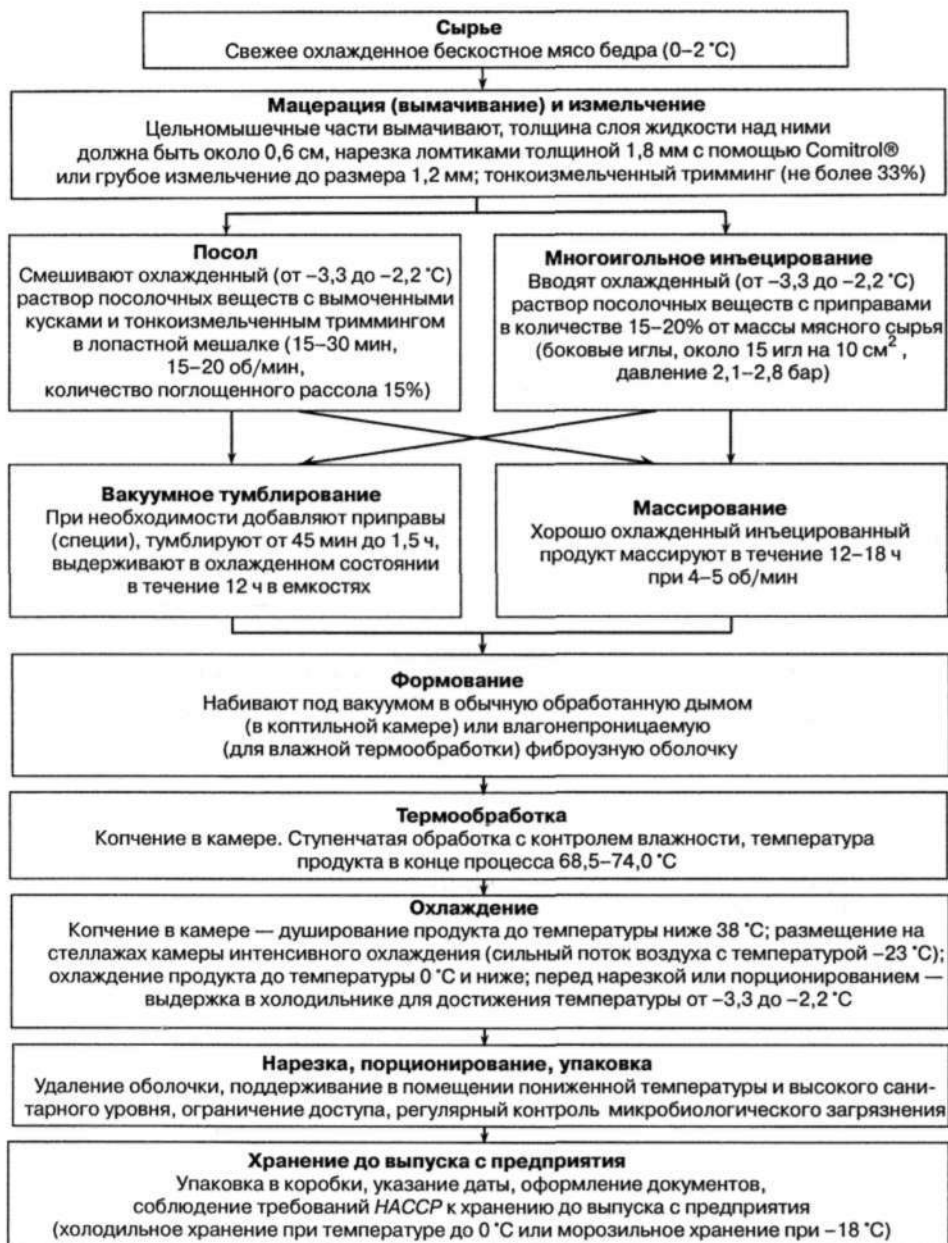
Формованные продукты состоят из целых мышц птицы или их обрез (тримминга), которым придают специальные формы путем помещения их в оболочки или формы с последующей обработкой до полной готовности и получения «цельного» продукта, пригодного для порционирования или нарезки. Мясо в нарезанном или измельченном виде выдерживают в рассоле (1,5-2,5% хлорида натрия и не более 0,5% щелочных фосфатов) или инъецируют посолочным раствором (рассол с добавлением нитрита



Примечание. В процессе мацерации разрушается соединительная ткань и увеличивается площадь поверхности продукта для впитывания рассола.

Рецептура рассола (на конечный продукт): 1,5–2,0% соли; 0,4% щелочного фосфата; 0,5% декстрозы; 3,0% лактата калия; приправы и специи в соответствии с видом продукта.

Рис. 12.2. Технологическая схема производства вареного рулета из мяса птицы (филе грудок)



Примечание. В процессе мацерации и измельчения разрушается соединительная ткань и увеличивается площадь поверхности продукта для впитывания рассола.

Рецептура рассола (на конечный продукт): 2,2–2,5% соли; 0,4% щелочного фосфата; 1,0% декстрозы; 3,0% лактата калия; 200 мг/кг нитрита натрия 550 мг/кг эриторбата натрия; приправы и специи в соответствии с видом продукта

Рис. 12.3. Технологическая схема производства ветчины из индейки (бескостное мясо бедра)

натрия и эриторбата натрия) для экстракции солерастворимых белков, которые образуют на поверхности кусков мяса липкий слой и формируют натуральный белковый матрикс, связывающий продукт при готовке. Для того чтобы обеспечить удержание влаги и связывание частиц в массу, имитирующую цельномышечную текстуру, до 33% мясного сырья может использоваться в виде тонкоизмельченного или эмульгированного мяса. В рассол, предназначенный для инъектирования формованного продукта, могут быть добавлены немясные ингредиенты: изолят соевого белка, гидролизованные белки, крахмал и каррагинан. После посола или инъектирования рассолом и вакуумного тумблирования продукты выдерживают в охлажденном состоянии для равномерного распределения ингредиентов, затем их набивают в оболочки или формы и проводят термообработку до достижения в толще продукта безопасной температуры — от 71,1 до 73,8 °С. На рис. 12.2 и 12.3 приведены схемы технологического процесса производства двух формованных продуктов — бескостного маринованного рулета из птицы и ветчины из индейки.

12.4.2. Дефекты производства (формованные продукты)

Некоторые дефекты, которые могут возникать в процессе производства формованных продуктов, приведены в табл. 12.4.

Таблица 12.4. Наиболее распространенные дефекты мясных продуктов

Дефект	Возможные причины	Примечания
Дефекты вкуса и запаха		
Прогорклость	Гидролиз жира ферментами мяса с последующим окислением; окислительные процессы под воздействием света (УФ), кислорода, повышенной температуры, пероксидаз, соли, озона, термообработки продукта; проникновение воздуха через вакуумную упаковку; превышение срока хранения; длительное воздействие света при хранении; недостаточное количество или неправильно подобранный антиоксидант в продукте	Соль может содержать примеси тяжелых металлов, являющихся прооксидантами; при термообработке окисление может ускориться, что приведет к появлению постороннего металлического привкуса
Порча	Кислый запах продукта из вакуумной упаковки указывает на обсемененность молочнокислыми бактериями	

Продолжение табл. 12.4

Дефект	Возможные причины	Примечания
Розовая окраска	Гнилостный запах упакованного продукта (без вакуума) указывает на обсемененность психротрофными бактериями	
	<i>Дефекты цвета (продукты без использования нитрита)</i> Недостаточная термообработка продукта	Может указывать на потенциальную опасность загрязнения патогенными бактериями и возможного отравления
	Загрязнение остатками нитрита оборудования, компонентов, помещений, печей	Перед переработкой необходима тщательная очистка оборудования, помещений и т. д.
Внутренняя часть недостаточно просолена или имеет бледный цвет	Присутствие водорастворимых окислов азота (NO_x , NO_2), образующихся при неполном сгорании природного газа в печах или копильных камерах	Использовать в начале нагревания стадию высокотемпературной (82–93°C) сушки поверхности продукта
	<i>Дефекты цвета (продукты с использованием нитрита)</i> Недостаточное содержание нитрита в посолочном растворе	Очень быстрая обработка сразу после введения посолочного раствора часто приводит к недостаточному цветообразованию в продукте
	Мясное сырье с признаками PSE	Денатурация миоглобина приводит к образованию бледно-розовой или серой окраски
	Образовавшийся при посоле пигмент окислен под действием света, кислорода и повышенной температуры	Окислению способствуют: нарушение вакуумной упаковки, сильное освещение (УФ), повышенная температура хранения, воздействие бактерий
Зеленые пятна внутри продукта	<i>Высокое значение pH</i> Анаэробное хранение в сочетании с термообработкой при высокой температуре	
	Нитритный ожог, обусловленный избыточной дозировкой нитрита или его неравномерным распределением	
	Недостаточное протекание посолочных процессов, связанное с очень кратковременным посолом или низкой температурой помещения при посоле	

Продолжение табл. 12.4

Дефект	Возможные причины	Примечания
Коричневый цвет ветчины из индейки	Окисление мясных пигментов	Дегидратация в результате низкой относительной влажности и высокой температуры хранения
Бледный цвет, блеклая внутренняя часть	Мышечное сырье недостаточно просолено	
	Недостаточная скорость и эффективность посола вследствие заниженной температуры посола	
	Слишком высокая температура посола и хранения, что способствует быстрому росту бактерий, разрушающих пигменты мяса	
Радужность — ненатуральный блестящий вид, перламутровый блеск	Дифракция падающего белого света, вызванная слоистой и волнистой структурой мышцы Рост бактерий	
Посторонний розовый или зеленый цвет	Продукты метаболизма галофильных бактерий Рост бактерий, вызванный очень низкой концентрацией соли и очень высоким содержанием влаги	
Потемнение обжаренного бекона	Инверсия сахара бактериями Плохое качество сахара Перегрев при жарке	
Дефекты инъектирования		
Образование полостей («карманов») с рассолом	Использование высокого давления инъектирования для преодоления плохого распределения рассола из-за большого межмышечного расстояния	
	Излишнее инъектирование	

Окончание табл. 12.4

Дефект	Возможные причины	Примечания
<i>Кровоизлияния</i>		
Точечные кровоизлияния в мышцах — маленькие кровавые пятнышки	Разрыв сосудов в результате слишком длительного промежутка между электрооглушением и обескровливанием или слишком высокое напряжение при электрооглушении	
Большие кровоизлияния в мышцах	Использование заплесневевших кормов, в которых накопились, например, микотоксины или снижающие вязкость крови вещества	
Комбинированные кровоизлияния	Повреждение кровеносных сосудов при отлове и транспортировке	
<i>Дефекты готового продукта</i>		
Разрушение ломтиков при нарезке, например, ветчины	Для приготовления мясного продукта использовано некондиционное мясо Слабая экстракция солерастворимых связывающих белков Излишне кислое мясо или рассол Излишняя тепловая обработка продукта (переваривание) Недостаточное давление прессования для соединения кусков друг с другом	

12.4.3. Эмульгированные продукты (колбасные изделия)

12.4.3.1. Предварительное смешивание

Предварительное смешивание мяса птицы способствует усилению экстракции белка и с этой целью используется на некоторых предприятиях. Нежирное мясо (свежее или предварительно замороженное) может измельчаться на волчке с диаметром отверстий решетки от 3 до 5 мм, а жирное мясо измельчается отдельно на волчке с решеткой от 9 до 12 мм и вводится позднее в процессе переработки. Полученный шрот нельзя хранить дольше, чем 24-48 ч. После измельчения шрот направляется в смеситель или

мешалку (рис. 12.1), отбираются образцы для определения содержания жира и влаги, добавляется необходимое количество нитрита и соли (при наличии в рецептуре нитрита) или только соль для изготовления продуктов без нитрита. Составляют смесь из 4–6 кг соли, 15 г нитрита, 55 г эриторбата натрия и 0,4% триполифосфата натрия на 100 кг мяса, смешивают со шротом и хранят в подходящей таре при температуре от 0 до 2,2 °С не более 72 ч. Если полученная предварительная смесь замораживается для более длительного хранения, ее перед использованием выдерживают при температуре от -3,3 до -2,2 °С, не допуская оттаивания. Каждая емкость должна иметь маркировку с номером партии, чтобы можно было ее идентифицировать и соотнести с результатами химических анализов для окончательной коррекции состава смеси.

12.4.3.2. Понятие мясной эмульсии

Мясной фарш (для сосисок и колбас) представляет собой сложную эмульсию, в которой *дисперсной фазой* являются микроскопические капли жира, а *дисперсионной средой* (непрерывной фазой) — солерастворимые миофибриллярные белки, образующие вокруг жировых капель оболочку. Белки находятся во взвешенном состоянии в сложной системе, состоящей из воды, белков (миофибриллярных, саркоплазматических и белков соединительной ткани), липидных капель и немясных ингредиентов (специй). При нафевании они образуют стабильную гелеобразную пространственную структуру — матрикс. В процессе образования эмульсии можно выделить три фазы или стадии, хотя в действительности они взаимосвязаны и являются частью единого непрерывного процесса.

12.4.3.3. Стадии образования эмульсии

Экстракция и набухание белков

Изготовление мясного фарша или эмульсии начинается с измельчения нежирного мясного сырья (состоящего преимущественно из миофибриллярных белков), такого как грудки цыплят или куриное мясо механической обвалки без кожи на куттере (рис. 12.4), как правило, под вакуумом, с добавлением 4–6% соли и посолочных веществ (нитрита натрия и эриторбата натрия). Примерно половину воды добавляют в виде снега или чешуйчатого льда, чтобы поддерживать температуру около 0 °С, и измельчение продолжают до получения однородной мясной массы с температурой выше 4 °С. На этой стадии саркоплазматические и миофибриллярные белки растворяются и набухают благодаря ионным силам (частичное разворачивание белков увеличивает пространство внутри мышечной ткани), что приводит к увеличению абсорбции воды. Добавление щелочных фосфатов повышает pH мясной массы и способствует ее дальнейшему набуханию. Кислые фосфаты (кислый пирогосфат натрия) оказывают обратное действие и используются для «ослабления» эмульсии в целях облегчения шприцевания в оболочки. Кратковременная остановка после измельчения нежирного мяса (на 5 мин) усиливает экстракцию миофибриллярных белков и способствует повышению влагосвязывающей способности фарша. Белки коллагена в связи со своей структурой, представляющей тройную спираль, растворяются плохо и являются слабыми эмульгаторами. В связи с этим доля сырья с низкой ВСС должна быть ограничена 15% от общей массы мясного сырья или 25% при использовании тримминга с высоким содержанием соединительной ткани.

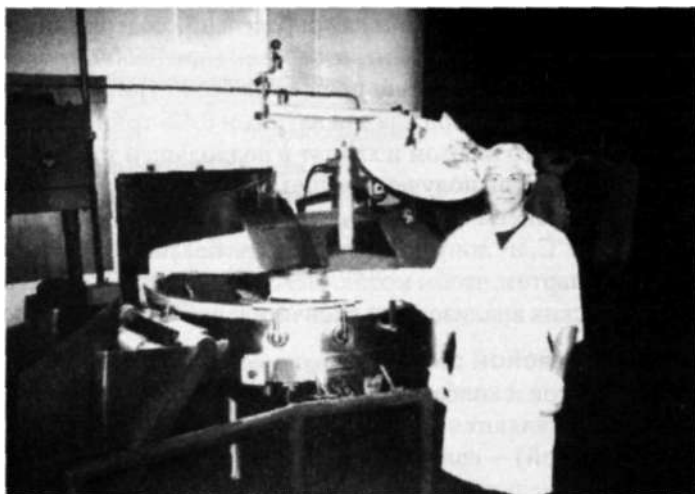


Рис. 12.4. Куттер с вращающимися ножами, расположенными под закрывающейся крышкой с задней стороны чаши

Эмульгирование жира (образование эмульсии)

После завершения экстракции солерастворимых белков в куттер (под вакуумом) добавляют остальной лед или воду, жировую ткань, немясные ингредиенты и продолжают обработку до достижения температуры от 10 до 13 °С, в зависимости от вида используемого жира. В процессе измельчения эмульгирующий агент (миофибриллярные белки) подвергается конформациям, в результате которых гидрофобные части белков ориентируются к жировым каплям, а гидрофильные — к водной фазе. Это приводит к обволакиванию жировых капель белком и способствует их равномерному распределению в среде, состоящей из воды, белка и добавок. Миофибриллярные белки абсорбируются на поверхности микроскопических частиц жира в первую очередь, в результате чего теряют свою влагосвязывающую способность. Формирование белковых оболочек на частицах жира свидетельствует об образовании эмульсии, которая позднее стабилизируется при тепловой обработке. Вода, с одной стороны, механически удерживается в матриксе эмульсии, а с другой — связывается отрицательно заряженными группами белков. Поскольку белки участвуют в формировании границы раздела фаз жир-вода, то для дальнейшего эмульгирования жира и связывания воды требуются новые порции белков. Частицы жира внутри белковой оболочки должны оставаться в достаточно пластичном состоянии для образования стабильной эмульсии. При температуре выше точки плавления данного жира его частицы становятся жидкими и плохо удерживаются белковой оболочкой. Таким образом, для образования стабильной эмульсии критичным параметром является контроль температуры.

Максимальная температура эмульсии, при которой ее структура сохраняет стабильность, составляет 10-12 °С для мяса птицы, 16-18 °С для свинины, 21-22 °С для говядины. При использовании смеси жиров максимальная температура смеси определяется преобладающим жиром. Если после куттерования предусматривается

Сырье

Отбор свежеприготовленных охлажденных бескостных грудок, мяса бедра, голени, механически сепарированного мяса или предварительно приготовленной смеси (с температурой от -3 до -1 °C)

Анализ сырья и составление рецептуры

Проведение анализа сырья на содержание влаги, жира, белка (стандартизованные методы АОАС). Составление рецептуры в соответствии с требованиями к конечному составу при помощи программы расчета минимальной стоимости

Грубое измельчение

Измельчение нежирного мясного сырья на волчке с решеткой 3 мм (не требуется для ММО)

Куттерование и эмульгирование

1. Смешивание предварительно измельченного или нежирного мяса с солью, щелочными фосфатами, посолочными веществами (нитрит и эриторбат) с 1/2 добавляемой воды в виде снега в вакуумном куттере (вакуум 80%)
2. Куттерование до пастообразного состояния с поддержанием температуры ниже 4 °C, при необходимости используется измельченный твердый CO₂, затем выдержка в течение 5 мин для экстракции белка
3. Добавление жирного мясного сырья, добавок, приправ, специй и оставшейся воды в виде снега, эмульгирование до однородного пастообразного состояния (вакуум 60%), при температуре не выше 10 °C

Дополнительное эмульгирование

Обработка на коллоидной мельнице до получения однородной эмульсии, конечная температура 13 °C

Формование

Набивка под вакуумом в снимаемую коллагеновую оболочку (24–30 мм) или, в случае колбас, в водонепроницаемую фиброузную оболочку для дальнейшей тепловой обработки

Термическая обработка

Копченый продукт — ступенчатый цикл тепловой обработки при контроле влажности, более высокая влажность для продуктов с низким содержанием жира, жидкий или натуральный дым, конечная температура продукта 68–74 °C

Охлаждение

Душирование продукта до достижения температуры 38 °C, размещение в рассольном охладителе или на стеллажах камеры интенсивного охлаждения (сильный поток воздуха с температурой -23 °C); охлаждение продукта до температуры 4,5 °C и ниже; перед дальнейшей обработкой — выдержка в холодильнике для достижения температуры от $-3,3$ до $-2,2$ °C

Удаление оболочки, нарезка, упаковка

Удаление оболочки, поддержание в помещении пониженной температуры и высокого санитарного уровня, ограничение доступа, регулярный контроль микробиологического загрязнения

Хранение до выпуска с предприятия

Упаковка в коробки, указание даты, оформление документов, соблюдение требований HACCP к хранению до выпуска с предприятия (холодильное хранение при температуре до 0 °C или морозильное хранение при -18 °C)

Примечание. Рецептура (на конечный продукт): 2,2–2,5% соли; 0,4% щелочного фосфата; 1,0% декстрозы; 3,0% лактата калия; 200 мг/кг нитрита натрия; 550 мг/кг эриторбата натрия; приправы и специи в соответствии с видом продукта

Сырье

Отбор свежеприготовленных охлажденных бескостных грудок, мяса бедра, голени, механически сепарированного мяса или предварительно приготовленной смеси (с температурой от -3 до -1 °C)

применение коллоидной мельницы, то допускается некоторое повышение температуры (например, для продукта только из говядины — до 24,0–24,5 °С), однако излишнее куттерование или высокая температура могут разрушить эмульсию, т. е. вызвать разделение на жировую и водную фазы). Очень твердые кристаллические виды жира, такие как говяжий костный жир, обычно не дают хорошей эмульсии и приводят к образованию зернистой структуры.

Образование геля при тепловой обработке

Избыточная механическая обработка или длительная выдержка могут привести к уменьшению стабильности эмульсии, поэтому продукт следует поместить в оболочку и подвергнуть тепловой обработке как можно быстрее. Для денатурации миофибриллярных белков, приводящей к образованию «мясного геля», удерживающего жир и воду внутри затвердевшего матрикса, продукт необходимо прогреть до температуры от 68,3 до 73,9 °С. Коагуляция белков начинается при температурах около 57–60 °С и продолжается до 90 °С. Образование «кожицы» на сосисках — результат денатурации белка. Коллагеновые волокна при нагреве до 64 °С сокращаются на одну треть своей длины и затем под действием влажного тепла образуют желатин. В стабильной эмульсии желатин захватывает и удерживает некоторое количество воды. Тепловая обработка обычно проводится по ступенчатой схеме до достижения необходимой конечной температуры. Продукты затем орошают водой (душируют) для снижения температуры до 38 °С и ниже, затем продолжают охлаждение на воздухе, достигая за ночь температуры ниже 4 °С перед снятием оболочки и упаковкой. Нагрев продукта до 75 °С или выше приводит к более сильному сокращению волокон, потере влаги и плавлению жира. Технологическая схема производства сосисок и вареных колбас приведена на рис. 12.5.

12.4.4. Дефекты производства (эмульгированные продукты)

Некоторые дефекты, которые могут возникать в процессе производства эмульгированных продуктов, приведены в табл. 12.5.

Выводы

Формованные и эмульгированные продукты продолжают вызывать интерес потребителей в связи с их широким ассортиментом и относительно невысокой стоимостью. Усовершенствованные варианты традиционных продуктов, которые не снижают целостность и пищевую ценность продукта, скорее всего, будут «новыми» продуктами в ближайшем будущем. Удобство использования, хороший вкус и высокие показатели безопасности останутся важными показателями, определяющими направление разработок пищевых продуктов.

Таблица 12.5. Дефекты колбасных изделий [18]

Дефект	Возможные причины	Примечания
Жировые отеки, образование желе (карманы с желе)	Нестабильность или низкая устойчивость эмульсии	Колбасные изделия, термообработка которых осуществлялась в воде, чаще образуют карманы с желе, чем колбасы после сухой термообработки
	Попадание в фарш воздуха при куттеровании или набивке оболочек; воздушные полости заполняются раствором желатина, если эмульсия имеет низкую стабильность	
	Низкосортное мясное сырье, содержащее много коллагенового белка и недостаточно солерастворимого белка (миозина)	Доля коллагена должна быть менее 33% от общего содержания белка, для тонкоизмельченных вареных колбас — желательно менее 25%; конечная температура куттерования не должна превышать 10-13 °С для тримминга с высоким содержанием коллагена
Вытапливание жира, «карманы» с жиром, выступание жира на поверхности	Высокое содержание жира и коллагена в продукте	
	Слишком быстрый нагрев и термообработка до слишком высокой конечной температуры продукта	В процессе нагрева жировые глобулы увеличиваются, белки коагулируют и несколько сжимаются, жир проникает сквозь белковый матрикс на поверхность или в верхнюю часть продукта в виде жирового отека
	Разрушение эмульсии	
Вытапливание жира, «карманы» с жиром, выступание жира на поверхности	Слишком высокое содержание коллагена	
	Очень большая доля мороженого мясного сырья	При хранении замороженного мяса при температуре от -4 до -2 °С в нем образуются большие кристаллы льда, которые разрушают структуру клеток и приводят к денатурации белков, что снижает ВУС и стабильность эмульсии
	Воздействие на эмульсию повышенной температуры	

Продолжение табл. 12.5

Дефект	Возможные причины	Примечания
	Излишне длительная выдержка эмульсии под давлением перед набивкой в оболочку	
	Длительная выдержка эмульсии в промежуточной емкости перед набивкой в оболочку	
	Слишком высокое давление или слишком большое расстояние при перекачивании эмульсии от куттера к коллоидной мельнице или шприцу для набивки оболочки	
	Сильные механические воздействия на эмульсию при транспортировке через трубопровод, шнек, насос	
	Излишнее переполнение оболочки при набивке	
	Нарушение герметичности, ослабление скрепления оболочки на концах батона	
	Образование воздушных полостей в результате попадания воздуха при неправильной набивке	
Вытапливание жира в месте контакта со стеллажом дымовой камеры	Слишком интенсивное нагревание Слишком быстрое нагревание	В процессе нагрева жировые глобулы увеличиваются, а белки становятся жесткими и сокращаются, в результате жир проникает сквозь белковый матрикс
Поверхность колбасного батона слегка жирная на ощупь	Слишком сильный нагрев Очень высокая влажность в результате обработки паром в течение 2-5 мин перед окончанием термообработки в камере	
Тонкий жирный слой на поверхности эмульгированных колбас	Недостаточное содержание солерастворимых белков для стабилизации эмульсии	Этот дефект может быть уменьшен или исключен снижением относительной влажности в копильной камере

Продолжение табл. 12.5

Дефект	Возможные причины	Примечания
	Быстрое удаление оболочек с колбас, которые после наполнения слишком долго хранились перед термообработкой	
Отделение жира и образование желе в ливерных колбасах	Слишком высокая температура воды при варке	
	Перед варкой температура сырой эмульсии превышала 21 °С	
	Слишком длительное куттерование, при котором не поддерживалась низкая температура эмульсии	
Темное кольцо на срезе ливерных колбас	Излишнее охлаждение колбасы, сваренной в воде, перед помещением в копильную камеру	
Плохое образование кожицы у венских сосисок	Недостаточная начальная коагуляция белков на поверхности в течение первой стадии копчения	Дегидратация тормозит образование кожицы. С другой стороны, конденсация (холодный продукт и нагретый окружающий воздух) улучшает образование кожицы
	Пересушивание сосисок в процессе охлаждения, т. е. слишком сильная циркуляция воздуха	
Испорченная или слизистая оболочка	Вымачивание натуральной оболочки в стоячей воде	
Разрыв оболочек ливерных колбас после термообработки	Излишняя термообработка (переваривание)	Ливерная начинка в процессе нагревания значительно расширяется
	Использование сырых субпродуктов	
	Излишнее переполнение оболочки при набивке	

Продолжение табл. 12.5

Дефект	Возможные причины	Примечания
Разрыв оболочки в процессе термообработки эмульгированных изделий большого диаметра	Слишком быстрое нагревание продукта	При слишком быстром нагреве поверхность становится более жесткой и сокращается, тогда как внутренняя часть остается влажной
	Хранение фарша в течение ночи в холодильнике при температуре ниже необходимой Повреждение оболочки клипсой	В случае сухих оболочек разрыв обычно происходит на концах, влажных — по центру
Жесткая оболочка ферментированных колбас	Излишне быстрая сушка колбас	Высыхание оболочки может сопровождаться образованием складок и морщин
Вытекание бульона из эмульгированных изделий, например, сосисок	Захват воздуха эмульсией	Воздух, захваченный эмульсией, может попасть и в вакуумную упаковку, вызывая отделение жидкости
Избыточная усадка при термообработке	Избыточное содержание жира	
	Слишком тонкое измельчение мягких жиров, например, птичьего или свиного	Мягкие легкоплавкие жиры, например, внутренний жир, вызывают более сильную усадку, чем подкожные жиры
	Избыточное содержание влаги в результате неверного расчета количества добавляемого снега	
	Низкая ВУС эмульсии	
	Избыточное содержание влаги вследствие хранения связующих компонентов и других пищевых добавок в помещении с высокой относительной влажностью	
	Мясо птицы или свинина с признаками PSE	
	Недостаточно длительное смешивание ингредиентов	

Дефект	Возможные причины	Примечания
Процессы газообразования в готовых мясных изделиях типа венских сосисок	Выделение углекислого газа факультативно-анаэробными бактериями	Газообразование может выглядеть как нарушение вакуума, поскольку упаковка обычно раздувается; продукт может иметь кислый вкус; обычно газообразование не опасно для здоровья
Газообразование в сухих колбасах	Недостаточная обработка Выделение жидкости Рост гетероферментативных молочных бактерий; иногда — рост дрожжей, продуцирующих CO_2	Для предотвращения образования газа необходимо использовать молочнокислые стартовые культуры
Плесневелый, затхлый, сырный, посторонний запах	Рост бактерий вследствие недостаточного содержания соли; плохого санитарного состояния; нарушения температурных режимов хранения	
Отсутствие вкуса посоленного мяса; привкус куриного пера	Недостаточная дозировка посолочных веществ Плохое распределение посолочных веществ	
Кислый вкус и запах		Присутствие тех же бактерий, которые вызывают зеленое окрашивание, но без изменения цвета
Невыраженный аромат и кислый вкус	Мясо птицы или свинина с признаками <i>PSE</i>	
Прогорклость	Гидролиз жира ферментами мяса и последующее окисление под действием света, повышенной температуры, перекисей, соли, озона Присутствие в соли примесей тяжелых металлов, катализирующих окисление Проникновение воздуха в упаковку Очень длительное хранение Очень длительное воздействие света при хранении Ферменты бактерий	Прогорклость может сопровождаться кислым вкусом или рыбным запахом Применение фосфата, если это допускается для данного продукта, может связать примеси металлов

Продолжение табл. 12.5

Дефект	Возможные причины	Примечания
Бледный цвет, обесцвечивание	Недостаток нитрита в посолочном растворе	Поверхность обесцвечивается быстро, тогда как внутренняя часть может приобретать цвет от бледно-розового до серого или светло-зеленого
	Неполное протекание посолочных процессов	Следует вносить вещества-восстановители, например, аскорбиновую кислоту
	Мясо птицы или свинина с признаками <i>PSE</i>	Количество свинины с признаками <i>PSE</i> должно быть минимальным
	Окисление цветообразующего пигмента под действием света, кислорода и повышенной температуры	Процесс цветообразования необходимо скорректировать, добиваясь участия в реакции по крайней мере 70% мышечных пигментов
	Образование бульона в вакуумной упаковке	Качество вакуумной упаковки следует улучшить
	Яркое и длительное освещение	Использование непрозрачной упаковки и сведение к минимуму хранения на свету снизит возможное обесцвечивание
	Повышенная температура хранения	
Дефекты цвета эмульгированных изделий	Окисление пигментов бактериями	
	Попадание воздуха под оболочку	Обычно этот дефект выражается в образовании серых пятен в крупных эмульгированных изделиях
	Неисправность шприца-наполнителя	
	Поломка цевки шприца-наполнителя	
Дефекты цвета эмульгированных изделий большого диаметра	Неосторожное обращение с оболочками	
	Попадание воздуха в мясную эмульсию при ее подаче в шприц-наполнитель	
	Слишком длительное душирование при охлаждении	

Продолжение табл. 12.5

Дефект	Возможные причины	Примечания
Бледный или размазанный цвет во время набивки оболочки	Измельчение слишком теплого мяса	
Светлые полосы на мелких эмульгированных изделиях	Неправильный размер реек для копчения, что препятствует копчению в местах соприкосновения с изделиями Контакт сосисок друг с другом при копчении	Могут появляться на концах изделия или на боковой поверхности
Светлый цвет и сухая консистенция	Свинина с признаками <i>PSE</i>	Кроме сухой консистенции, продукт может при обработке давать усадку на 3-5%
Нарушение окраски в центре крупных эмульгированных изделий	Недостаточная термообработка	Варка до достижения внутри продукта температуры не менее 68 °C уменьшит данный дефект
Образование белых кристаллов	Кристаллизация лактозы в результате избыточной дозировки молочной сыворотки или сухого молока	
Зеленые пятна	Нитритный ожог вследствие избыточной дозировки нитрита Нитритный ожог вследствие плохого распределения нитрита Неполное протекание посолочных процессов вследствие слишком кратковременного посола Неполное протекание посолочных процессов вследствие слишком низкой температуры помещения	Дефект усиливается в кислой среде Более равномерное распределение ингредиентов, более длительный посол, температура помещения 2-3 °C и применение ускорителей цветообразования, например, аскорбата, могут уменьшить зеленое окрашивание вследствие недостаточного посола

Продолжение табл. 12.5

Дефект	Возможные причины	Примечания
Позеленение поверхности крупных эмульгированных изделий	Присутствие бактерий, относительно устойчивых к соли и способных расти при температурах холодильного хранения	Зеленоватое окрашивание может сопровождаться образованием слизи; позеленение поверхности может появиться вскоре после изготовления или позднее, в розничной продаже; обычно этот дефект не проявляется в течение по крайней мере 5 дней после изготовления, может не проявляться и до нескольких недель; позеленение поверхности усиливается и расширяется, если продукт хранят при повышенных температурах
	Плохая гигиена стеллажей и рабочих поверхностей	
	Неправильные режимы термообработки	
	Контаминация поверхности микроорганизмами после обработки	
	Неправильное охлаждение изделий после термообработки	
Зеленое кольцо на срезе крупных эмульгированных изделий	Совместное хранение свежеприготовленных и возвращенных изделий	Обычно дефект наблюдается летом. Повышение концентрации соли, температуры копчения, предотвращение выделения воды в упаковке уменьшают вероятность позеленения поверхности
	Наличие факультативно-анаэробных бактерий, сравнительно устойчивых к нагреву	
	Сильное обсеменение эмульсии	
	Недостаточная термическая обработка	
	Добавление некондиционного мяса	
	Сырье сомнительного качества	
	Неправильные режимы хранения готового продукта, способствующие росту выживших после термообработки бактерий	Термообработка продукта до температуры не менее 71 °С в комплексе с проверкой и контролем качества сырья позволяют снизить вероятность образования зеленых колец

Окончание табл. 12.5

Дефект	Возможные причины	Примечания
Зеленая середина крупных эмульгированных изделий	Наличие тех же бактерий, которые вызывают позеленение поверхности и наружного слоя; обсеменение эмульсии перед обработкой	Зеленая середина проявляется на срезе продукта после выдержки на воздухе в течение нескольких часов; этот дефект не наблюдается в момент нарезки
	Низкое качество сырья	Внимание: поскольку бактерии относительно устойчивы к нагреванию, то в зеленой середине они находятся в вегетативном состоянии и способны контаминировать другие продукты и технологическое оборудование
	Излишне длительное хранение эмульсии перед термообработкой или ее высокая обсемененность	
	Неправильные режимы хранения готового продукта	
	Недостаточная термообработка; наличие холодных мест в копильной камере	Термообработка продукта до температуры не менее 72 °С позволит уничтожить эти бактерии
Слизь	Переполнение копильной камеры	Белая или желтая слизь — свидетельство присутствия самих микроорганизмов, а не их метаболитов
	Высокая обсемененность молочнокислыми бактериями, микрококками и дрожжами	
	Конденсация влаги, т. е. запотевание продукта	Эти же бактерии могут проявляться в виде беловатой молочной жидкости в вакуумных упаковках
	Обсеменение поверхности после изготовления	
	Неправильные температурные режимы хранения	
Плесень на сухих колбасах	Выделение бульона или нарушение вакуума в упаковке	
	Присутствие плесеней и дрожжей на поверхности; слишком влажная поверхность; слишком медленная сушка	Наряду с наличием плесени наружная поверхность может быть мягкой
Плесень на венских сосисках	Доступ кислорода, необходимого для роста	
	Высокое содержание влаги в продукте	
	Отделение влаги в упаковке	

Литература

1. Major Trends in U.S. Food Supply 1909-99/Judy Putnam // *Food Review* - USDA, ERS, January-April 2000. - P. 8.
2. *Code of Federal Regulations, Animal and Animal Products* / USDA — Office of Federal Register, National Archives and Records Administration, 1999, Title 9, Part 200 to End, January 1.
3. Pearson, A.M., Gillett, T.A. *Processed Meat* — 3rd ed. — New York: Chapman and Hall, 1996.
4. Romans, J.R., Costello, W.J., Carlson, C.W., Greaser, M.L., Jones, K.W. *The Meat We Eat* - 3th ed. - Danville, IL: Interstate Publishers, 1994.
5. Addis, P.B. Poultry muscle as food // *Muscle as Food* / Bechtel, P. J., ed. — New York: Academic Press, 1986, chap. 9.
6. Saffle, R.L. Meat emulsions // *Adv. Food Res.*, 1968, 16, 105.
7. LaBudde, R.A. *Least Cost Formulator* — Virginia Beach, VA: Least Cost Formulations, Ltd., 1993.
8. *ROI Formulation System* / ROI — Knoxville, TN: Resource Optimization, Inc., 1999.
9. Hedrick, H.B., Aberle, E.D., Forrest, J.C., Judge, M.D., Merkel, R.A. *Principles of Meat Science* — 3rd ed. — Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994.
10. Claus, J.R., Colby, J.-W., Flick, G.J. Processed meats/poultry/seafood // *Muscle Food: Meat, Poultry and Seafood Technology* / Kinsman, D. M., Kotula, A. W., and Breidenstein, B. C, eds. — New York: Chapman and Hall, 1994. — Chap. 5.
11. Ando, H., Adachi, M., Umeda, K., Matsuura, A., Nonaka, M., Uchio, R., Tanaka, H., Motoki, M. Purification characteristics of a novel transglutaminase derived from microorganisms // *Agric. Biol. Chem.*, 1989, 53, 2613.
12. Washizu, K., Ando, K., Koikeda, S., Hirose, S., Matsuura, A., Takagi, H., Motoki, M., Takeuchi, K. Molecular cloning of the gene for microbial transglutaminase from *Streptovirgillum* and its expression in *Streptomyces lividans* // *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 1994, 58, 82.
13. Means, W.J., Schmidt, G.R. Algin/calcium gel as a raw and cooked binder in structured beefsteaks // *J. Food Sci.*, 1986, 51, 60.
14. Hand, L.W. *Purge Controllers* — St. Louis, MO: Protein Technologies International, 1999.
15. Van den Hoven, M., Functionality of dairy ingredients in meat products // *Food Technol*, 1987, October, 72.
16. Rust, R.E. Advances in meat research // *Edible Meat By-Products* / Pearson, A.M., Dutson, T. R., eds. — London: Elsevier Applied Science, 1988. — P. 5, 261.
17. *Natural Sausage Casing* — Washington, D.C.: International Natural Sausage Casing Association, 1997.
18. *Sausage and Cured Meat Operations: An Instruction Manual* — Bryan, TX: Texas Food Research, 1981.

13. Продукты из мяса птицы в панировке

Кейси М. Оуэне

Введение

Потребление мяса цыплят и индейки за несколько последних десятилетий существенно возросло. Это увеличение в значительной степени является результатом маркетинговой и инновационной деятельности предприятий птицеперерабатывающей промышленности. Глубокая переработка или переработка с дополнительной стоимостью — термин, который означает улучшение качества и многообразие ассортимента для потребителя при увеличении прибыли для переработчика. Птицеперерабатывающая промышленность быстро реагирует на потребности потребителей, разрабатывая все больше продуктов, готовых к кулинарной обработке и полностью готовых к употреблению. Со стороны потребителей возрастает спрос на простые в приготовлении пищевые продукты. Появление на рынке наггетсов из цыпленка в начале 1980-х гг. открыло новые направления развития для пищевой промышленности. Сегодня наггетсы и котлеты из цыпленка являются одними из наиболее популярных продуктов из птицы, продаваемых фактически в каждом ресторане быстрого питания и каждом гастрономе страны.

13.1. Формование изделий

13.1.1. Мясное сырье

Наггетсы и котлеты могут изготавливаться из различного мясного сырья. Обычно их делают из обрезки (тримминга) цельномышечных полуфабрикатов с учетом местных предпочтений [1]. Например, в США потребители предпочитают белое мясо, которое и выше ценится. Однако в других местах, например, странах Тихоокеанского бассейна Азии, предпочитают темное мясо, которое поэтому в данном регионе такой вид мяса дороже [1].

В США наиболее распространенная рецептура наггетсов из цыпленка включает в себя мясо грудки и кожу [1]. Как правило, мясо грудки используется в связи с его однородной нежной структурой и светлым цветом. Однако добавляется мясо и из других частей тушки, например, с бедра, ножки и ребер.

Мясо птицы механической обвалки (ММО) — еще один вид мясного сырья, которое может применяться при производстве рубленых изделий. Темное мясо и ММО используются для снижения себестоимости, а также для улучшения вкуса вследствие более высокого содержания жира. Когда темное мясо применяют в сочетании с белым, их соотношение обычно составляет 30: 70 [1]. Сложности при использовании темного мяса и ММО в рецептурах возникают в результате их предрасположенности к окислительной порче вследствие высокого содержания жира и железа. Темное мясо и кожа могут также влиять на текстуру. Темное мясо может иметь более мягкую текстуру, которую можно улучшить путем добавления белкового геля, например, изолированного соевого белка [1]. Кроме того, использование темного мяса способствует получению продукта более темного цвета, тогда как потребители ожидают увидеть светлые наггетсы и котлеты (рис. 13.1). Для решения проблемы цвета при использовании темного мяса возможно введение в рецептуру в целях осветления продукта других ингредиентов, например, изолятов соевого белка и казеината натрия [1]. Изготовители должны маркировать свою продукцию согласно нормативам Министерства сельского хозяйства США. В табл. 13.1 приведены соответствующие значения содержания различных видов сырья в продуктах из мяса птицы типа наггетсов и котлет [2].



Рис 13.1. Разрезанные наггетсы; на разрезе видны различия цвета и текстуры

Таблица 13.1. Нормативы содержания разных видов мясного сырья в некоторых продуктах из мяса птицы [2]

	Вид мясного сырья, %	
	белое мясо	темное мясо
Натуральное соотношение	50-65	50-35
Светлое или белое мясо	100	0
Темное мясо	0	100
Светлое и темное мясо	51-65	49-35
Темное и светлое мясо	35-49	65-51
Преимущественно белое мясо	Не менее 66	Не более 34
Преимущественно темное мясо	Не более 34	Не менее 66

13.1.2. Ингредиенты

Существует множество ингредиентов, которые с различной целью вносятся в нагетсы и котлеты при их производстве. Одним из наиболее важных ингредиентов является соль. При производстве нагетсов соль выполняет две основные функции — участие в образовании вкуса и содействие экстракции миофибриллярных белков (см. гл. 11), что необходимо для связывания частиц мяса при формировании изделия. Ее дозировка по рецептуре — менее 2%, однако в промышленных рецептурах содержание соли обычно менее 1%. Триполифосфат натрия (ТПФН) — еще один ингредиент, использующийся для экстракции белка. Кроме того, ТПФН вызывает повышение влагоудерживающей способности, способствуя увеличению pH и разворачиванию мышечных белков, что обеспечивает доступ к большему количеству связывающих воду групп [3]. Кроме того, ТПФН способствует замедлению окислительной порчи. Содержание триполифосфата натрия в готовом продукте не должно превышать 0,5% [3]. Однако, учитывая естественное содержание фосфата в мясе (около 0,1%), производители обычно предусматривают в рецептурах внесение от 0,3 до 0,4% ТПФН. Для увеличения влажности фарша зачастую также добавляется вода, которая содействует перемешиванию ингредиентов продукта. Другие ингредиенты, такие как крахмал и соевые белки, используются как связующие ингредиенты, разрыхлители и наполнители. Изоляты соевых белков могут способствовать замедлению окислительной порчи, улучшению ВУС и осветлению темного мяса. [1]. Кроме того, в зависимости от наименования продукта используется широкий ряд специй и пряностей.

13.1.3. Подготовка сырья

Первый шаг при производстве рубленых изделий состоит в разработке рецептуры на продукт и подготовке соответствующего сырья (рис. 13.2). При разработке рецептур очень важно учесть требования потребителей, особенности маркетинга, технологические возможности и творческий потенциал работников. Подготовка сырья заключается в отмеривании и подготовке к использованию необходимого количества мяса

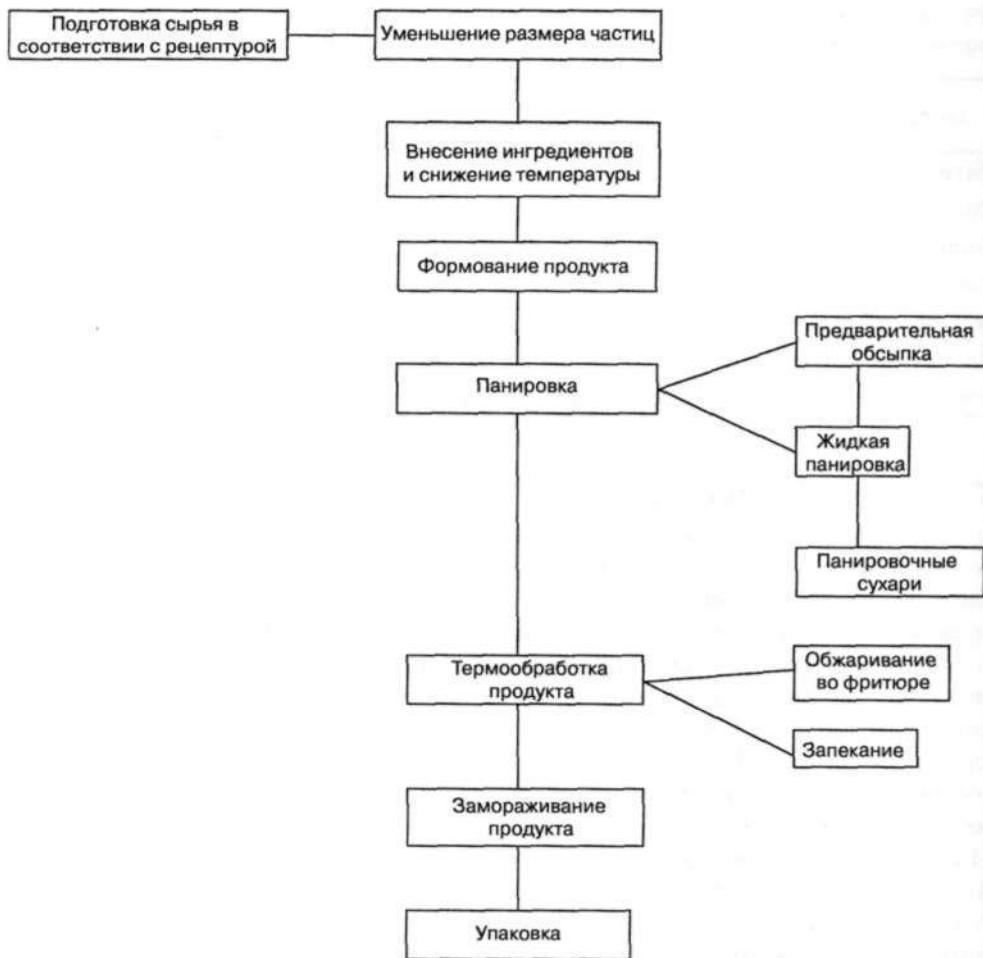


Рис. 13.2. Технологическая схема производства панированных наггетсов или котлет из мяса птицы

и других ингредиентов. Следует точно взвешивать ингредиенты, чтобы обеспечить неизменный состав продукта.

13.1.3. Уменьшение размера частиц

Следующий этап заключается в уменьшении размера частиц мяса, что позволяет увеличить площадь поверхности для экстракции белка [1,3]. Мышца покрыта слоем соединительной ткани — эпимизия. При наличии этого слоя в неповрежденном состоянии экстракция белка либо незначительна, либо отсутствует. В процессе измельчения мяса на куттере или волчке помимо уменьшения размера частиц происходит нарушение слоя эпимизия, в результате чего увеличивается поверхность, доступная для экстракции белка. Этот этап очень важен, поскольку в отсутствие экстракции

белков частицы мяса не будут связываться вместе при кулинарной обработке, продукт будет иметь нестабильную текстуру (рис. 13.1). Во время измельчения мясного сырья добавляются такие ингредиенты, как соль и ТПФН. Эти ингредиенты способствуют экстракции миофибриллярных белков [3]. Важно, чтобы эти ингредиенты вносились после частичного измельчения мясного сырья. Это делается для того, чтобы соль и ТПФН попали на открытую поверхность мышечной ткани, способствуя экстракции белка. Для растворения соли и ТПФН добавляется вода, что приводит к максимальной экстракции белка. Ее вносят в виде льда, обеспечивающего поддержание низкой температуры мяса. При излишнем возрастании температуры мяса может произойти денатурация белков, в результате чего связывание продукта будет недостаточным. Также важно не допускать излишнего куттерования и перемешивания измельченного мяса, поскольку это также может привести к денатурации белков.

13.1.4. Снижение температуры

В процессе измельчения мясного сырья и перед формированием продукта температура фарша должна быть понижена, чтобы облегчить формовку. При недостаточно низкой температуре мясной фарш станет слишком мягким, и после формовки продукт не будет сохранять заданную форму. Сформованные нагетсы не будут должным образом «выбиты», в результате чего форма продукта исказится, и он может развалиться. Кроме того, адгезия жидкой панировки к сформованному изделию при температуре выше $-2,2^{\circ}\text{C}$ может оказаться недостаточной, поскольку поверхность мяса становится влажной. При слишком низкой температуре мяса сформованный продукт может разломиться, образуя дефектные изделия. В течение процесса куттерования температура должна быть понижена до $-3,3$ или $-2,2^{\circ}\text{C}$ путем добавления льда и использования мороженого мяса. Технологи часто используют смесь замороженного и охлажденного мяса. При использовании формовочной машины для понижения температуры продукта можно использовать сухой лед (твердую двуокись углерода), но это может увеличить стоимость процесса.

13.1.5. Формование изделий

После измельчения мясного сырья, внесения других ингредиентов, перемешивания и охлаждения фарш готов к формовке. В распоряжении изготовителей имеется различное оборудование для формования мясных продуктов из измельченного мяса (рис. 13.3). Мясной фарш помещается в бункер, откуда подается в формовочный аппарат. Мясо под давлением подается на формующую плиту, в которой имеются отверстия нужной формы. Как только мясо заполняет плиту, плита скользит к поршням аппарата (рис. 13.4), выталкивающим сформованное мясное изделие на ленту конвейера (рис. 13.5 и 13.6). Затем плита скользит назад и снова наполняется фаршем, завершая тем самым цикл. Сформованный продукт по ленте конвейера поступает на следующий этап — панировку.

С помощью формующего оборудования можно придать продуктам самые разные формы. Наиболее привычными и, вероятно, первыми среди сформованных изделий были круглые и овальные нагетсы и котлеты (рис. 13.7). Затем нагетсам стали



Рис. 13.3. Формующий агрегат *Formax® F-26®* (с разрешения *Formax, Inc., Мокета, IL*)

Выдавливающие поршни

Формующая плита

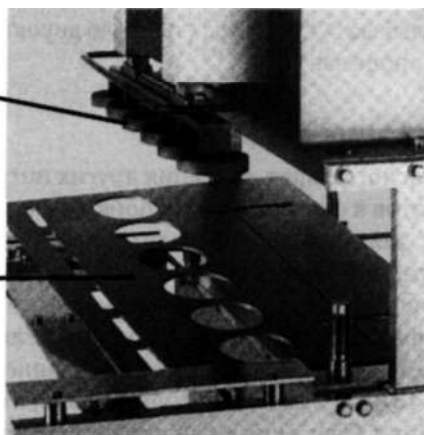


Рис. 13.4. Формующая плита и поршни формующего агрегата *Formax®* (с разрешения *Formax, Inc., Мокета, IL*)

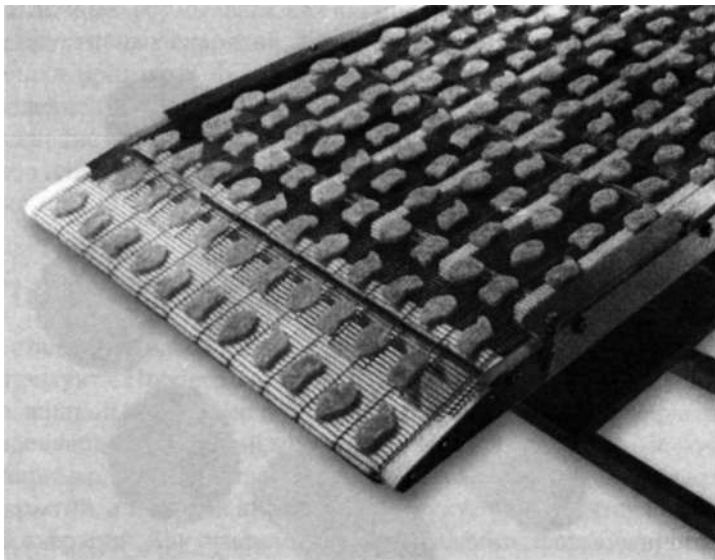


Рис. 13.5 *Formax*® F-26®, конвейер с устройством *Port-Fill*® (с разрешения *Formax, Inc.*, Мокена, IL)

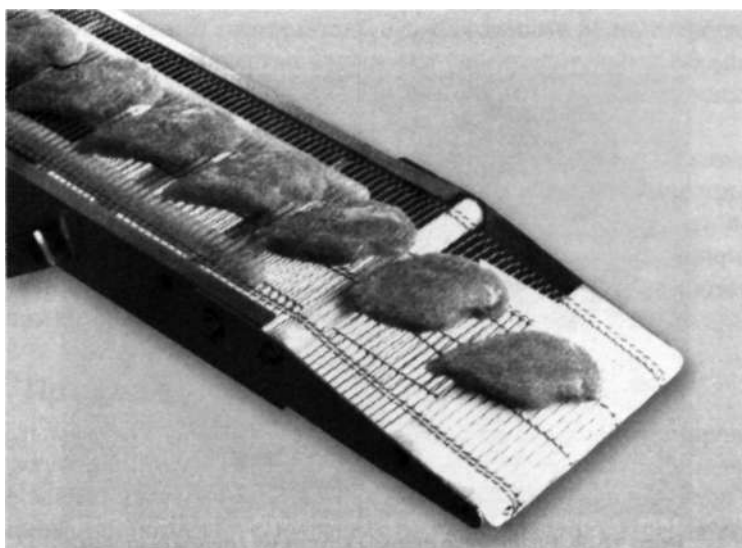


Рис. 13.6. Конвейер *Formax*® F-6® с устройством *Poultry-Plus*® (с разрешения *Formax, Inc.*, Мокена, IL)

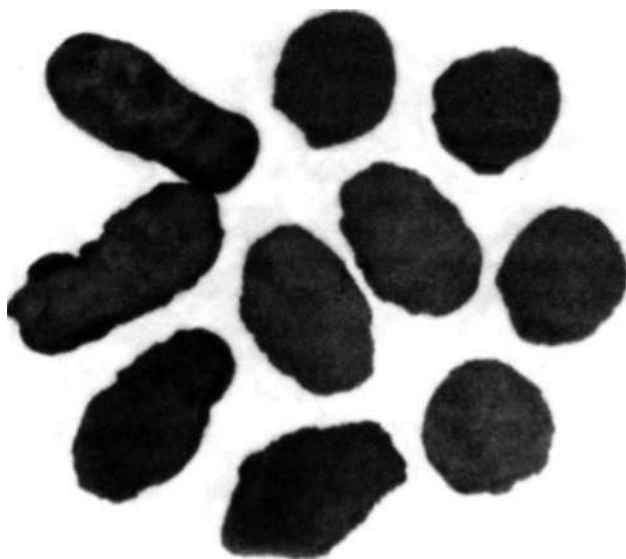


Рис. 13.7. Наггетсы различной формы и цвета

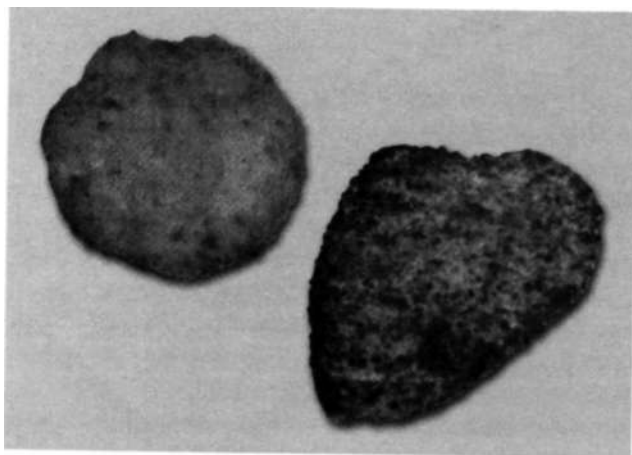


Рис. 13.8. Различные формы котлет из грудки цыпленка

придавать различные формы, включая формы динозавра, звезд, героев мультфильмов, колец и спортивных снарядов. Кроме того, вместо привычной круглой формы котлетам начали придавать форму куриной грудки, чтобы имитировать цельномышечное изделие (рис. 13.8). Эти новые формы пользуются большим успехом на рынке. Применение новых технологий позволило создать трехмерные формы типа объемных слов или животных, что должно вызвать дальнейшее повышение интереса у потребителя.

13.2. Панировка изделий

Следующая стадия производства рубленых мясных изделий состоит в панировке (покрытии) продукта. Процесс панировки состоит из трех операций — предварительной обсыпки, жидкой панировки и покрытия панировочными сухарями [4]. Однако в процессе производства изделий могут использоваться различные сочетания этих операций. Например, производство одного вида продуктов может требовать нанесения всех трех покрытий, в то время как другой продукт производится с использованием только одной операции. Как правило, при изготовлении сформованного и покрытого панировочными сухарями продукта применяется жидкая панировка и панировочные сухари. При выработке таких полуфабрикатов, как филе грудки в панировке (кусковой мясной продукт) или ножка используются операции предварительной обсыпки, жидкой панировки и нанесения панировочных сухарей в качестве основного покрытия. Производство некоторых разновидностей наггетсов осуществляется с использованием только жидкой панировки. Существуют нормативы количества применяемой панировки. В соответствии с требованиями Министерства сельского хозяйства США общее количество панировки (предварительная обсыпка, жидкая панировка и панировочные сухари) не должно превышать 30% от массы готового продукта [4, 5].

Смеси для панировки могут быть специализированными. Некоторые имеют сильные адгезионные свойства и предназначены для изготовления продуктов, подобных «кордон-блю», имеющих достаточно большую толщину или способность к растеканию. Другие жидкие и сухие панировки позволяют контролировать влажность продукта, реализуемого в свежем виде (сыром или термообработанном, но не замороженном) [6].

13.2.1. Предварительная обсыпка

Предварительная обсыпка часто используется при изготовлении панированных продуктов для улучшения адгезии жидкой панировки. Эта операция очень важна для продуктов с влажной или жирной поверхностью, например, продуктов из цельной грудной мышцы или ножки (т. е. кусковых полуфабрикатов). Предварительная обсыпка может «закупорить» влагу и обеспечить сухую, шероховатую поверхность для жидкой панировки. Для этой операции обычно используют муку или сухую белковую смесь для панировки, по желанию возможно добавление пряностей. Предварительная обсыпка составляет лишь небольшую часть всей панировки.

Один из наиболее простых методов нанесения предварительной обсыпки — использование панировочного барабана, в котором порционные куски падают и встряхиваются в смеси для предварительной посыпки (рис. 13.9). Однако этот метод можно применять лишь к цельномышечным и кусковым продуктам, поскольку при подбрасывании изделия сталкиваются друг с другом. Другой способ нанесения — обсыпание (рис. 13.10). Его чаще применяют к формованным продуктам, поскольку в этом случае продукт меньше повреждается. Заключительный шаг данной операции — удаление излишков предварительной обсыпки, так как ее избышек на продуктах может вызывать проблемы при нанесении жидкой панировки [7]. Излишки можно удалять путем их сдувания или сотрясения продукта с использованием вибраторов.

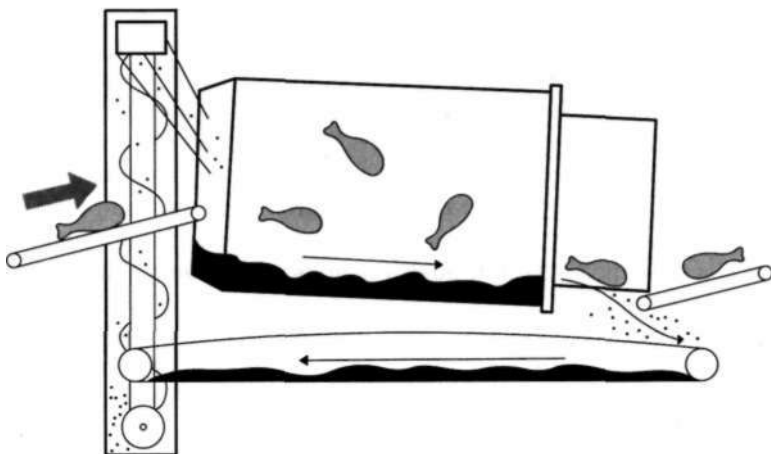


Рис. 13.9. Панировочный барабан (с разрешения *STEIN DSI*, корпорация *FMC FoodTech*, Sandusky, OH)

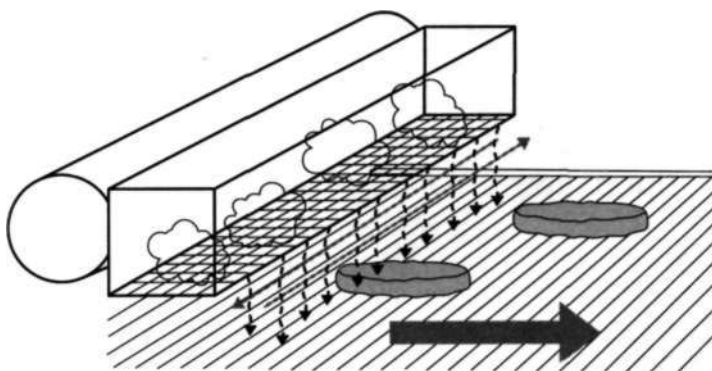


Рис. 13.10. Устройство для обсыпания предварительной обсыпкой (с разрешения *STEIN DSI*, корпорация *FMC FoodTech*, Sandusky, OH)

13.2.2. Жидкая панировка

Жидкая панировка играет очень важную роль в технологии нанесения покрытия. При изготовлении продуктов могут использоваться два вида панировки: дрожжевая или пресная [7, 8]. Выбор того или иного типа зависит от рецептуры продукта. Оба вида жидкой панировки могут использоваться либо в качестве самостоятельного покрытия, либо в качестве основы в целях повышения адгезии. Жидкие панировки представляют собой смесь различных ингредиентов, которые могут включать муку, крахмалы, яйца, молоко, специи и пряности, разрыхлители и стабилизаторы.

Как правило, дрожжевые панировки или темпура используются в качестве самостоятельного покрытия. В этом случае их нанесение является заключительным этапом нанесения покрытия (т. е. панировочные сухари не используются), и именно жидкая панировка обеспечивает защитное внешнее покрытие продукта [8]. Жидкая панировка темпура — дрожжевая, что означает ее увеличение в объеме при кулинарной обработке и придание продукту воздушного внешнего вида и подобной пирогу текстуры [8]. Могут также применяться панировки с низким содержанием дрожжей, придающие продукту вид твердого куска с хрустящей корочкой [8]. Панировка темпура имеет высокую вязкость и должна полностью покрыть продукт. Этого можно добиться использованием специальных технологий. Жидкая панировка наносится погружным способом, что позволяет свести к минимуму ее перекачивание [7]. При излишнем перемешивании жидкой панировки или ее подачи под избыточным давлением из нее будет удаляться газ, что приведет к слабому увеличению объема при кулинарной обработке [7]. Для нанесения жидкой панировки нагнетсы или другие сформованные изделия поступают в специальное устройство, где продукт перемещается на конвейере сквозь емкость с жидкой панировкой (рис. 13.11). Продукт погружают в жидкую панировку так, чтобы она полностью его покрывала.

При нанесении жидкой панировки в целях повышения адгезии она используется в сочетании с сухими панировками. В этом случае назначением жидкой панировки является связывание сухой панировки с мясным продуктом, а также придание определенного вкуса и текстуры готовому продукту [8]. В качестве адгезионных чаще всего используют бездрожжевые (пресные) панировки, имеющие различную вязкость. Их можно наносить методом максимального погружения, когда продукт на конвейере проходит через емкость с жидкой панировкой, как и в случае темпуры; однако при этом жидкая панировка в такой системе подается на рециркуляцию. Другой метод,

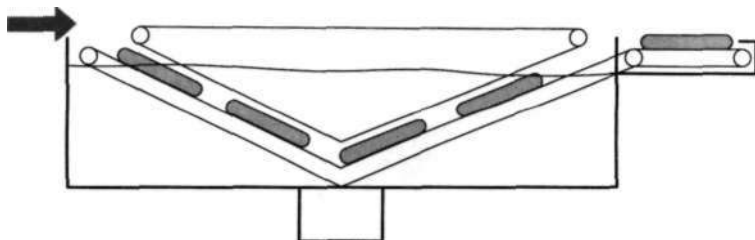


Рис. 13.11. Нанесение теста (жидкой панировки): метод полного погружения (с разрешения STEIN DSI, корпорация FMC FoodTech, Sandusky, OH)

известный как каскадный способ нанесения жидкой панировки, является более приемлемым при низкой и средней вязкости панировки [7]. Сущность метода заключается в том, что тесто подается на продукт сверху, а затем направляется на рециркуляцию (рис. 13.12 и 13.13). Продукт также проходит сквозь небольшое скопление теста, чтобы добиться полного покрытия.

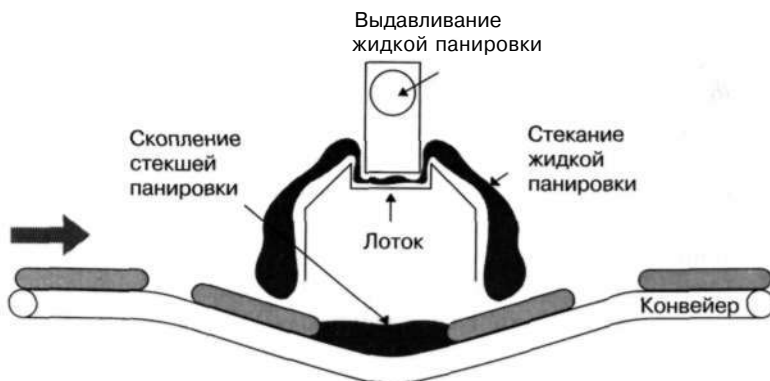


Рис. 13.12. Нанесение теста (жидкой панировки) каскадным методом (с разрешения STEIN DSI, корпорация FMC FoodTech, Sandusky, OH)



Рис. 13.13. Нанесение жидкой панировки на крылья цыплят каскадным методом (с разрешения STEIN DSI, корпорация FMC FoodTech, Sandusky, OH)

13.2.3. Виды сухой панировки

Существует множество различных видов сухой панировки, применяемой при изготовлении мясных изделий [4]. Пять основных видов панировок — это американские панировочные сухари, японские панировочные сухари, крошка для крекеров, панировка тонкого помола и экструдированная панировка. Они могут быть различного размера, формы, текстуры, цвета и вкуса [7,8]. Эти панировки могут использоваться самостоятельно или в сочетании с другими ингредиентами, например, специями и пряностями.

Американские панировочные сухари имеют округлую форму и подобны панировочным сухарям домашнего производства. Эти сухари обычно двухцветные, поскольку крошки мякиша и корки разного цвета. Они имеют длительный срок хранения и среднюю стоимость.

Японские панировочные сухари сделаны из хлеба без корки и имеют форму обломков. Они длинные, хлопьевидные и имеют более однородный цвет, поскольку сделаны из бескоркового хлеба. Крошки обычно бывают различного размера — от мелких до крупных. Из-за характерной формы нанесение этой панировки следует осуществлять на специальном оборудовании, позволяющем свести до минимума повреждение крошек [7].

Крошка для крекеров — мелкая, плоская и плотная, похожа на размолотые крекеры. Ее изготавливают из муки и воды путем запекания, высушивания и измельчения. Зачастую она придает панированному продукту вид толстого ломтя хлеба. Это очень популярный в США и дешевый вид панировки. Она производится с частицами различного размера, от мелких до крупных, и может использоваться как для предварительной обсыпки, так и в качестве основной сухой панировки.

Панировки тонкого помола очень популярны и традиционны, потому что они придают продукту воздушный вид и напоминают продукт домашнего приготовления. Эти панировки часто используются в сочетании со специями, пряностями и другими ингредиентами. Панировки тонкого помола могут использоваться для придания поверхности продукта различной текстуры. Например, в сочетании с тестом образуются хлебные шарики, которые позволяют изготовить продукт с уникальным внешним видом изделия домашнего приготовления.

Экструдированные крошки обычно используются как дешевая альтернатива другим видам панировок. Они могут иметь различную форму. Экструдированным крошкам, сделанным из крахмалосодержащего сырья, можно придать форму американских или японских панировочных сухарей и кекерной крошки. Этот вид панировки можно использовать как предварительную обсыпку или как сухую панировку, но в обоих случаях рецептура должна быть тщательно отработана, чтобы не произошло отрицательного воздействия на текстуру.

13.2.4. Характеристики сухой панировки

Большое влияние на конечный вид и текстуру продукта оказывают несколько характеристик сухой панировки. «Захват» (*pickup*) — термин, используемый для оценки количества сухой панировки, которую удерживает продукт. На количество

«захваченной» продуктом панировки может оказывать влияние толщина слоя жидкой панировки и размер сухих частиц (крошек) [8]. Более толстый слой теста с большей вязкостью удерживает большее количество сухой панировки, чем тонкий слой менее вязкой жидкой панировки. Крупные частицы лучше удерживаются на продукте, чем мелкие; однако при выборе размера крошки следует принимать во внимание требования торговли. На характеристики слоя панировки влияет размер крошки. Мелкие частицы обеспечивают однородный слой панировки на продукте; тогда как более крупные, обеспечивая лучшее сцепление с продуктом, не всегда позволяют получить ровный слой [8]. От размера частиц зависит также внешний вид сухой панировки. Мелкие крошки дают ровное покрытие, а крупные — неправильное и неоднородное [8]. Крошки среднего размера дают ровное покрытие с некоторыми разрывами. Наконец, величина крошек также влияет на текстуру покрытия. Более мелкие крошки позволяют получить покрытие с нежной текстурой, а крупные крошки — с хрустящей [8]. Крошки среднего размера дают сочетание этих двух свойств.

13.2.5. Нанесение панировки

Сухая панировка наносится с использованием принципа рециркуляции. В большинстве устройств для нанесения сухой панировки продукт перемещается по движущемуся поддону со слоем жидкой панировки, которая покрывает нижнюю сторону продукта (рис. 13.14 и 13.15). Продукт, увлажненный жидкой панировкой, проходит под непрерывным потоком сыплющихся частиц сухой панировки, покрывающих верхнюю сторону продукта. Далее по конвейеру расположены прижимные валики, придавливающие панировку к продукту, в результате чего крошки «вдавливаются» в слой жидкой панировки. По окончании процесса избытки крошек сдуваются, а полностью покрытый панировкой продукт подается на кулинарную обработку. Применение японских панировочных сухарей осуществляется аналогично; однако процесс нанесения частиц более сложен, поскольку крупные и мелкие частицы должны быть равномерно распределены на продукте (рис. 13.16). Кроме того, при использовании этого вида панировки продукт посыпают сверху, не применяя прохождение продукта через поток сыплющихся частиц.

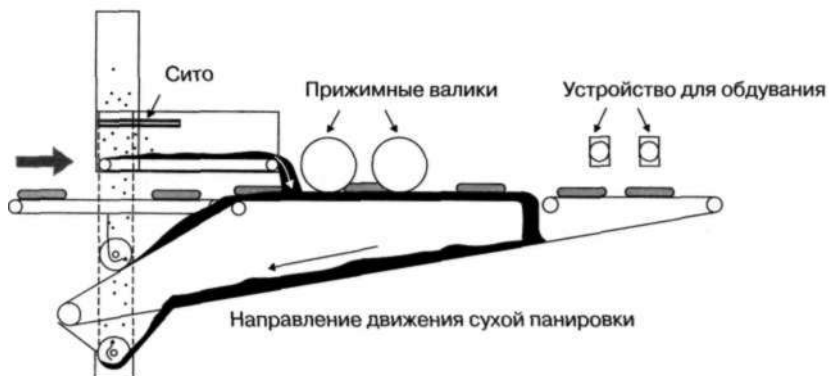


Рис. 13.14. Нанесение сухой панировки (с разрешения STEIN DSI, корпорация FMC FoodTech, Sandusky, OH)



Рис. 13.15. Нанесение сухой панировки на крылышки цыпленка, увлажненные жидкой панировкой (с разрешения STEIN DSI, корпорация FMC FoodTech, Sandusky, OH)

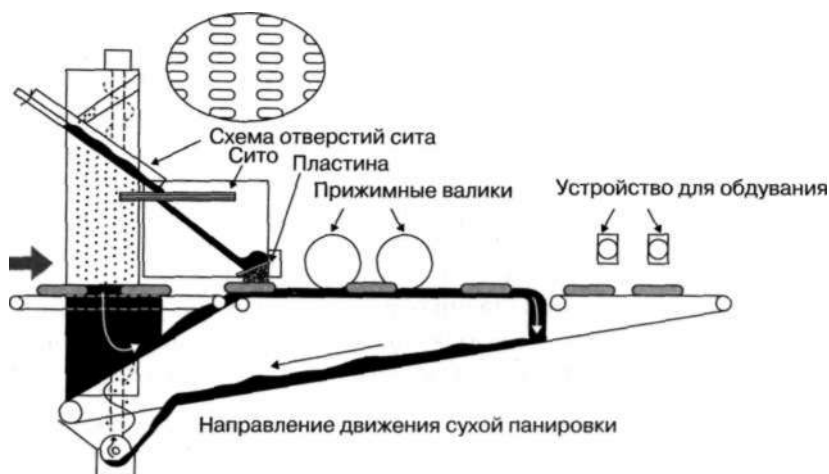


Рис. 13.16. Нанесение сухой панировки: японские панировочные сухари (с разрешения STEIN DSI, корпорация FMC FoodTech, Sandusky, OH)

13.3. Кулинарная обработка

После нанесения на продукт панировки его направляют на кулинарную обработку. Обычно полуфабрикаты в панировке подвергаются жарке или запеканию в зависимости от вида продукта. Жарка — наиболее популярный метод кулинарной обработки; однако в связи с усилением тенденции к потреблению более здоровой пищи запеченные продукты также получили широкое распространение. Процесс кулинарной обработки приводит к образованию на продукте золотистой корочки, яркость цвета которой зависит от используемой панировки. В течение жарки продукт остается на конвейерной ленте, которая для приготовления продукта погружается в емкость

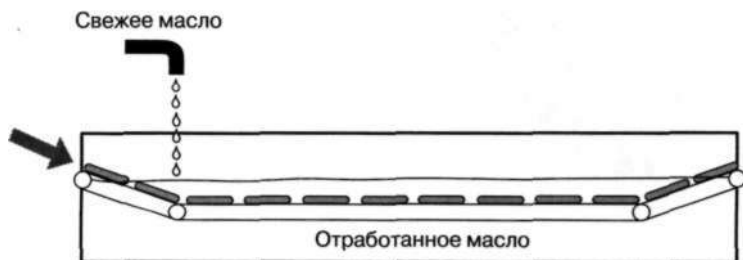


Рис. 13.17. Схема жарки в непрерывном потоке (с разрешения STEIN DSI, корпорация FMC FoodTech, Sandusky, OH)

с горячим маслом (рис. 13.17). Изготовители используют два способа кулинарной обработки продукта: обработка до готовности и обжаривание до полуготовности. Предприятия за одну стадию могут выпускать полностью или частично приготовленный (обжаренный) продукт и реализовывать его как сырой, или же применять сочетание этих методов, выпуская продукты с разной степенью готовности.

Первый метод состоит в одностадийной термообработке продукта до полной готовности. Однако такой способ приводит к увеличению количества дефектов продукта. Наггетсы могут приклеиваться друг к другу во время кулинарной обработки, что приводит к недостаточному прогреву продукта, особенно в местах слипания. Кроме того, может ухудшиться сцепление панировки с поверхностью продукта, в результате чего могут образоваться участки, не покрытые панировкой. Поэтому большинство изготовителей используют двухступенчатый процесс кулинарной обработки. Наггетсы сначала обжаривают в масле при температуре от 180 до 200 °С в течение 30–45 с, затем ненадолго вынимают [7]. На этой стадии обработки покрытие «закрепляется», т. е. под действием тепла поверхность мяса соединяется с панировкой (жидкой и сухой). Извлеченные миофибриллярные белки связываются с белками жидкой панировки.

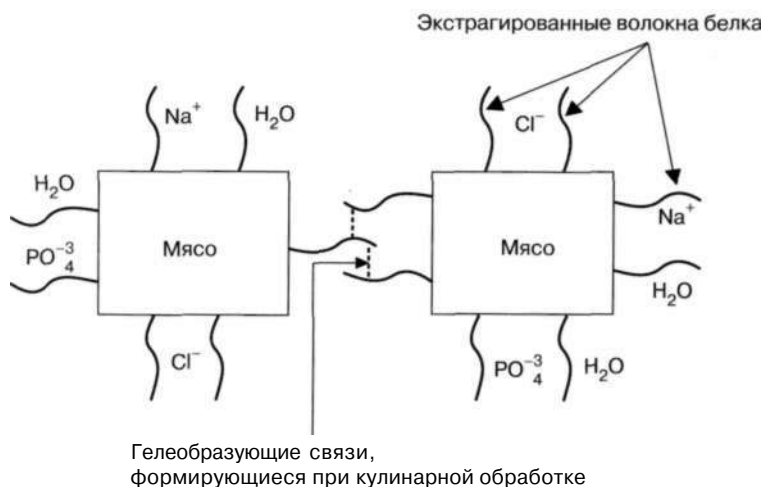


Рис. 13.18. Схема формирования гелеобразующих связей при кулинарной обработке

Первая стадия, известная как «обжаривание» или «мгновенная жарка», способствует снижению количества слипшихся наггетсов, позволяя избежать спекания изделий друг с другом. После завершения первой стадии обработки наггетсы погружают во второй жарочный аппарат и жарят при температуре 165,5-179,4 °С; продолжительность жарки зависит от продукта. Цель второй стадии термообработки — доведение продукта до полной готовности. Если предусмотрено только обжаривание, то после него продукт в полуготовом виде поступает на замораживание и упаковку. При обработке до полной готовности экстрагированные на поверхность миофибриллярные белки образуют прочные связи между кусочками мяса, что приводит к получению плотного, связного продукта (рис. 13.18). Единственный недостаток системы жарки до полной готовности заключается в том, что в процессе термообработки удаляется влага, что приводит к уменьшению выхода продукции.

Альтернативным способом обработки является запекание, при котором изделие в панировке не жарится в масле, а запекается. Это помогает снизить количество жира в продукте. Наиболее распространенная проблема, возникающая при запекании панированных продуктов, заключается в сложности формирования такой же хрустящей корочки золотистого цвета, как и при жарке. На ее решение направлены новейшие разработки, позволяющие путем сочетания подбора оборудования, ингредиентов, условий кулинарной обработки (продолжительности, температуры, влажности и скорости воздушного потока) добиться прогресса в этом направлении.

В системе *Fry Shield*[™], разработанной компанией *Kerry Ingredients*, для уменьшения поглощения продуктом масла при жарке используется поверхностный слой из пектинового крахмала [6]. Продукт после нанесения панировки обычным способом опускается на несколько секунд в 1%-ный раствор пектина и затем обжаривается или жарится до полной готовности. Этот способ позволяет снизить поглощение масла на 20-50% в зависимости от вида продукта и панировки.

В системе *No Fry*[™] компании *Morton Foods* жидкая и сухая панировка определенного состава наносится на продукт с помощью специального устройства [6]. Затем продукт в панировке орошается эмульсией, состоящей из масла, воды, белков и вкусоароматических веществ. Продукт запекают в ИК-печи при 900 °С в течение 40-60 с. Количество наносимой эмульсии зависит от пожеланий, предъявляемых к готовому продукту, что позволяет более точно управлять его характеристиками.

13.4. Замораживание и упаковка

Сразу после окончания процесса кулинарной обработки рубленые изделия по конвейеру поступают в морозильную установку, где происходит его замораживание. Замороженный продукт упаковывается и подготавливается к реализации. Поскольку продукты в панировке формуются и замораживаются до отправки на реализацию, рост бактерий обычно не оказывает определяющего влияния на продолжительность хранения. Гораздо более важными факторами в данном случае являются обезвоживание и окисление липидов (прогоркание). Обезвоживание может быть существенно снижено при использовании упаковки, имеющей хорошие барьерные свойства по

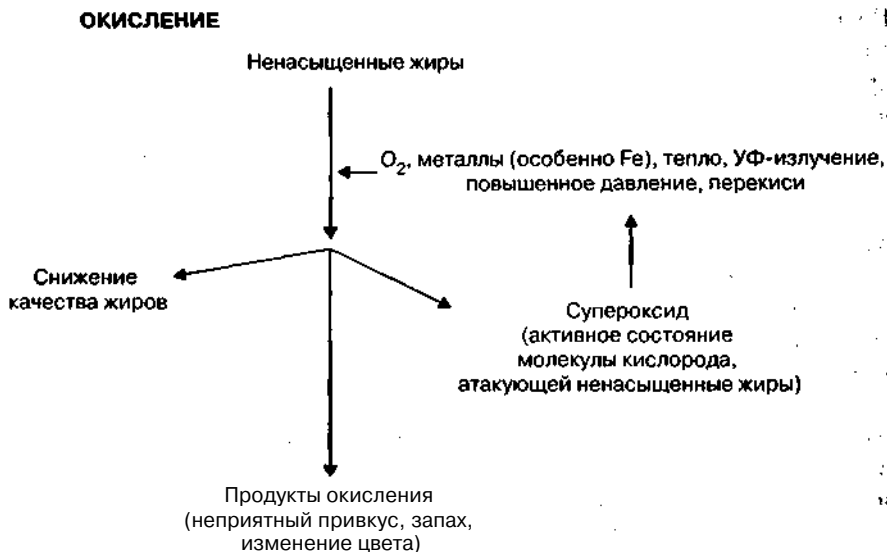


Рис. 13.19. Схема окисления ненасыщенных жиров

отношению к влаге, высокую прочность и устойчивость к низким температурам. Вероятность возникновения прогорклости снижается при использовании для жарки свежего масла, содержащего антиоксиданты (например, витамин Е), и при упаковке в модифицированной газовой среде (см. гл. 6).

Окисление липидов представляет собой процесс химического распада жиров и масел, который приводит к образованию привкуса и запаха, известных как прогорклость. Как правило, двойная связь между атомами углерода ненасыщенной жирной кислоты атакуется кислородом в активной форме, известной как ион супероксида (рис. 13.19). В результате происходит распад жиров по месту двойной связи с образованием множества продуктов распада, обладающих неприятным привкусом и запахом. Образование пероксидов ускоряется под воздействием ультрафиолетовых лучей, тепла, повышенного давления и в присутствии металлов. Таким образом, исключение этих факторов, а также снижение содержания кислорода и использования ненасыщенных масел тормозит развитие прогорклости. Степень окисления липидов определяется органолептическими испытаниями и химическими методами — по количеству продуктов распада, т. е. по тиобарбитуровому числу (ТБЧ) [9, 10] или по количеству перекисей, т. е. по перекисному числу [11, 12].

Выводы

Панированные продукты из мяса птицы внесли значительный вклад в рост рынка кулинарной продукции за последние десятилетия. Эти продукты обеспечивают фактически неограниченные возможности вариаций формы, текстуры и внешнего

вида в соответствии с изменениями потребительского спроса. Производство рубленых котлет, наггетсов и палочек — сложный процесс, включающий в себя грубое и тонкое измельчение, составление рецептурной смеси, формование, панирование и кулинарную обработку. Возможности вариаций на каждой из этих стадий приумножают потенциальное разнообразие этих изделий, но также увеличивают вероятность возникновения проблем в случае неправильного осуществления процесса. Основной интерес при производстве и реализации этих продуктов вызывает проблема окисления липидов, которое начинается на стадии кулинарной обработки и продолжается даже при хранении в замороженном состоянии, вызывая образование нежелательного привкуса и запаха. Однако повсеместное присутствие этих изделий на сегодняшнем рынке служит доказательством их несомненного успеха и привлекательности для потребителей.

Литература

1. Bowers, P. Golden nuggets pan out globally // *Poultry*, 1994.
2. Code of Federal Regulations / USDA. - Title 9, Sec. 381.156.
3. Pearson, A.M., Tauber, F. W. *Processed Meats* — 2d ed. — New York: Van Nostrand Remhold, 1984. - P. 46.
4. Cunningham, FE. Developments in enrobed products // *Processing of Poultry* / Mead, G. C, ed. - U.K.: Elsevier Science Publishers, 1989. - P. 325.
5. USDA, Code of Federal Regulations, Title 9, Sec. 381.166.
6. Mandara, R., Hoogenkamp, H. *The Role of Processed Products in the Poultry Meat Industry* / Richardson, R.I. Mead, G. C, eds. - New York: CABI Publishing, 1999. - P. 397.
7. *The Processor's Guide to Coating and Cooking* / Stein, JFMC FoodTech — Sandusky, OH. - P. 2.
8. *Customized Taste Technology in Batters from Newly Weds Foods* / Newly Weds Foods. - Chicago, IL, 1998.
9. Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., Dugan, L.R. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods // *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1960, 37, 1.
10. Rhee, K.S. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thiobarbituric acid test of fish and meat // *Food Sci.*, 1978, 43, 1776.
11. Nawar, WW Lipids // *Food Chemistry* / Fennema, O.R., ed. — 3rd ed. — New York: Marcel Dekker, 1996. - P. 276.
12. Official and tentative methods of the American Oil Chemists Society. Peroxide value, Cd8-53; oxirane test, Cd9-57; iodine value Cd1-25; AOM, CD 12-57 /// *Am. Oil Chem. Soc.*, 1980.

14. Механическая сепарация мяса птицы и ее применение в производстве продуктов

Гленн У. Фроунью, Шелли Р. МакКи

Введение

В конце 1950-х и начале 1960-х гг. начались значительные изменения в птицеперерабатывающей промышленности. В это время значительно расширились производство и продажа продуктов из мяса птицы с глубокой степенью разделки и переработки. По мере роста популярности этих продуктов среди потребителей и общего роста потребления мяса птицы увеличивалось количество пригодных для механической сепарации частей тушек, таких как каркасы, спинки, шеи, ноги, крылья и т. д. В процессе механической сепарации (обвалки) мясо отделяется от скелетных костей путем измельчения исходного сырья (каркасы, шеи и т. д.) и пропуска его через сито под высоким давлением. Основная часть костей и хрящей удаляется вследствие большой разницы в сопротивлении резанию.

Механическая сепарация предоставляет возможность получения функциональных белков, которые могут быть использованы при производстве разнообразных продуктов переработки мяса. Механически сепарированное мясо птицы (до 1995 г. называлось также мясом птицы механической обвалки¹⁾) широко используется в продуктах глубокой переработки, таких как колбасы, сосиски, рулеты из индейки, реструктурированные мясные продукты и суповые наборы. Этот источник дешевого мясного сырья позволил устанавливать конкурентоспособные рыночные цены на продукты из мяса птицы.

Выход механически сепарированного мяса птицы составляет от 50 до 70% [1]. Соотношение мяса и костей наиболее сильно влияет на выход мяса из различных

В Европе и США ранее использовался термин «мясо механической обвалки» (*mechanically deboned meat*), затем более правильным стал считаться термин «механически сепарированное мясо» (*mechanically separated meat*). В России в настоящее время используются оба термина, хотя термин «механическая обвалка» (МО) более известен. Далее в книге будут использоваться оба термина как равнозначные — *Пиили поЛ*

частей тушки. В 1994 г. Министерство сельского хозяйства США опубликовало данные, что из 1000 тыс. т исходного сырья получается примерно 700 тыс. т механически сепарированного мяса [2]. Это механически сепарированное мясо используется для производства примерно 400 тыс. т колбасных изделий (различные виды колбас и сосисок) и 500 тыс. т рубленых изделий. Часть механически сепарированного мяса используется при производстве разнообразных колбасных продуктов в сочетании с другими видами мяса (т. е. с говядиной и свининой).

14.1. Нормативные документы

Производство и использование механически сепарированного мяса птицы контролируется Службой контроля безопасности пищевых продуктов (*FSIS*) Министерства сельского хозяйства США [3], а производство мяса рыбы и рыбных продуктов — Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарственных препаратов (*FDA*).

14.1.1. Изменения в правилах маркировки

Правила и требования к механически сепарированному мясу птицы были впервые установлены Службой контроля безопасности пищевых продуктов в 1969 г. С тех пор произошли значительные изменения в правилах маркировки механически сепарированного мяса. До 1996 г. механически сепарированному мясу давалось общее название «мясо птицы механической обвалки» (*«mechanically deboned poultry»*) или «молотое мясо птицы» (*«comminuted poultry»*), однако на этикетке можно было указывать только «цыплята» или «индейка». В том, что касалось маркировки, отсутствовало четкое разграничение мяса, полученного с помощью обвалочного оборудования, и мяса птицы, полученного при ручной обвалке. Сложился неравноценный подход к маркировке мяса птицы и мяса других видов домашнего скота (в основном говядины и свинины). В частности, механически сепарированное мясо домашнего скота должно было маркироваться как «механически сепарированное мясо» с указанием вида мяса — говядина, свинина или баранина. Производители колбасных изделий из мяса сельскохозяйственных животных утверждали, что птицеперерабатывающей промышленности несправедливо предоставлено преимущество в маркетинге в связи с разными требованиями к маркировке. Эта ситуация привела к иску, выдвинутому компанией *Bob Evans Farm, Inc.* и другими компаниями, поддержанному министром сельского хозяйства Майком Эспи [4]. Благодаря иску к этим непоследовательным правилам маркировки Службой контроля безопасности пищевых продуктов были заново рассмотрены требования к маркировке мяса птицы. Служба контроля пришла к выводу, что механически сепарированное мясо птицы не отличается по консистенции и внешнему виду от продукции, получаемой при механической сепарации мяса других видов домашнего скота. Более того, по текстуре и внешнему виду механически сепарированное мясо птицы отличается от мяса ручной обвалки, даже если последнее дополнительно обработано с помощью измельчающего оборудования. В соответствии с этими соображениями были разработаны новые правила, касающиеся механически сепарированного мяса птицы, которые вступили в силу в ноябре 1996 г. В частности,

измененные правила экспертизы продуктов из мяса птицы предусматривали маркировку мяса птицы механической обвалки как «механически сепарированного мяса (вид птицы)» вместо «измельченные цыплята или индейка» без упоминания об использовании процесса механической обвалки. Однако эти требования к маркировке зависят от используемого исходного сырья. Если исходным сырьем являются carcasses, обрезки или части тушек, с которых основная часть мяса уже удалена вручную, то получаемое мясо должно быть обозначено как механически сепарированное мясо птицы. Однако если исходным сырьем являются части тушек, на которых сохранена основная часть мяса, а также целые тушки нестандартной птицы, петухов или зрелых маточных кур, то в стандарте идентичности на такое мясо механической обвалки можно указывать «измельченное мясо цыплят».

14.1.2. Использование зрелой птицы в продуктах детского питания

Другое изменение нормативов относится к использованию мяса зрелой птицы в детском питании. Многие из прежних нормативных документов были основаны на обзоре отчетов по проблемам здоровья и безопасности при использовании механически сепарированного мяса птицы. В то время большое значение придавалось высокому содержанию фтора в механически сепарированном мясе из зрелой птицы, попадающего в мясо из измельченных костей. В результате механически сепарированное мясо зрелой птицы запрещалось использовать в продуктах детского питания для детей раннего, дошкольного и школьного, применение его в других продуктах из мяса птицы ограничивалось уровнем 15%. Несколько лет назад Министерство сельского хозяйства США провело повторное рассмотрение отчета 1979 г. [5] и пришло к выводу, что содержание фтора в механически сепарированном мясе птицы не представляет опасности для здоровья. Такое изменение позиции было основано на результатах обсуждения проблемы со стоматологами, медицинскими работниками и производителями детского питания, которые согласились с тем, что вероятность развития флюороза (хронического отравления фтором) даже при значительном потреблении продуктов, содержащих механически сепарированное мясо зрелой птицы, является пренебрежимо малой. В связи с этим в новых нормативах 1996 г. запрет на использование механически сепарированного мяса птицы в детском питании был отменен.

14.1.3. Удаление почек и репродуктивных органов

В настоящее время единственным ограничением, связанным с использованием зрелой птицы, является необходимость удаления почек и репродуктивных органов из тушки перед процессом механической сепарации. В частности, нормативные документы требуют во время потрошения в убойных цехах удалять почки и развитые репродуктивные органы зрелой птицы. Использование недоразвитых репродуктивных органов молодой птицы (бройлеров), перерабатываемой в обычном возрасте, допускается в любых продуктах из мяса птицы. Почки зрелой птицы содержат тяжелые металлы, например кадмий, которые аккумулируются в тканях с течением времени и

представляют собой опасность для здоровья потребителя. В отличие от зрелых кур, содержание тяжелых металлов в почках молодой перерабатываемой птицы (бройлеры в возрасте 6-8 недель, индейка в возрасте 19-21 недель) не превышает допустимого уровня. В тех случаях, когда механически сепарированное мясо составляет значительную часть мясного продукта, например, сосисок для хот-дога, почки должны быть удалены независимо от возраста птицы. Таким образом, удаление почек молодой птицы не всегда является обязательным. На предприятиях, как правило, удаляют почки у всей птицы, которая будет использоваться для механической сепарации.

14.1.4. Содержание костного остатка и кальция

С учетом особенностей процесса механической сепарации в мясном сырье, полученном этим способом, необходимо определять и контролировать содержание костного остатка, которое не должно превышать 1%. Это соответствует ограничению массовой доли кальция — не выше 0,235% в мясе индейки и зрелой птицы и 0,175% в мясе бройлеров, перерабатываемых в обычном возрасте (6-8 недель). Так как зрелая птица имеет более хрупкие, а индейка — более крупные кости, в получаемом из них механически сепарированном мясе наблюдается более высокое содержания кальция и костных включений. Ограничивается также размер костных включений: максимальный размер 98% костных включений не должен превышать 1,5 мм, не допускается присутствие частиц кости с максимальным размером более 2 мм. Ограничение размера частиц кости устанавливается в целях уменьшения любой физической опасности, связанной с наличием костных включений, а также ограничения количества костной ткани, которая может попадать в мясо птицы в результате механического воздействия.

14.1.5. Ограничение использования механически сепарированного мяса птицы в продуктах

Ограничения количества механически сепарированного мяса птицы, используемого в составе различных продуктов из мяса птицы, устанавливаются стандартами на конкретные продукты. Например, для франкфуртских сосисок количество использованного механически сепарированного мяса птицы не должно превышать 15% от общей массы конечного продукта. Для других продуктов этот показатель может иметь различное значение в зависимости от требований, устанавливаемых соответствующим стандартом.

14.1.6. Холестерин, белок и жир

Служба контроля безопасности пищевых продуктов считает, что холестерин не является предметом обсуждения для механически сепарированного мяса птицы, поскольку это мясное сырье используется лишь как компонент продуктов, подвергаемых дальнейшей обработке, и содержание холестерина должно быть указано на этикетках именно этих конечных продуктов. Предполагается, что при необходимости ограничения потребления холестерина потребитель способен самостоятельно принять грамотное решение, исходя из информации, приведенной на этикетках продуктов.

В стандарте идентичности на механически сепарированное мясо птицы установлены требования к содержанию жира и белка. В механически сепарированном мясе птицы содержание жира не должно превышать 25%, содержание белка должно быть не менее 14%. Хотя механически сепарированное мясо может содержать повышенное количество коллагена по сравнению с мясом ручной обвалки, это незначительно влияет на качество белка. Более того, было показано, что биологическая ценность белка механически сепарированного мяса птицы сравнима с ценностью казеина, являющегося высококачественным белком [6]. Мясо, маркированное как механически сепарированное мясо птицы, должно иметь значение коэффициента эффективности белка не менее 2,5. Продукт, получаемый с помощью новейшей сепарирующей системы на основе усовершенствованного способа разделения мяса и кости, который можно маркировать как «мясо» (цыплята, индейка, говядина и т. д.), также характеризуется конкретными требованиями к качеству белка, основанными на значении коэффициента эффективности белка.

14.2. Оборудование

В настоящее время наиболее широко используется процесс механической сепарации мяса птицы, который заключается в размельчении исходного сырья и последующем отделении кости, соединительной ткани и сухожилий путем пропускания размельченного сырья через сито под высоким давлением (рис. 14.1). Существует два основных

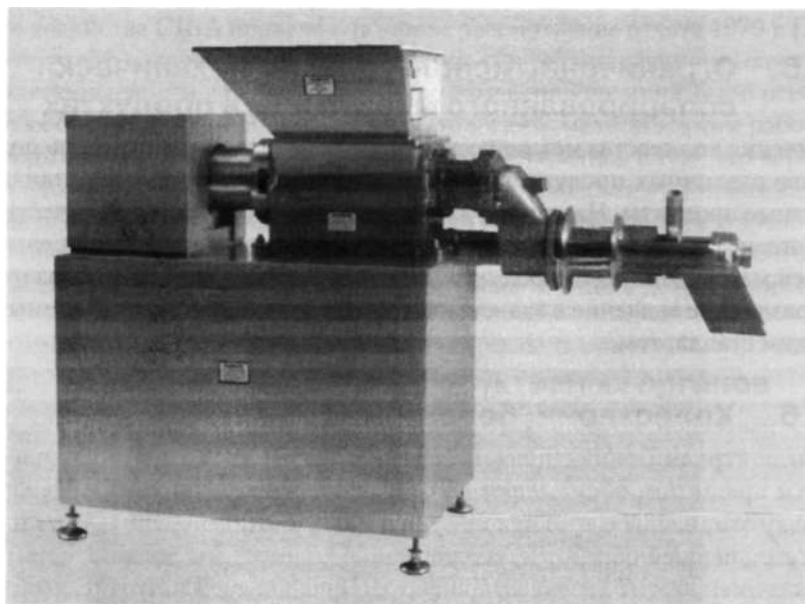


Рис. 14.1. Пример устройства для механической сепарации мяса птицы (С разрешения *Beehive*)

типа механических сепараторов. В первом из них мясо продавливается через ячейки перфорированного барабана из внешней камеры, при этом костные ткани задерживаются и остаются вне барабана. В аналогичных по конструкции устройствах другого типа мясо продавливается изнутри перфорированного цилиндра, и костный остаток остается внутри этого цилиндра [6]. В зависимости от размера и емкости обвалочные устройства позволяют вырабатывать от 200 до 10 000 кг продукции в час, при этом все виды автоматизированного оборудования для механической обвалки мяса, птицы и рыбы должны быть одобрены Министерством сельского хозяйства ГИТА,

Многие параметры работы оборудования могут повлиять на качество конечного продукта. Например, на выход продукта влияет величина давления, под действием которого мясо продавливается через сито. Однако при повышении давления процесс сепарации может стать менее эффективным вследствие попадания в конечный продукт большего количества частиц костей, соединительной ткани и других немясных компонентов. С учетом этого на предприятиях подбирают оптимальные настройки оборудования, позволяющие получить высокий выход продукта в сочетании с высоким качеством. Другим фактором, влияющим на качество продукта, является содержание и техническое обслуживание оборудования. Состояние режущих кромок очень существенно влияет на текстуру и консистенцию конечного продукта. Затупившиеся в результате плохого обслуживания кромки могут привести к «раздавливанию» продукта и получению пастообразной текстуры. Текстура может меняться также при изменении размеров ячеек сита (перфорированной поверхности). Большой размер отверстий ячеек дает возможность получить направленно текстурированный продукт.

Другим фактором, который может влиять на качество конечного продукта, является температура продукта. Большинство используемых видов оборудования могут перерабатывать сырье только в охлажденном, но не в замороженном виде.



Рис. 14.2. Пример продукта, полученного с помощью модифицированного сепаратора и маркированного как «измельченное мясо цыплят»

Имеются сведения о разработке модифицированного сепаратора, позволяющего перерабатывать мясо в замороженном виде. Это является очень важным достижением, поскольку при этом получается продукт с отличной текстурой (рис. 14.2), с более длительным сроком хранения и меньшей бактериальной обсемененностью. Благодаря уникальности такого процесса полученный на этом оборудовании продукт допускается маркировать как «измельченное мясо цыплят» вместо «механически сепарированное мясо птицы».

Предполагается, что новейшее сепарирующее оборудование, получившее название «система бережной обвалки», позволяет проводить процесс таким образом, что полученный продукт может обозначаться как «мясо цыплят» или «мясо индейки» вместо «механически сепарированное мясо птицы». Считается, что такая система бережного отделения мяса от костей не измельчает и не дробит кости и, таким образом, обеспечивает значительно меньшее количество кальция в конечном продукте. В конструкции системы для проталкивания продукта через сепарирующий барабан применяется поршень вместо шнека. В настоящее время системы этого типа чаще применяются при переработке говядины и свинины, чем птицы.

14.3. Виды механически сепарированного мяса птицы

По мере роста производства продуктов глубокой переработки цыплят и индейки появляется все большее количество частей тушек, пригодных для механической сепарации. В настоящее время цыплята-бройлеры, как правило, разделяются на части или подвергаются ручной обвалке. После разделки или ручной обвалки carcasses, спинки, шеи, ноги и крылья обычно направляются на механическую обвалку и дальнейшее использование в различных мясных продуктах (рис. 14.3).

Сейчас индейка также продается в разделанном на части виде, однако чаще она подвергается ручной обвалке и используется для дальнейшей переработки. После ручной обвалки тушек индейки carcasses, спинки и шеи также направляют на механическую сепарацию.

Механическая сепарация мяса с использованием в качестве сырья целых тушек не является общепринятой практикой. Однако имеются сведения о процессе механического сепарирования мяса зрелой птицы из целых тушек после их предварительного размельчения [7]. В промышленности иногда тушки зрелых леггорнов подвергают предварительной тепловой обработке и затем с помощью ручной обвалки получают мясо, используемое в супах или других переработанных продуктах из мяса птицы. В этом случае оставшиеся после ручной обвалки термообработанного мяса carcasses также направляют на механическую сепарацию.

Костный остаток после механической сепарации часто используется в кормах для животных. Специалисты установили, что костный остаток является отличным ингредиентом для производства кормов или сырьем для производства изолята белка [8-10]. В связи с растущими экологическими требованиями утилизация костного остатка является одной из самых приоритетных задач.

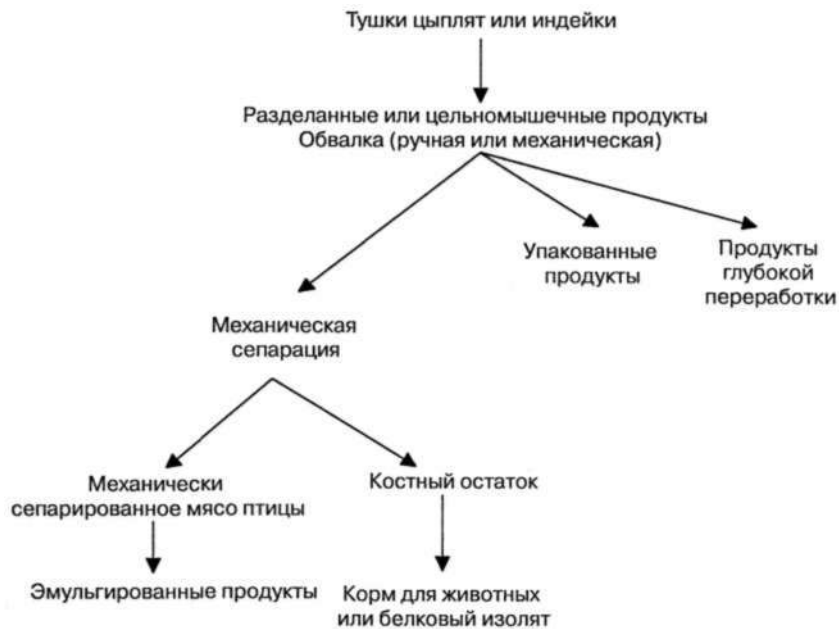


Рис. 14.3. Механическая сепарация мяса птицы

14.4. Химический состав

Возникающие при механической сепарации мяса птицы большие напряжения среза приводят к значительному разрушению клеток. Степень деструкции клеток в основном зависит от размеров отверстий в сепарирующем барабане. Применение перфорации с малым размером отверстий приводит к измельчению миофибрилл [10]. Разрушения наблюдались по Z- и М-полосам миофибрилл. В результате разрушения костной ткани при механической сепарации высвобождается также костный мозг, что приводит к увеличению содержания липидов и гемовых компонентов в сепарированном мясе. Липидная и гемовая фракции снижают относительное количество белка в полученном мясе.

Примерный состав механически сепарированного мяса птицы с использованием различного сырья приведен в табл. 14.1 [7, 11-16]. Данные, приведенные в этой таблице, свидетельствуют о значительных вариациях состава. На химический состав влияют соотношение мяса и костей, возраст и порода птиц, содержание кожи, способ разделки и параметры работы оборудования. В мясе, полученном от более молодой птицы, наблюдается более высокое содержание липидной и гемовой компонентов в связи с легкостью извлечения костного мозга, что заметно влияет на состав. Присутствие в исходном сырье кожи может очень существенно увеличить количество жира в получаемом сепарированном мясе, в то время как коллаген кожи находят в основном в костном остатке [17]. Однако в случае механической обвалки термообработанных тушек или их частей коллаген в значительной степени желатинизирован,

Таблица 14.1. Химический состав механически сепарированного мяса птицы из различного сырья

Наименование сырья	Белок, %	Влага, %	Жир, %	Литературный источник
Спинки и шеи цыплят	9,3-14,5	63,4-66,6	14,4-27,2	[7-9]
Спинки цыплят	13,2	62,4	21,1	[7]
Шеи без кожи	15,3	76,7	7,9	[10]
Каркасы индеек	12,8-15,5	70,6-73,7	12,7-14,4	[7-9]
Зрелые несушки	13,9-14,2	60,1-65,1	18,3-26,2	[3,8]
Термообработанные зрелые несушки	18,3	63,2	16,5	[12]

что приводит к увеличению содержания коллагена в сепарированном мясе. Параметры работы сепаратора (пресса) могут значительно повлиять на выход и химический состав. Настройка оборудования на большой выход может привести к значительному увеличению в полученном механически сепарированном мясе содержания жира и золы. Настройка на высокий выход может привести также к повышению температуры сырья, что вызовет денатурацию белка и в конечном счете повлияет на его функциональность.

Качество белка имеет особое значение для механически сепарированного мяса птицы. Некоторые ученые показали, что белки мяса птицы механической обвалки по своему качеству сравнимы с белками мяса ручной обвалки [14, 16, 18, 19].

Другой важной характеристикой является содержание жирных кислот и холестерина в мясе птицы механической обвалки. Костный мозг цыплят-бройлеров характеризуется более высоким процентным содержанием фосфолипидов и холестерина, чем другие части мяса цыплят-бройлеров [20]. Однако по жирнокислотному составу костный мозг и механически сепарированное мясо очень близки к мясу ручной обвалки.

С появлением мяса птицы механической обвалки особое внимание привлекала проблема возможного содержания в нем костных включений. При исследовании частиц кости в мясе птицы ручной и механической обвалки было выявлено, что в мясе ручной обвалки частицы костей имели, как правило, несколько большие размеры, чем в механически сепарированном мясе [21]. Все частицы костей, обнаруженные в механически сепарированном мясе птицы, могут быть охарактеризованы как «порошкообразные» и не представляющие опасности для потребителя. В настоящее время в мясе механической обвалки очень тщательно контролируется массовая доля кальция, которая после пересчета является эквивалентом содержания костного остатка.

Также были проведены исследования содержания в механически сепарированном мясе птицы некоторых минеральных веществ, которые могут представлять опасность для здоровья, в частности, мышьяка, фтора, кадмия, стронция-90, селена, железа, никеля, свинца, цинка [22]. Результаты исследований показали, что ни один из этих элементов не представляет опасности для здоровья в связи с их низким содержанием в механически сепарированном мясе птицы. Частично это может быть связано, как

уже обсуждалось выше, с удалением некоторых частей (например, почек) из технологического потока.

14.5. Функциональные свойства

По мере увеличения использования механически сепарированного мяса птицы в мясных продуктах глубокой переработки все большее значение приобретают его функциональные свойства. Основная часть мяса птицы механической обвалки используется в эмульгированных продуктах. Известно, что процесс механической сепарации влияет на содержание жира и солерастворимых белков, а следовательно, и на функциональные свойства мясного сырья. Так, механически сепарированное мясо индейки содержит меньше солерастворимых белков, чем натуральное [23]. Кроме того, мясо индейки ручной обвалки характеризуется лучшей эмульгирующей способностью, чем механически сепарированное мясо. Однако влагоудерживающая способность мяса индейки механической обвалки оказалась выше. При содержании белка 12% механически сепарированное мясо птицы позволяет получить более вязкую эмульсию, стабильность которой гораздо выше по сравнению с эмульсией, изготовленной из другого мясного сырья, содержащего 11% белка [24]. В других исследованиях было установлено, что эмульгирующая и влагоудерживающая способность механически сепарированного мяса птицы, полученного из различного сырья, могут заметно различаться [25].

На функциональные свойства мяса птицы механической обвалки влияет содержание кожи [26,27]. При высоком ее содержании уменьшается стабильность эмульсии и эмульгирующая способность, что связано главным образом с увеличением содержания жира за счет использования кожи. Однако некоторые исследователи отмечали, что более высокое содержание кожи улучшает органолептический показатель нежности сосисок [27].

Неоднократно предпринимались попытки текстурировать механически сепарированное мясо птицы. Для этого мясо цыплят после механической обвалки пропускали через волчок (без ножа) с решеткой, имеющей диаметр отверстий 4 мм [28]. Коагуляция выходящих мясных жгутов проводилась термообработкой при 100 °С в течение 1; 3; 5; 7,5 и 10 мин. Более продолжительный нагрев и более высокое содержание кожи увеличивали сопротивление среза. Хотя нагрев приводил к некоторому снижению количества растворимых белков, эмульсионная стабильность экструдированных жгутов улучшалась. Другие исследователи текстурировали механически сепарированное мясо индейки таким же образом — с помощью экструзии и закрепления жгутов термообработкой [29]. Они предложили использовать текстурированное таким способом мясо в реструктурированных мясных продуктах.

Возможна модификация механически сепарированного мяса птицы с помощью центрифугирования [7, 30], которое снижает содержание жира и увеличивает влагоудерживающую и эмульгирующую способность. В настоящее время выпускаются центробежные сепараторы, пригодные для промышленного производства такого мяса.

Некоторые добавки влияют на функциональные свойства механически сепарированного мяса птицы. Так, предварительное смешивание с солью улучшает эмульгирующую стабильность механически сепарированного мяса птицы [31]. Добавление 3% казеината натрия или 0,5% полифосфатов увеличивает вязкость эмульсии для сосисок, изготовленной из механически сепарированного мяса цыплят [27]. При охлаждении зрелой птицы в 6%-ном растворе полифосфата перед обвалкой наблюдается улучшение эмульгирующей способности и стабильности эмульсии получаемого механически сепарированного мяса [32]. Совместная добавка 0,5% полифосфата и 3% хлорида натрия увеличивала количество экстрагируемых белков, влагоудерживающую и эмульгирующую способность механически сепарированного мяса индейки [23].

Добавка в механически сепарированное мясо птицы структурированного соевого белка улучшала текстурные характеристики [33–35]. Однако в других работах при добавлении соевого белка наблюдалось уменьшение стабильности эмульсии механически сепарированного мяса птицы [36].

14.6. Цвет и гемовые пигменты

Механическая сепарация мяса птицы влияет на цвет получаемого мясного сырья. В процессе сепарации в мясо птицы попадают гемовые пигменты из костного мозга. В результате содержание гемовых пигментов в механически сепарированном мясе птицы в три раза выше, чем в мясе ручной обвалки [7]. Это увеличение происходит благодаря гемоглобину костного мозга. Гемоглобин является причиной многих проблем, связанных с цветом продукта, поскольку он легко подвергается окислению и тепловой денатурации в процессе переработки и хранения. В результате в продуктах, содержащих мясо птицы механической обвалки, возникают такие дефекты, как образование коричневого, зеленого и серого окрашивания. В процессе сепарации мясо подвергается интенсивному воздействию воздуха, что может ускорить окисление гемовых пигментов.

Характеристики цвета механически сепарированного мяса птицы зависят от его химического состава и условий сепарации. При исследовании влияния содержания кожи в исходном сырье на цвет механически сепарированного мяса птицы было выявлено, что повышенное содержание кожи, как правило, усиливает светлый оттенок и ослабляет красный [26]. Эти изменения цвета обусловлены разбавлением гемовых пигментов дополнительным жиром, вносимым с кожей.

Многие исследователи предпринимали попытки изменить цветовые характеристики механически сепарированного мяса птицы с помощью центрифугирования [7, 30]. Одни данные свидетельствуют об усилении красной окраски механически сепарированного мяса птицы после центрифугирования [7], тогда как в соответствии с другими результатами при центрифугировании красный оттенок ослабляется [30]. Противоречие можно частично объяснить тем, что первые данные были получены при исследовании механически сепарированного мяса кур, а вторые — механически сепарированного мяса цыплят и индейки.

Применение криогенных методов как наиболее быстрого способа охлаждения механически сепарированного мяса птицы также оказывает влияние на окраску мяса [37-40]. Применение гранул твердого диоксида углерода (сухого льда) способствовало получению мяса с более темной и красной окраской, усиливающейся при последующем хранении. Возможно, что охлаждение сухим льдом увеличивало скорость окисления гемовых пигментов в процессе хранения механически сепарированного мяса птицы.

На цвет продуктов, содержащих механически сепарированное мясо птицы, могут влиять определенные технологические процессы и рецептурный состав. Так, из смеси механически сепарированного мяса птицы (цыплят или индейки) и говядины в соотношении 50 : 50 получают летние колбасы вполне приемлемого цвета [41]. Внесение 15% механически сепарированного мяса индейки в фарш для сосисок из красного мяса приводило к менее выраженному красному цвету готового продукта по сравнению с сосисками из 100% говядины [15]. Кроме этого, сосиски с 15% механически сепарированного мяса индейки характеризовались несколько более быстрым снижением интенсивности цвета в процессе хранения. Однако предполагается, что это осветление незаметно для потребителя. В настоящее время механически сепарированное мясо птицы обычно используется в эмульгированных мясных продуктах в сочетании с другими видами мяса.

14.7. Стабильность вкуса и запаха

Как уже было сказано, при механической сепарации происходит значительное разрушение клеток, из костного мозга высвобождаются гемоглобин и липиды. Кроме этого, при отсутствии контроля температуры возможно ускорение окисления липидов вследствие нагрева в процессе сепарации. Следовательно, в программах обеспечения качества особое внимание следует уделять уменьшению влияния окисления на вкус и запах в процессе переработки и хранения. Механически сепарированное мясо птицы, производимое в настоящее время, значительно лучше по качеству, чем производимое 20-25 лет назад. Это в основном обусловлено совершенствованием оборудования и более глубоким пониманием факторов, влияющих на свойства и показатели механически сепарированного мяса птицы.

Изучению изменений механически сепарированного мяса птицы при хранении и способов повышения стабильности его вкуса и запаха были посвящены многие исследования. В соответствии с полученными результатами окисление липидов было минимальным при хранении механически сепарированного мяса в течение 6 дней при 3 °C [42]. Механически сепарированное мясо индейки было наименее стабильным в процессе хранения при 3 °C. Было отмечено, что механически сепарированное мясо индейки, хранившееся в течение 90 дней при -24 °C, имело высокое значение тиобарбитурового числа (ТБК) и низкие органолептические показатели [15]. С другой стороны, имеются данные о том, что летние колбасы, изготовленные из мяса птицы механической обвалки и хранившиеся в течение 6 мес, имели весьма приемлемые характеристики [30,41]. В механически сепарированном мясе индейки минимальное

окисление липидов наблюдалось в течение первых 10 недель хранения [43]. В этом виде сырья было выявлено взаимодействие липидов с гемовыми компонентами [44]. Окисление гема уменьшалось при уменьшении температуры от 30 до -10 °С. Наблюдалось сильное взаимодействие между окислением гема и липидов, особенно в интервале температур от 10 до 15 °С. Это взаимодействие, по всей видимости, является причиной повышенного окисления липидов, которое происходит при хранении механически сепарированного мяса индейки в замороженном состоянии. Известно, что гемовые пигменты являются сильными катализаторами окисления жиров в мясных продуктах. Помимо этого, на окисление липидов оказывают влияние происходящие в процессе механической сепарации поглощение кислорода, повышение температуры и контакт с металлическими поверхностями оборудования.

Некоторые ученые исследовали возможности применения антиоксидантов в целях снижения окисления липидов механически сепарированного мяса птицы. При охлаждении зрелых кур в 6%-ном растворе полифосфата перед механической сепарацией было обнаружено уменьшение значений ТБЧ по сравнению с контролем после хранения в течение двух месяцев при -29 °С [32]. Полифосфаты образуют хелатные соединения с ионами металлов, что, возможно, объясняет эффективность их использования в процессе сепарации и хранения. Экстракт розмарина, полифосфаты и БОА в сочетании с лимонной кислотой проявили себя как эффективные антиоксиданты в модельных образцах механически сепарированного мяса птицы [45]. Использование Тенокс II (*Tenox II*) с массовой долей 0,01% в пересчете на жир позволило увеличить период индукции липидов [46]. Значения ТВА после хранения при 4 °С были ниже 1,0.

14.8. Промывка и изготовление изделий типа сурими

В рыбной промышленности широко применяется технология промывки механически сепарированной рыбы для производства белкового ингредиента, известного как сурими. В процессе такой технологической обработки удаляются вещества, обладающие запахом, и растворимые саркоплазматические белки (в основном гемоглобин и миоглобин), при этом происходит концентрирование миофибриллярных белков [47, 48]. Благодаря отличным связующим и гелеобразующим свойствам, а также светлой окраске сурими широко используются в различных продуктах, имитирующих рыбу. В связи с успешным использованием сурими был проявлен большой интерес к возможности применения этой технологии к механически сепарированному мясу птицы. Было установлено, что в результате промывки механически сепарированного мяса птицы водой из него удаляются гемовые пигменты и жир, при этом происходит концентрирование миофибриллярных белков [49-54].

Для промывки мяса птицы механической обвалки применялись различные промывочные растворы. Обычно при промывке механически сепарированного мяса птицы расход промывочного раствора составляет три к одному. В качестве возможных промывочных растворов были исследованы водопроводная вода, раствор хлорида

Таблица 14.2. Состав сырого и термообработанного мяса цыплят механической обвалки, промытого с использованием различных промывочных растворов

Вид промывочного раствора -	Массовая доля, %			Содержание коллагена, мг/г сухого мяса
	влаги	белка	жира	
Сырое мясо МО:				
непромытое	68,1	46,6	14,5	67,8
водопроводная вода	84,4	74,2	1,2	109,3
раствор NaCl, 0,1 моль/дм³	85,8	74,8	1,1	116,6
буферный раствор фосфата натрия	87,8	70,1	1,3	156,6
0,5%-ный раствор NaHCO₃	88,7	71,2	0,8	142,6
Термообработанное мясо МО:				
непромытое	75,5	45,6	9,9	68,6
водопроводная вода	83,7	59,4	1,6	109,3
раствор NaCl, 0,1 моль/дм³	84,3	68,6	0,5	102,9
буферный раствор фосфата натрия	86,1	69,8	0,6	111,4
0,5%-ный раствор NaHCO₃	86,7	67,9	0,7	131,2

натрия концентрацией 0,1 моль/дм³, раствор фосфата натрия (с ионной силой 0,1) и 0,5%-ный раствор бикарбоната натрия [52]. Исследовалось также влияние pH и продолжительность перемешивания. С повышением pH и увеличением продолжительности перемешивания количество удаляемых гемовых пигментов и растворимых белков также увеличивалось. Оптимальная концентрация миофибриллярных белков наблюдалась при pH 7-8 и продолжительности перемешивания 20 мин.

Анализ химического состава полученного продукта показывает, что в процессе промывки содержание жира резко уменьшается, а содержание белка и коллагена увеличивается (табл. 14.2). Позднее был разработан процесс отсева для уменьшения содержания коллагена в конечном продукте [54]. В результате промывки значительно усиливается светлый оттенок и ослабляется красный. Фактически промытое мясо становится очень похожим по внешнему виду на белое мясо птицы.

Возможно, что одним из наиболее важных преимуществ промытого мяса птицы механической обвалки являются исключительные свойства его текстуры. В промытом механически сепарированном мясе птицы наблюдалось улучшение профиля текстуры по сравнению с контрольным непромытым мясом (табл. 14.3) [53]. Прочность, липкость, упругость и разжевываемость при промывке значительно увеличиваются. Сканирующая электронная микроскопия термически обработанного промытого механически сепарированного мяса показала, что мясной гель имеет плотную структуру из фибриллярных белков.

Хотя рыбная промышленность значительно преуспела в маркетинге аналогов рыбы, изготовленных с использованием сурими, птицеперерабатывающая

Таблица 14.3. Профиль текстуры промытого мяса цыплят механической обвалки

Вид промывочного раствора	Прочность, кГ	Когезионная способность, МПа	Липкость, кГ	Упругость, мм	Разжевываемость, кг·мм
Непромытое мясо	1,5	0,74	1,1	8,9	9,6
Водопроводная вода	2,5	0,70	1,8	9,0	15,8
Раствор NaCl, 0,1 моль/дм ³	2,5	0,70	1,8	9,3	16,4
Буферный раствор фосфата натрия	2,0	0,71	1,4	9,4	12,9
0,5%-ный раствор NaHCO ₃	1,7	0,75	1,3	9,3	12,3

промышленность эту технологию не использовала. Одними из причин являются большой расход воды и удаляемый из мяса жир, которые могут привести к негативному воздействию на окружающую среду. Однако воду можно регенерировать с помощью технологии обратной осмотической ультрафильтрации. Проблема утилизации жира нуждается в дополнительных разработках. Другим препятствием, связанным с процессом промывки, является повышенное окисление жира [55].

14.9. Применение ММО в продуктах из мяса птицы

Механически сепарированное мясо птицы применяется в широком ассортименте эмульгированных и реструктурированных мясных продуктах, включая сосиски, колбасы, колбаски для завтрака, наггетсы, жаркое и т. д. (рис. 14.4). Некоторые из этих продуктов изготовлены из смеси мясного сырья разных видов. При использовании мяса птицы механической обвалки необходимо строго соблюдать гарантирующие качество указания в целях предотвращения прогоркания мяса. Части, предназначенные для обвалки, должны быть свежими и храниться при температурах, близких к замораживанию (от -1 до 2 °С). После сепарации мясо птицы механической обвалки должно быть использовано в рецептурах продуктов в течение одного дня, в противном случае его необходимо заморозить и хранить в замороженном состоянии не более 90 дней.

Выводы

Механически сепарированное мясо птицы продолжает находить широкое применение, поскольку представляет собой дешевый источник мяса. Благодаря совершенствованию

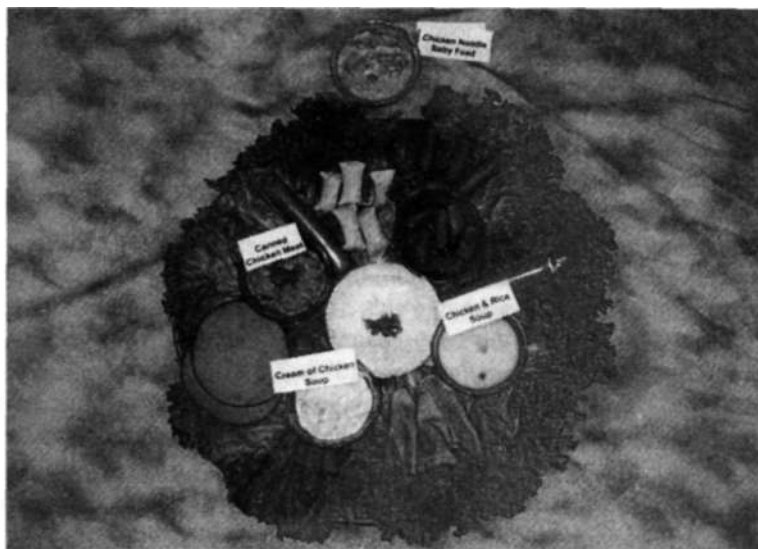


Рис. 14.4. Примеры пищевых продуктов, изготовленных с использованием механически сепарированного мяса птицы

оборудования и технологии этот вид мясного сырья вносит существенный вклад в популярность мяса птицы в нашем питании. Необходимо совершенствование сепарирующих механизмов в целях уменьшения содержания костного мозга в конечном мясе птицы механической обвалки. Содержание гемовых пигментов и других нежелательных компонентов в механически сепарированном мясе птицы может быть сведено к минимуму путем настройки соответствующего сепарирующего оборудования на более низкий выход и при постоянном контроле цвета мяса с помощью колориметра. Изготовители должны стремиться к балансу между выходом и качеством с точки зрения функциональности белка, стабильности вкуса, цвета и запаха.

Литература

1. Froning, G.W. Mechanical deboning of poultry and fish // *Adv. Food Res.*, 1981, 27, 109.
2. Proposed rules / USD A, Food Safety Inspection Service // *Fed. Regist.*, 1994, 59, No. 233, December 6.
3. Federal Register (Title 9 CFR 318 meat inspection; 9 CFR 319 meat inspection and standards of identity; 9 CFR food labeling, poultry and poultry products, standards of identity) / USDA, Food Safety Inspection Service. — Washington, D.C.
4. D.D.C. Civil Action No. 93-0104.
5. Murphy, E.W., Brewington, C.R., Willis, B.W., Nelson, M.A. *Health and Safety Aspects of the Use of Mechanically Deboned Poultry, Food Safety and Quality Service*. — Washington, D.C: U.S. Department of Agriculture, 1979.

6. Froning, G.W. Mechanical deboning of poultry and fish // *Adv. Food Res.*, 1981, 110,147.
7. Froning, G.W., Johnson, F. Improving the quality of mechanically deboned fowl meat by centrifugation ///. *FoodSci.*, 1973, 38, 279.
8. Wallace, M.J. D., Froning, G.W. Protein quality determination of bone residue from mechanically deboned chicken meat // *Poult. Sci.*, 1979, 58, 333.
9. Young, L.L. Composition and properties of animal protein isolate prepared from bone residue/// *FoodSci.*, 1976, 41, 606.
10. Schnell, P.G., Vadehra, D.V., Hood, L.R., Baker, R. C Ultra-structure of mechanically deboned poultry meat // *Poult. Sci.*, 1974, 53, 416.
11. Froning, G. W. Poultry meat sources and their emulsifying characteristics as related to processing variables // *Poult. Sci.*, 1970, 49, 1625.
12. Grunden, L.P., MacNeil, J.H., Dimick, PS. Poultry product quality: Chemical and physical characteristics of mechanically deboned poultry meat///. *Food Set*, 1972, 37, 247.
13. Essary, E.O. Moisture, fat, protein and mineral content of mechanically deboned poultry meat // *J. FoodSci.*, 1979,44,1070.
14. MacNeil, J.H., Mast, M.G., Leach, R.M. Protein efficiency ratio and levels of selected nutrients in mechanically deboned poultry meat ///. *FoodSci.*, 1978, 43, 864.
15. Froning, G.W, Arnold, R.G., Mandigo, R.W, Neth, C.E., Hartung, T. E. Quality and storage stability of frankfurters containing 15% mechanically deboned turkey meat // *J. Food Technol.*, 1971, 36, 974.
16. Babji, A.S., Froning, G.W, Satterlee, L.D. The protein nutritional quality of mechanically deboned poultry meat as predicted by C-PER assay // *J. FoodSci.*, 1980, 45,441.
17. Satterlee, L.D., Froning, G.W, Janky, D.M. Influence of skin content on composition of mechanically deboned poultry meat // *J. FoodSci.*, 1971, 36, 979.
18. Essary, E.O., Ritchey, S.J. Amino acid composition of meat removed from boned carcasses by use of a commercial boning machine // *Poult. Sci.*, 1968, 47, 1953.
19. Hsu, H.W, Sutton, N.E., Banjo, M.O., Satterlee, L.D., Kendrick, J.G. The C-PER and T-PER assays for protein quality, *Food Technol.*, 1978, 32(12), 69.
20. Moerck, K.E., Ball, H.R., Jr. Lipids and fatty acids of chicken bone marrow // *J. Food Sci.*, 1973,38,978.
21. Froning, G. W Characteristics of bone particles from various poultry meat products, *Poult. Sci.*, 1979,58,1001.
22. Murphy, E.W, Brewington, C.R., Willus, B.W, Nelson, M.A. *Health and Safety Aspects of the Use of Mechanically Deboned Poultry*, Food Safety and Quality Service / USDA. - Washington, D.C., 1979.
23. McMahon, E.F, Dawson, L.E. Effects of salt and phosphates on some functional characteristics of hand and mechanically deboned turkey meat // *Poult. Sci.*, 1976, 55, 573.
24. Mayfield, T.L., Hale, K.K., Rao, V.N. M., Angels-Chacon, I. A. Effects of levels of fat and protein on the stability and viscosity of emulsions prepared from mechanically deboned poultry meat///. *FoodSci.*, 1978, 43, 197.

25. Orr, H.L., Wogar, W.G. Emulsifying characteristics and composition of mechanically deboned chicken necks and backs from different sources // *Poult. Sci.*, 1979, 58, 577.
26. Froning, G.W., Satterlee, L.D., Johnson, F. Effect of skin content prior to deboning on emulsifying and color characteristics of mechanically deboned chicken back meat // *Poult. Sci.*, 1973, 52, 923.
27. Schnell, P.C., Nath, K.R., Darfler, J.M., Vadehra, D.V., Baker, R.C. Physical and functional properties of mechanically deboned poultry meat as used in the manufacture of frankfurters // *Poult. Sci.*, 1973, 52, 1363.
28. Acton, J. C Composition and properties of extruded, texturized poultry meat // *J. Food Sci.*, 1973, 38, 571.
29. Lampila, L.E., Froning, G.W., Acton, J. C Restructured turkey products from texturized mechanically deboned turkey // *Poult. Sci.*, 1985, 64, 653.
30. Dhillon, A.S., Maurer, A.J. Stability study of comminuted poultry meats in frozen storage // *Poult. Sci.*, 1975, 54, 1407.
31. Froning, G.W. Janky, D.M. Effect of pH and salt preblending on emulsifying characteristics of mechanically deboned turkey frame meat // *Poult. Sci.*, 1971, 60, 1206.
32. Froning, G. W. Effect of chilling in the presence of polyphosphates on the characteristics of mechanically deboned fowl meat // *Poult. Sci.*, 1973, 53, 920.
33. Lyon, B.G., Lyon, C.E., Townsend, W.E. Characteristics of six patty formulas containing different amounts of mechanically deboned broiler meat and hand-deboned fowl meat // *J. Food Sci.*, 1978, 43, 1656.
34. Lyon, C.E., Lyon, B.G., Townsend, W.E. Quality of patties containing mechanically deboned broiler meat, hand deboned fowl meat and two levels of structured protein fiber // *Poult. Sci.*, 1978, 57, 156.
35. Lyon, C.E., Lyon, B.G., Townsend, W.E., Wilson, R.L. Effect of level of structured protein fiber on quality of mechanically deboned chicken meat patties // *J. Food Sci.*, 1978, 43, 1524.
36. Janky, D.M., Riley, P.K., Brown, W.L., and Bacus, J.N., Factors affecting the stability of mechanically deboned poultry meat combined with structural soy protein emulsions // *Poult. Sci.*, 1977, 56, 902.
37. Uebersax, K.L., Dawson, L.F, Uebersax, M.A. Influence of «C0₂-snow» chilling on TBA values in mechanically deboned chicken meat // *Poult. Sci.*, 1977, 56, 707.
38. Uebersax, K.L., Dawson, L.F, Uebersax, M.A. Storage stability (TBA) and color of MDCM and MDTM processed with C0₂ cooling // *Poult. Sci.*, 1978, 57, 670.
39. Cunningham, E.E., Mugler, D.J. Deboned fowl meat offers opportunities // *Poult. Meat*, 1974, 25, 46.
40. Mast, M.G., Jurdi, D., and MacNeil, J.H., Effects of CGysnow on the quality and acceptance of mechanically deboned poultry meat // *J. Food Sci.*, 1979, 44, 364.
41. Dhillon, A.S., Maurer, A.J. Quality measurements of chicken and turkey summer sausages // *Poult. Set.*, 1975, 54, 1263.
42. Dimick, P.S., MacNeil J.H., Grunden, L.P. Poultry product quality carbonyl composition and organoleptic evaluation of mechanically deboned poultry meat // *J. Food Sci.*, 1972, 37, 544.

43. Johnson, P.G., Cunningham, F.E., Bowers, J.A. Quality of mechanically deboned turkey meat: effect of storage time and temperature // *Poult. Sci.*, 1974, 53, 732.
44. Janky, D.M., Froning, G.W., Factors affecting chemical properties of heme and lipid components in mechanically deboned turkey meat // *Poult. Sci.*, 1975, 54, 1378.
45. MacNeil, J.H., Dimick, P.S., Mast, M. G. Use of chemical compounds and rosemary spice extract in quality maintenance of deboned poultry meat ///. *Food Sci.*, 1973, 38, 1080.
46. Moerck, K.E., Ball, H.R. Lipid oxidation in mechanically deboned chicken meat // *J. Food Sci.*, 1974, 39, 876.
47. Lee, L.M. Surimi process technology // *Food Technol.*, 1984, 38(1), 69.
48. Lanier, T.C. Functional properties of surimi // *Food Technol.*, 1986, 40(3), 107.
49. Ball, H.R., Jr. Surimi processing of MDPM // *Broiler Ind.*, 1988, 51(6), 62.
50. Dawson, P.L., Sheldon, B.W., Ball, H.R., Jr. Extraction of lipid and pigment components from mechanically deboned chicken meat ///. *Food Sci.*, 1988, 53, 1615.
51. Dawson, P.L., Sheldon, B.W., Ball, H.R., Jr. A pilot washing procedure to remove fat and color components from mechanically deboned chicken meat // *Poult. Sci.*, 1989, 68, 749.
52. Yang, T.S., Froning, G.W. Effects of pH and mixing time on protein solubility during the washing of mechanically deboned chicken meat ///. *Muscle Foods*, 1992, 3, 15.
53. Yang, T.S., Froning, G.W. Selected washing processes affect thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat // *J. Food Sci.*, 1992, 57, 325.
54. Yang, T.S., Froning, G.W. Changes in myofibrillar protein and collagen content of mechanically deboned chicken meat due to washing and screening // *Poult. Sci.*, 1992, 71, 1221.
55. Dawson, P.L., Sheldon, B.W., Larick, D.R., Ball, H.R., Jr. Changes in the phospholipids and neutral-lipid fractions of mechanically deboned chicken meat due to washing, cooking, and storage // *Poult. Sci.*, 1990, 69, 166.

15. Посол и тепловая обработка продуктов из мяса птицы

Дуг Р. Смит, Джеймс К. Эктон

Введение

Спрос потребителей на полуфабрикаты, которые можно приготовить быстрее и легче, чем традиционные продукты, наряду с интеграцией и расширением птицеперерабатывающей промышленности обеспечили существенный рост объема реализации продуктов из мяса птицы с дополнительной стоимостью (см. раздел 4.1). В США производители, занимающиеся глубокой переработкой мяса птицы, начали использовать посол мяса еще в пятидесятые годы, но гораздо шире этот способ обработки распространился в семидесятые годы, а в следующем десятилетии наблюдался настоящий бум производства с использованием посола в связи с ростом спроса на продукты быстрого приготовления из мяса птицы. Увеличение спроса на такие продукты наглядно представлено на рис. 15.1. Предприятия, перерабатывающие птицу,

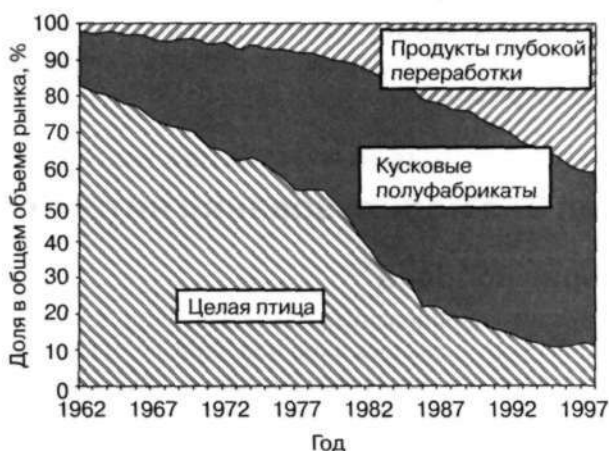


Рис. 15.1. Изменения состояния рынка продукции из бройлеров США с 1962 по 1998 г. (по данным Национального совета по птице, Вашингтон)

Таблица 15.1. Коммерческие каналы распределения продуктов из мяса бройлеров в США, % от их общего объема сбыта (по данным Национального совета по птице 1997 г. и статистической службы Министерства сельского хозяйства США)

Канал распределения	Год		
	1978	1987	1997
Дистрибьюторы	48,8	29,7	25,5
Розничная продажа	30,4	34,4	23,0
Рестораны	0,6	2,4	5,5
Предприятия быстрого питания	8,2	11,4	5,7
Экспорт	4,0	5,0	15,7
Предприятия глубокой переработки	3,6	5,6	7,7
Различные учреждения	0,2	0,7	1,5
Правительственные организации	2,2	1,3	1,6
Прочие: производители кормов, посредники и т.д.	2,0	9,5	15,8

поставляют продукты из нее не только в розничную торговлю, но и оптовым покупателям (табл. 15.1). Хотя за 20 лет категории потребителей и соотношения между ними изменились, на рынок по-прежнему поставляются большие объемы продуктов из мяса птицы (в 1997 г. было произведено около 17 тыс. т мяса бройлеров). Основная часть готового продукта поступает в реализацию, т. е. попадает сразу к конечному потребителю, хотя многие продукты подвергаются после выпуска с предприятия различным видам обработки (посол, копчение, термообработка и др.) перед поступлением к конечному потребителю.

15.1. Посол без использования нитритов

15.1.1. История вопроса

Посол или вымачивание (маринование), т. е. добавление к мясу жидкостей перед тепловой обработкой, практиковалось в той или иной форме на протяжении многих столетий. Выдержка в уксусе, масле или рассоле с добавлением специй улучшает вкус мяса и увеличивает срок его хранения (или, по крайней мере, маскирует образующийся неприятный привкус). Позднее были выявлены дополнительные преимущества посола, такие как улучшение функциональных свойств продукта и повышение его выхода. Улучшение качества продукта, что важно для потребителя,

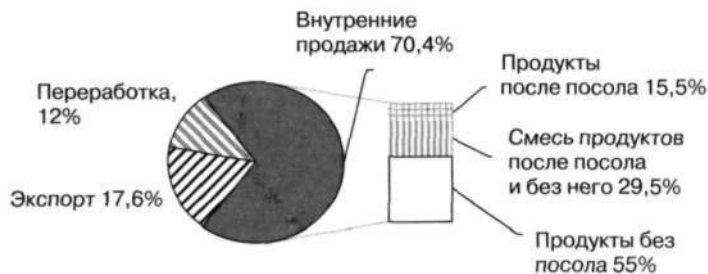


Рис. 15.2. Соотношение продуктов, обработанных с применением посола и без него, на рынке США в 1997 г. (поданным Национального совета по птице, Вашингтон)

в сочетании с повышением его выхода, что выгодно для производителя, обусловило широкое распространение посола в птицеперерабатывающей промышленности. Хотя в настоящей главе рассматривается прежде всего посол цыплят-бройлеров, этот вид обработки применяется также и для других видов птицы, например, для выбракованных кур и дичи, для индеек и уток.

В торговлю поставляются такие продукты после посола, как целые тушки, отдельные части разделанных тушек, бескостное мясо, продукты из фарша, формованные продукты. Многие изделия, поставляемые предприятиями в сыром виде, затем подвергаются посолу перед продажей конечному потребителю. В связи с этим трудно достаточно точно определить количество продуктов, потребляемых после посола, но на рис. 15.2 представлено примерное соотношение между мясом птицы, обработанным разными способами, определенное на основании отчета за 1997 г. о реализации продуктов из мяса бройлеров. Около 70% от общего количества произведенных пищевых продуктов из мяса бройлеров (более 8 млрд голов, забитых в США) были проданы внутри страны, из них около 15% — в виде продуктов после посола, еще 29% — в категориях, включающих продукты как после посола, так и без него. Таким образом, от 29 до 44% проданных на внутреннем рынке США продуктов из мяса бройлеров выпускались в посоленном виде. Если же добавить к этому количеству то мясо, которое было продано в сыром виде, но впоследствии подверглось посолу, общий процент мяса, потребленного в США в посоленном виде, превысит 50%.

15.1.2. Улучшение качества и повышение выхода

Процесс посола мяса, его механизм и, в частности, изменения продуктов при посоле подробно описаны в ряде литературных обзоров [7,8] и публикаций [9—12]. В данной главе будут рассматриваться только некоторые особенности посола продуктов из мяса птицы в целом и продуктов из бройлеров, в частности.

Посол позволяет повысить качество продуктов из мяса птицы с точки зрения потребителя и выход мяса — с точки зрения предпринимателя. Оба этих результата обусловлены главным образом химическим связыванием воды внутри мышечной ткани. Связываться может как вода, содержащаяся в исходном мясном сырье, так и добавляемая к нему. Способность мяса впитывать воду носит название влагосвязывающей способности (ВСС) мяса. Более высокая влагосвязывающая способность обычно органолептически ощущается как более высокая сочность и хороший вкус.

а следовательно, напрямую связана с общим улучшением качества мяса. С точки зрения производителя повышенная ВСС означает повышение выхода, т. е. фактически продажу воды по цене мяса. К другим преимуществам посола относятся улучшение вкуса вследствие добавления приправ и специй и замедления процессов прогоркания при хранении [13, 14]. Внешний вид продукта и, в частности, его цвет также может улучшаться как в результате собственно посола, так и за счет присутствия в рассоле частиц специй или приправ. При посоле повышается нежность продукта за счет поглощения различных компонентов, особенно основных посолочных веществ — поваренной соли и фосфата, а также хлорида кальция и фермента папаина [15–17].

Влияние посола на структуру мяса и, следовательно, на улучшение влагосвязывающей способности изучалось многими исследователями [7–9, 18]. Изначально мясо птицы содержит 75% воды. Его структура, состоящая из множества длинных тонких параллельно расположенных миофибрилл, или мышечных клеток, каждая из которых окружена соединительной тканью (в основном коллагеном), создает возможность поглощения некоторого количества дополнительной влаги, поступающей из рассола и удерживаемой тканями. Некоторые заряженные мышечные белки (миофибрилярные, или сократительные) обладают способностью «притягивать» и связывать, или «удерживать», воду. Коллаген, окружающий миофибриллы, также содержит заряженные группы, способные связывать воду. Соль и фосфаты, присутствующие в рассоле, способствуют увеличению количества заряженных групп и, кроме того, за счет сил отталкивания частично расширяют или открывают пространство между молекулами белка, обеспечивая доступ к заряженным участкам. Это происходит в результате повышения ионной силы раствора при внесении поваренной соли и фосфатов. Кроме того, повышение pH жидкости, окружающей миофибриллы, под действием щелочных фосфатов также способствует увеличению количества связей молекул белков между собой, что, в свою очередь, увеличивает связывание воды. К использованию в пищевом производстве допущено несколько видов фосфатов, обладающих различной способностью к усилению гидратации белков [9]. В производстве изделий из мяса птицы в основном используют триполифосфат натрия [19]. К преимуществам триполифосфата относятся возможность его получения в виде порошка (т. е. легкость транспортировки и относительная дешевизна), а также значительное влияние на влагосвязывающую способность.

Типичный рецепт посолочного раствора включает в себя 90% воды, 6% поваренной соли (хлорида натрия) и 4% триполифосфата натрия. Этот раствор используется в количестве 10% от веса сырого мяса, но не более 15%, поскольку в конечном продукте содержание фосфатов не должно превышать 0,5%. При необходимости повышенного введения рассола в продукт дозировка фосфатов в рецептуре должна быть снижена. Как уже упоминалось выше, в рассол могут добавляться и другие ингредиенты в целях улучшения вкуса, цвета, внешнего вида и защиты от микроорганизмов (для продления срока хранения или предупреждения развития патогенных микроорганизмов). Обычно приготовление рассола начинают с внесения фосфата в холодную воду, затем, после интенсивного перемешивания в течение нескольких минут, вносят остальные ингредиенты. В противном случае фосфат, обладающий низкой растворимостью, может не раствориться в рассоле полностью.

Промышленный посол птицы традиционно находится под контролем программ выборочного контроля качества (*Partial Quality Control programs — PQC*), которые разрабатываются в соответствии с требованиями Службы контроля безопасности пищевых продуктов. Государственный инспектор контролирует процессы посола птицы на промышленных предприятиях и при обнаружении отклонений от принятых технологий накладывает запрет на реализацию продуктов. Программы *НАССР для посола продуктов* (в разделе *GMP*) вытесняют программы выборочного контроля качества, но общая функция контроля остается неизменной. При посоле продуктов запрещается выходить за рамки установленных требований — общее содержание фосфатов в готовом продукте не должно превышать 0,5%, что обеспечивается изменением как содержания фосфатов в посолочном растворе, так и количеством рассола для данной партии продукта. Поглощение рассола определяют по разнице между массой посоленного и исходного продукта, поделенной на массу исходного продукта и умноженной на сто.

Расчет:

$$\text{Поглощение раствора (\%)} = \frac{\text{Масса конечного продукта} - \text{Исходная масса}}{\text{Исходная масса}} \times 100.$$

Посолу подвергается значительная часть производимых продуктов из мяса птицы, например, целые сырые тушки цыплят или индеек для розничной продажи; сырые или замороженные части тушек: свежие или замороженные целномышечные филе, наггетсы; свежие или замороженные котлеты и другие продукты из мяса птицы. Любой из этих продуктов может затем подвергаться тепловой обработке, вплоть до полной готовности. Некоторые особые виды продуктов включают в себя мороженные целые тушки индеек, деликатесных цыплят, крылышки с острыми приправами, панированные и прошедшие тепловую обработку филе и наггетсы, куриные котлеты, мясо для завтрака, мясные хлебы из индейки, замороженные обеденные блюда, жареные блюда, мясо индейки или цыпленка в горшочке и многие другие продукты. Значительная часть продаваемых в США сырых продуктов впоследствии также подвергается посолу (на предприятиях быстрого питания или в учреждениях) перед термообработкой и продажей потребителю. Чаще всего такой посол осуществляется путем погружения продуктов в рассол, хотя некоторые торговые предприятия имеют небольшие барабаны для приготовления частей тушек на кости или же целномышечных продуктов перед термообработкой и направлением в продажу. Наиболее крупные компании быстрого питания в настоящее время предпочитают покупать цыплят, прошедших посол в промышленных условиях, и постепенно сворачивают свои собственные участки посола.

15.1.3. Способы посола

15.1.3.1. Посол погружением

Существует несколько способов проведения посола продуктов в промышленных условиях. Наиболее старым и простым из них является погружение. Мясо помещают в емкость, добавляют рассол и оставляют эту смесь на некоторое время, обычно не

менее чем на 24 ч. Емкости с продуктом обычно помещают в холодное место, чаще всего в холодильные камеры (при температуре не выше 4,5 °С). Преимуществами этого способа являются простота и низкие затраты, хорошая адгезия кожи для продуктов с кожей, возможность вырабатывать мелкие партии продукции и изделия по особым рецептурам. К его недостаткам относятся возможность загрязнения посторонними веществами, попадающими в контейнеры при выдержке, рост микроорганизмов, в некоторой степени — неоднородность распределения рассола, условий охлаждения в камере и в контейнере, дополнительные затраты труда на закладку и выемку продукта. Результаты ранних исследований, посвященных посолу погружением, позволили рекомендовать добавление фосфата в воду для охлаждения в целях повышения в дальнейшем ее удерживания [20, 21]. Погружение в рассол охлажденных тушек, частей тушек на кости, бескостного мяса птицы улучшает качество продукта и его выход [22–27]. Перемешивание продукта в процессе посола улучшает впитывание рассола и выход мяса при термообработке [28].

15.1.3.2. Массирование

Массирование (или перемешивание) сходно с тумблированием, но обычно применяется для цельномышечных кусков или грубоизмельченного мяса, предназначенного для производства измельченных и формованных продуктов (рис. 15.3). Мешалка лопастного типа вращается внутри емкости с мясом и рассолом и перемешивает их; иногда в процессе перемешивания в смесь вносят твердую двуокись углерода или другие охлаждающие компоненты. К преимуществам этого способа относятся более точное регулирование процесса, включая введение охладителя, и более равномерное перемешивание, чем при тумблировании. Однако массажеры — довольно дорогое оборудование, и их не используют для посола таких продуктов, как части тушек на

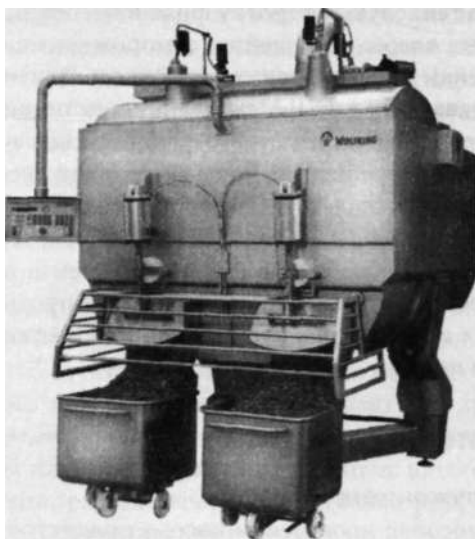


Рис. 15.3. Вакуумный массажер для перемешивания рассола и других ингредиентов с грубоизмельченным мясом (с разрешения *Wolfking, Inc.*)

кости или целномышечные части с кожей. Посол фарша или измельченных и формованных продуктов, особенно при перемешивании в массирующем устройстве, обеспечивает такое же качество продуктов, как при посоле погружением, улучшая и функциональные свойства, и выход продукта [29-33].

15.1.3.3. Тумблирование

На промышленных предприятиях широко используется посол путем тумблирования, т. е. обработки в барабане. Большой резервуар (барабан) вместимостью от 500 до 3 500 кг горизонтально установлен на роликах, которые позволяют ему вращаться (рис. 15.4). Скорость вращения можно регулировать. На внутренней поверхности барабанов имеются лопасти, позволяющие улучшить перемешивание содержимого. Барабан может иметь двойные стенки (рубашку), что позволяет применять различные хладагенты для охлаждения продукта в процессе посола. В некоторых барабанах имеются устройства для внесения в продукт твердой двуокиси углерода (сухого льда) в целях регулирования температуры. Крышка барабана герметично закрывается, поэтому для повышения абсорбции рассола можно применять вакуум. Операция посола в тумблере достаточно проста. Мясо и рассол помещают в барабан, причем рассол подается автоматически с помощью насоса или вакуумного патрубка. Затем тумблер закрывают и выбирают режим обработки, оптимальный для данного продукта (глубину вакуума, скорость вращения барабана, общую продолжительность посола, применение хладагентов). Преимущества этого способа — крупные партии, быстрое впитывание рассола (20 мин), возможность обработки самых разнообразных продуктов (без кожи, с кожей, целномышечных, рубленых). Такой способ посола неприменим для некоторых нежных продуктов, например, кусочков со слабо прикрепленной кожей. Первоначальные затраты на покупку и установку

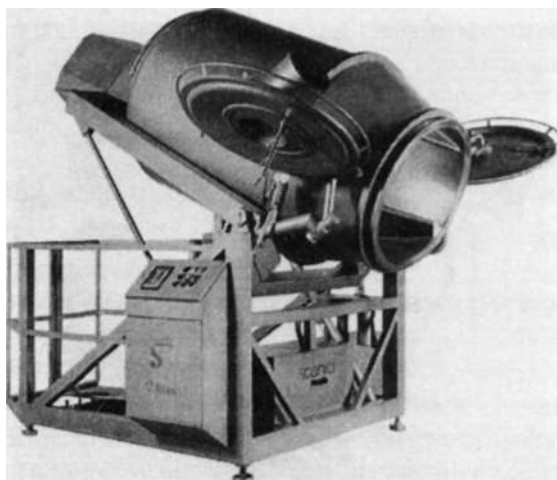


Рис. 15.4. Вакуумный тумблер (незагруженный; видны внутренние лопасти для перемешивания), используемый для перемешивания рассола и других ингредиентов с грубоизмельченным или целномышечным мясным сырьем (с разрешения *Wolfking, Inc.*)

оборудования, включая вспомогательные загрузочные устройства, могут быть довольно значительными. Тумбирование обеспечивало более значительное и быстрое поглощение рассола сырым мясом по сравнению со способом посола путем погружения, если продукты сравнивали сразу после посола, однако после термообработки это преимущество утрачивалось [34, 35]. Посол больших партий продукта с использованием тумбирования может, кроме того, привести к неравномерному впитыванию рассола [36]. В целом, однако, использование тумбирования позволяет добиться всех преимуществ, свойственных посолу как таковому [37–39]. Кроме того, при крупномасштабном производстве затраты очень быстро окупаются.

15.1.3.4. Шприцевание и инъецирование

Введение рассола механическим способом — еще один способ ускоренного посола. Предприниматели, перерабатывающие индеек, раньше применяли ручное шприцевание тушек рассолом с помощью одной иглы. При этом маринад вручную нагнетался в тушку индейки. Новые автоматизированные системы состоят из ленточного конвейера, перемещающего мясо в рабочий отсек, где в продукт перекрестно погружается комплект игл (рис. 15.5). Полые иглы прокалывают мясо, рассол впрыскивается через небольшое отверстие на боковой стороне каждой иглы. Каждая игла укреплена независимо от других, поэтому иглы отклоняются от кости. Общее количество впрыскиваемого рассола зависит от нагнетающего давления и от скорости ленточного конвейера. Инъекторы широко применяются как в мясной, так и в птицеперерабатывающей промышленности. Этот способ особенно приемлем для целых тушек птицы и частей тушек с костями и кожей. Скорости линий довольно высоки, в среднем до 4000 кг/ч или даже более. Данный способ не может обеспечить удовлетворительные результаты при посоле рубленых и формованных продуктов, а также не позволяет вводить рассолы, содержащие крупные твердые частицы (так как они забивают иглы).

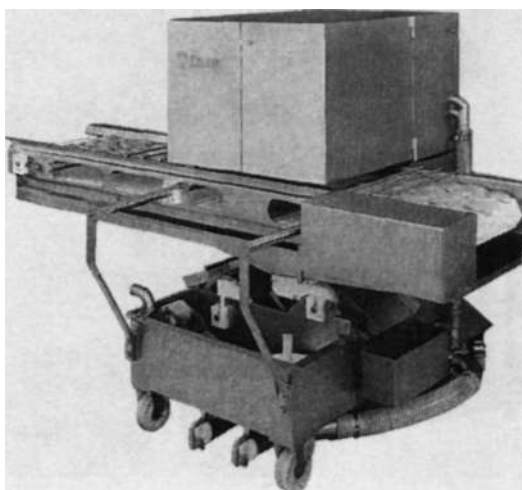


Рис. 15.5. Инъектор с ленточным конвейером, заполненным цельномышечными грудками и проходящим через камеру для инъецирования (с разрешения *Wolfking, Inc.*)

Кроме того, при инъектировании возможно более значительное отделение влаги из продукта по сравнению с другими способами посола. Некоторые производители после инъектирования некоторое время выдерживают продукты для увеличения впитывания рассола перед сушением, упаковкой или термообработкой. В ранних исследованиях изучались технологии, имитирующие ручные способы введения рассола, использующие для введения рассола иглы и шприцы [40-42]. Позднее другие исследователи использовали те же автоматические инъекторы, которые применяются в промышленности [43-46]. При сравнении способов погружения и инъектирования выявили, что последний способ обеспечивал более высокое качество продукта [47, 48]. Применение инъектирования с последующим тумблированием обеспечивает максимальную эффективность посола [49].

15.1.4. Возможные проблемы при посоле

В целом посол является прекрасным способом повышения качества мяса птицы. Однако в процессе его осуществления возможно проявление некоторых общих проблем. Количество поглощенного продуктом рассола может превышать установленный уровень, указываемый на маркировке. Возможно неравномерное распределение рассола в пределах одного куска или одной партии продукта, что приводит к заметным различиям во вкусе и сочности. Ошибки при составлении рецептуры рассола могут приводить к тому, что в готовом продукте содержание фосфатов превысит 0,5%. Некоторые потребители настолько чувствительны, что могут распознавать продукты даже с более низким содержанием фосфатов и отвергать их, ссылаясь на горечь и сухость во рту после потребления таких продуктов. Эти проблемы можно свести к минимуму при правильном подборе рецептуры и последовательном соблюдении правил посола, включая указания *GMP* («правильной производственной практики») и систему статистического контроля процесса. Имеются данные о возможном попадании в процессе посола патогенных микроорганизмов с поверхности мяса в обычно стерильные внутренние части. Правильная тепловая обработка, обеспечивающая достижение необходимой температуры внутри изделия, снижает вероятность возникновения этих проблем, но для продуктов, продаваемых после посола в сыром виде, они могут оставаться актуальными. Повышение качества мяса, признаваемое потребителями, и более высокая прибыльность предприятий-изготовителей являются залогом того, что посол продуктов по-прежнему будет широко использоваться.

15.2. Посол с использованием нитритов

15.2.1. Введение

Некоторые разработки в области глубокой переработки мяса птицы включают в себя использование нитритов при посоле, что позволяет получить продукты с уникальным вкусом и цветом, при одновременном повышении степени их безопасности. В связи с увеличением потребления разделанных частей птицы возникла необходимость использования тонковолокнистого пастообразного мяса, получаемого при механической обвалке таких малоценных частей тушек, как каркасы, шейки и спинки. Поскольку

получение тонко измельченного мяса путем интенсивного размалывания цельных тканей является исходной операцией в колбасном производстве, были разработаны рецептуры сосисок на основе мяса механической обвалки кур и индеек. Кроме того, ММО кур и индеек было разрешено добавлять в качестве одного из ингредиентов к свинине или говядине при производстве обычных мясных сосисок [54]. По мере совершенствования оборудования и профессионального уровня рабочих при обвалке тушек, полученные грудки, окорочка, мясо голени, цельномышечные полоски и другие куски стали пригодными для изготовления таких копченых продуктов, как ветчина из птицы, пастрома, соленые и копченые грудки. Еще одна категория продуктов изготавливается из грубоизмельченного бескостного мяса птицы: различные продукты для завтрака, такие как салями, ферментированные «летние» колбасы. В настоящее время, кроме сосисок, приготавливаемых полностью из мяса птицы, на рынке присутствуют и другие продукты, изготовленные с использованием нитрита, например, порционированные или нарезанные продукты, пользующиеся большим спросом у покупателей.

15.2.2. История вопроса

Мясо на раннем этапе исторического развития сохраняли главным образом с помощью соли, тормозящей рост бактерий при одновременном обезвоживании за счет осмотического воздействия на поверхностные клетки мяса. Соль рассыпали по поверхности мяса и после этого равномерно распределяли. Такую обработку можно считать «сухим посолом», который в наши дни используется при производстве деревенской ветчины в старом стиле. В прошлом соль содержала большие количества разнообразных примесей буровато-красного цвета, что обуславливало покраснение мяса. Позднее оказалось, что загрязняющее вещество представляет собой нитрат натрия. В конце XIX столетия ученые установили, что нитратредуцирующие бактерии образуют ион нитрита, являющийся основным активным реагентом в реакциях, происходящих после посола. В настоящее время помимо нитратов, использующихся при производстве сухих соленых продуктов, большинство из которых изготавливается не из птичьего мяса, основным разрешенным ингредиентом для посола является нитрит натрия (или калия), и его применение регламентировано утвержденными нормативами. Регламентация применения нитрита при посоле и копчении началась с 1925 г. [55]; впоследствии нормативы пересматривались в отношении допустимых концентраций. Эти правила с учетом изменений действуют поныне применительно ко всем соленым и копченым продуктам из мяса птицы, а также из любого другого мяса. В соответствии с ними допускается применение нитрита как натрия (Е250), так и калия (Е249), предельно допустимая концентрация зависит от продукта, например, для колбасных изделий она составляет 156 мг/кг нитрита натрия в пересчете на готовый фарш¹. Такие ограничения обусловлены возможностью образования побочного

¹ В России допускается добавление нитрита натрия в колбасные изделия до 7,5 г/100 кг фарша, остаточное содержание нитрита натрия в готовом мясном продукте в соответствии с СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» не должно превышать 50 мг/кг. — *Примеч. ред.*

канцерогенного соединения — нитрозамина. Кроме уменьшения дозировки нитритов, образование нитрозамина можно снизить за счет создания восстанавливающей среды путем внесения аскорбатов или эриторбатов, что позволяет ускорить превращение нитритов в окись азота.

Кроме нитритов, при посоле мяса птицы применяют и некоторые другие ингредиенты. Почти все соленые продукты содержат поваренную соль (NaCl), добавляемую как для создания вкуса, так и в качестве антибактериального ингредиента, а также в целях улучшения функциональных свойств белков. Поваренная соль по-прежнему считается основным посолочным веществом наряду с нитритом. К вспомогательным ингредиентам можно отнести различные восстановители, такие как аскорбиновая или эриторбиновая (изоаскорбиновая) кислота (или соответствующие натриевые соли — аскорбат E301 или эриторбат E315); регуляторы pH, такие как фосфаты, лимонная кислота (E330) или глюконо-дельта-лактон (E575); вкусовые добавки или усилители вкуса, к каковым относятся сахар, кукурузная патока, мед, гидролизованные растительные белки, автолизаты дрожжей, специи, приправы. В настоящее время производство и безопасность соленых и копченых продуктов основаны на использовании нитрита в качестве основного консервирующего вещества, но также включают в себя сочетание с упаковкой в вакууме или в модифицированной газовой среде и холодильным хранением.

15.2.3. Посол как способ консервирования

Основной целью и основным преимуществом использования нитрита натрия для посола мяса является его способность задерживать рост и продуцирование токсинов бактериями *Clostridium botulinum* (ботулиновой палочкой). Этот анаэробный микроорганизм (грамположительный, спорообразующий) широко распространен в почве [56] и поэтому способен обсеменять перо, кожу и желудочно-кишечный тракт птицы. Споры чрезвычайно устойчивы к нагреванию в процессе обычной пастеризации или варки при производстве вареных и соленых продуктов, за исключением консервированных. *C. botulinum* разделяют на типы от A до G, в зависимости от эндотоксина, выделяемого этими микроорганизмами при росте вегетативных клеток. В продуктах питания человека чаще всего встречаются типы A и B. Токсины оказывают влияние на нервную систему, парализуя мускулы, а иногда могут вызывать смерть вследствие остановки дыхания или сердечной деятельности. Введение антитоксина до появления угрожающих симптомов повышает шансы на благоприятный исход.

Эффективность нитрита как антибактериального вещества зависит от таких факторов, как pH, концентрация поваренной соли, температура и уровень обсеменения. Хотя нитрит не предотвращает прорастания спор клостридий, он снижает скорость роста их клеток. Он также подавляет развитие других бактерий, но это может быть результатом комбинированного действия поваренной соли и (или) pH [57]. Действующим соединением считается азотистая кислота, которая быстро разрушается по мере повышения pH водного раствора. При снижении pH с 7,0 до 6,0 эффективность нитрита повышается примерно десятикратно, а наиболее эффективен он при pH от 5,5 до 5,0 [58]. Принято считать, что нитрит оказывает свое бактериостатическое действие при участии нескольких механизмов, таких как реакция с белками, содержащими

ktivация каталазы и цитохрома окисью азота.

Опыт вакуумной упаковки соленых продуктов из мяса птицы дает основания полагать, что на продукты, упакованные в модифицированной газовой среде, добавление нитрита будет оказывать то же консервирующее воздействие. Однако основным недостатком всех соленых изделий является интенсивное использование щелочных фосфатов натрия в целях улучшения функциональных свойств этих продуктов, что может приводить к снижению бактериостатического действия нитрита. Эта проблема требует дальнейших исследований и накопления данных по изменению показателей безопасности и продолжительности хранения в зависимости от степени подавления роста микроорганизмов.

15.2.4. Влияние посола с нитритом на характеристики качества

15.2.4.1. Цветообразование при посоле

Наиболее заметным результатом посола с использованием нитрита является образование характерного окрашивания готового продукта — от розового до розовато-красного. Нативный пигмент миоглобин и его окисленная форма метмиоглобин (так же, как и соответствующий пигмент крови гемоглобин) превращаются сначала в нитрозомиоглобин, а после термообработки — в нитрозогемохромоген (рис. 15.6). Интенсивность образующегося цвета зависит от концентрации пигмента в исходном сырье. Белое мясо птицы содержит от 0,1 до 0,4 мг миоглобина на грамм мышечной ткани, в то время как темное мясо — от 0,6 до 2,0 мг/г. Мясо механической обвалки содержит некоторое количество костного мозга, поэтому содержание пигмента в нем выше, чем в соответствующем мясе ручной обвалки [59], а следовательно, выше и интенсивность возникающего окрашивания. Поскольку в соответствии с установленными требованиями соленые продукты из мяса птицы должны прогреваться до внутренней температуры не ниже 68 °С, конечной формой пигмента является нитрозогемохромоген.

Оксид азота, реагирующий с миоглобином и метмиоглобином, образуется из нитрита в результате ряда реакций (рис. 15.7). Скорость образования оксида азота и его реакций с пигментами глобинового ряда очень сильно зависит от pH мяса и наличия условий для восстановительных реакций. Значение pH мяса птицы после посмертного окоченения колеблется примерно от 5,7 до 5,9 для мяса грудок и от 6,4 до 6,7 — для темного мяса [60]. Сначала устанавливается равновесие между концентрацией ионов нитрита (NO_2^-) и соответствующей ему недиссоциированной азотистой кислотой (HNO_2). Слабокислая среда мяса способствует сдвигу равновесия в сторону образования иона NO^+ и обеспечивает очень низкую концентрацию HNO_2 . Однако HNO_2 быстро разрушается с образованием оксида азота. Этот процесс обеспечивает медленное непрерывное образование HNO_2 и, следовательно, выделение со временем все большего количества NO. Образование NO из нитрита ускоряется при добавлении восстановителей, таких как аскорбат или эриторбат натрия. Взаимодействие между нитритом и аскорбатом — очень сложный и многоступенчатый процесс [61],

включающий несколько промежуточных стадий. Считается, что при этом образуется 2,3-дегидроаскорбиновая кислота, способствующая образованию большого количества нитрозомиоглобина. Кроме того, внесение восстановителей обеспечивает восстановление метмиоглобина до миоглобина, что также ускоряет реакции, происходящие при посоле.

Нитрозогемокхромоген при неправильной упаковке продукта быстро разлагается под действием света, что обуславливает «выцветание», или обесцвечивание поверхности продукта. Свет и кислород играют основную роль в инициировании последовательности реакций, вызывающих отделение NO от центрального атома железа в порфириновой структуре гемокхромогена (рис. 15.8). Высвободившийся NO затем свободно соединяется с порфирином, восстанавливая молекулу пигмента, тем самым поддерживая окраску продукта от розовой до розовато-красной. Восстановлению пигмента способствует вакуумная упаковка в пленки с низкой проницаемостью для кислорода. Выделившийся NO может быть окислен кислородом воздуха и потерять возможность участвовать в повторной реакции цветообразования [62]. В случаях интенсивного обесцвечивания кислород, проникающий через пленку, остается в свободном виде и окисляет центральный атом железа в молекуле гемокхромогена

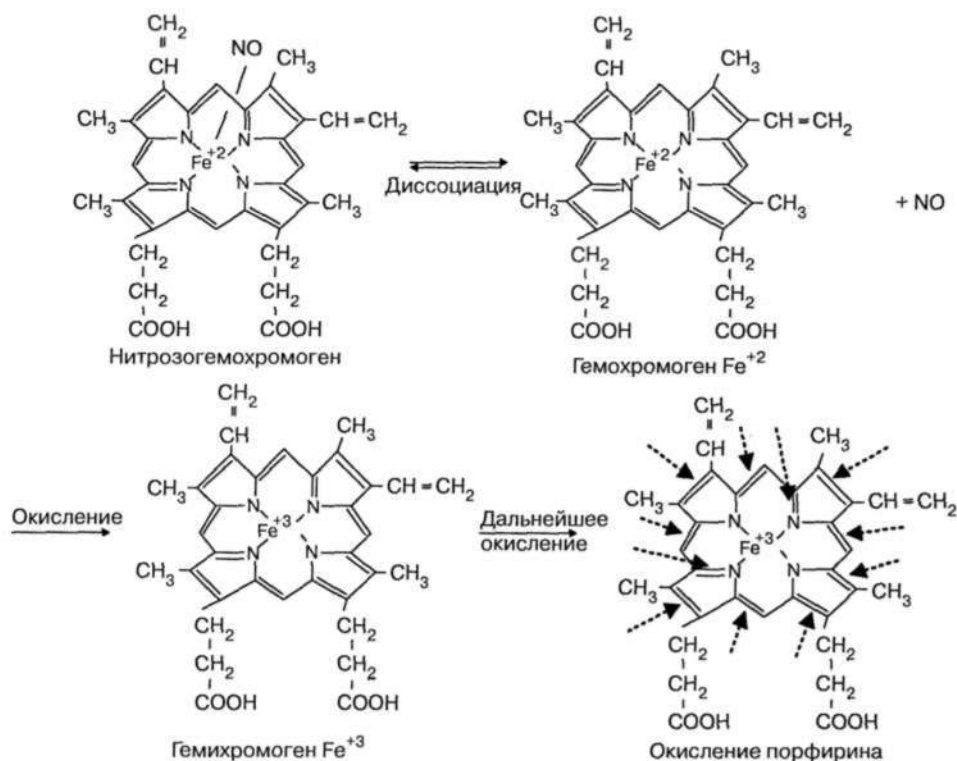


Рис. 15.8. Диссоциация нитрозогемокхромогена и его последующее окисление, приводящее к обесцвечиванию готового продукта [62]



Рис. 15.9. Визуальная оценка цвета после 5 недель хранения болонской колбасы из индейки, упакованной под вакуумом в пленки с разными барьерными свойствами по кислороду [62]

(Fe^{+2}), что приводит к образованию гемихромогена (Fe^{+3}). Этот процесс сказывается на внешнем виде продукта, который теряет красноватое окрашивание. При сильном окислении отдельные участки структуры гемихромогена окисляются, и продукт становится очень бледным. Видимое снижение интенсивности окраски можно свести к минимуму, выбирая упаковочные пленки с проницаемостью для кислорода в пределах от 15 до 17 $\text{см}^3/\text{м}^2$ за 24 ч при температуре 23 °C, относительной влажности 0% и давлении 1 атм (рис. 15.9).

Для большинства деликатесных продуктов из мяса птицы, вырабатываемых с использованием нитрита натрия, в целях сохранения цвета используются соответствующие упаковочные материалы независимо от вида упаковки — в вакууме или в модифицированной газовой среде, лишенной кислорода. В некоторых системах упаковки с применением модифицированной газовой среды в упаковку помещают пакетик с поглотителем кислорода, снабженный соответствующей этикеткой, или помещают информацию о нем на дне упаковки. При исходной концентрации нитрита 156 мг/кг среднее содержание остаточного нитрита в продукте после недельного хранения примерно в десять раз ниже исходной концентрации. Небольшое количество остаточного нитрита является возможным источником медленного выделения N_0 , способствующего поддержанию цвета соленого продукта.

15.2.4.2. Изменение вкуса и запаха при посоле

При сравнении вкуса и аромата продуктов после посола с использованием нитрита натрия со вкусом аналогичных продуктов без такой обработки отмечается заметная разница. Хотя изменения органолептических характеристик мяса в присутствии нитрита еще не изучены до конца, даже простое сравнение вкуса ломтика готового мяса грудки с ломтиком грудки, подвергнутой перед термообработкой посолу, позволяет выявить уникальные органолептические показатели посоленного продукта. Значение летучих и нелетучих соединений в процессе формирования специфического вкуса и аромата посоленного продукта требует дальнейшего исследования.

Частично разница во вкусе связана со снижением скорости окисления липидов, происходящего после тепловой обработки продуктов. Например, один из продуктов окисления, гексаналь, содержится в готовых продуктах без посола с нитритом в количестве 9,84 мг/кг, в то время как в посоленных — лишь около 0,11 мг/кг [63]. Основная гипотеза, объясняющая антиокислительное действие нитрита, заключается в том, что он предотвращает отделение Fe^{+2} из гемсодержащих пигментов при термообработке, задействуя его в реакции цветообразования. Другие возможные механизмы основываются на реакции нитрита непосредственно с негемным Fe^{+2} и стабилизации нитритом ненасыщенных липидов оболочек мышечных клеток [61]. Хотя высказывались сомнения в безопасности нитрита, пока ему не найдено замены, позволяющей получить характерный вкус посоленного продукта [64]. В некоторых соленых продуктах, вкусоароматические характеристики которых формируются за счет приправ, например, в салями и сосисках, нитрит, скорее всего, влияет на вкус и аромат не столь явно, как поваренная соль, имеющаяся в рецептуре. Однако значение нитрита для предотвращения окисления липидов в процессе хранения особенно наглядно проявляется в отношении сосисок из мяса птицы и других посоленных продуктов для завтрака, в которых не так быстро идет процесс прогоркания.

15.2.5. Соотношение между двумя видами посола

Процессы посола таких продуктов, как целые тушки цыплят и индеек, целые бескостные грудки, продукты для нарезания ломтиками (типа ветчины) различаются введением нитрита в рецептуру рассола. Процессы посола с использованием нитрита и без него весьма сходны, поскольку проводятся в целях введения жидкости в мышечные ткани. Для целых тушек или бескостных кусков мяса посол обоих видов можно осуществлять погружением, но основным современным способом введения нитритов и других растворимых соединений является инъектирование, так как такой способ ускоряет как проведение обработки, так и формирование вкуса и аромата посола в продукте. Для реструктурированных и сформованных продуктов, таких как ветчины и пастрома, изготовленные из кусков мяса окорочков и ножек, посолочные ингредиенты обычно входят в состав растворов, добавляемых в барабан или смеситель. В некоторых случаях, например, при производстве ветчины из мяса индеек, кусочки мяса с окорочков бывают достаточно крупными, чтобы можно было применить инъектирование рассола с последующей обработкой в барабане в присутствии рассчитанного количества рассола для достижения максимального выхода продукта.

При изготовлении изделий из грубо- или тонкоизмельченного мяса, таких как салями, сосиски, колбасы нитрит натрия вносят в фарш в сухом виде в форме порошка или гранул, зачастую после предварительного смешивания с поваренной солью, в последнюю очередь добавляют остальные немясные ингредиенты. Имеются многочисленные рецептуры продуктов глубокой переработки мяса птицы как с использованием нитрита, так и без него [65–74]. Во многих рецептурах допускают изменения таких характеристик, как степень измельчения ингредиентов, соотношения между различными приправами и специями, диаметр или форма готовых продуктов.

15.3. Термическая обработка

15.3.1. История вопроса

Мясо, включая птицу, еще в доисторические времена варили или подвергали иной тепловой обработке так же, как и сейчас. Использование огня для варки или копчения мяса и энергии солнца для его сушки является частью общечеловеческой культуры и борьбы за выживание. Преимущества тепловой обработки очевидны; скорее всего, при потреблении вареного мяса люди стали болеть меньше, чем при потреблении сырого, главным образом вследствие гибели патогенных микроорганизмов при нагревании. Кроме того, после обработки мясо дольше не портится и становится вкуснее (хотя первоначально люди, привыкшие есть сырое мясо, не оценили появления ранее им неизвестных вкуса, текстуры и цвета). Но при этом термообработка может оказывать и отрицательное воздействие на качество мяса вследствие потери некоторых питательных веществ и возможного образования канцерогенных соединений [50, 51]. Интересно отметить, что при тепловой обработке после посола содержание канцерогенов в готовом мясе птицы может снизиться [52].

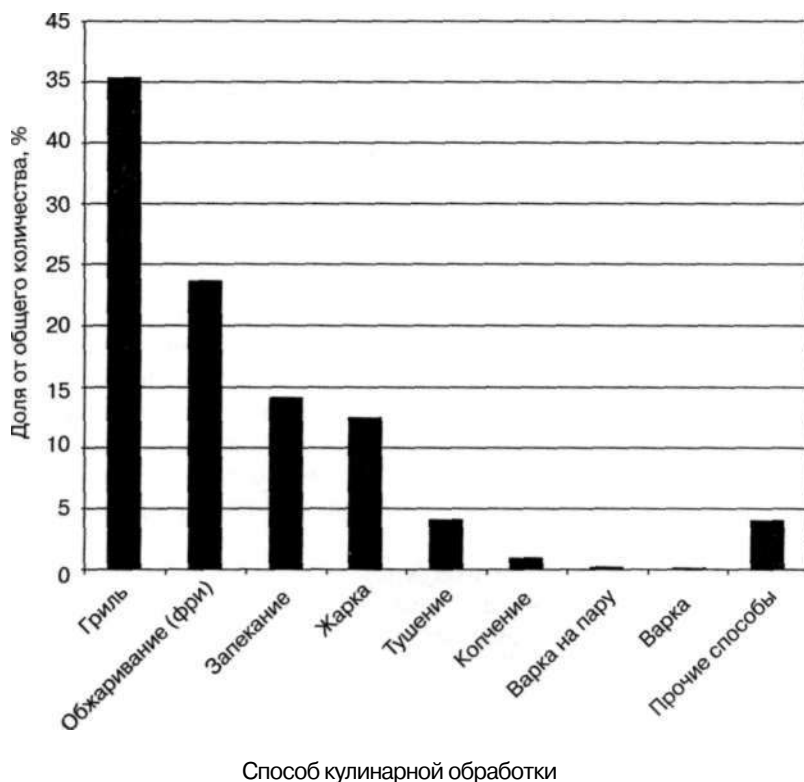


Рис. 15.10. Соотношение разных способов приготовления продуктов из цыплят по данным меню американских ресторанов за 1999 г. (по базе данных *FlavorTrak*, научно-исследовательский институт общественного питания, г. Ок-Парк, штат Иллинойс)

Традиционно промышленное птицеводство сначала поставляло потребителю только живую птицу, позднее сырые продукты переработки птицы; единственным исключением были консервированные продукты, готовые завтраки или деликатесы (чаще всего из индейки). В настоящее время значительная часть мяса птицы подвергается глубокой переработке и термообработке, а некоторые магазины вообще принимают для реализации только полностью готовые продукты из мяса птицы. Соотношение между различными способами кулинарной обработки мясных продуктов для посетителей ресторанов в США представлено на рис. 15.10. В течение последних тридцати лет наблюдалось быстрое развитие технологий термообработки птицы, поскольку со стороны потребителей вырос спрос на различные виды продуктов из мяса птицы, а со стороны ресторанов — на полуфабрикаты из мяса птицы с предварительной тепловой обработкой или без нее.

15.3.2. Способы термической обработки

Одним из критериев при классификации способов тепловой обработки является среда, которая используется для подвода теплоты к продукту (воздух, пар, масло или вода). При промышленной термической обработке чаще всего используют поточные линии печей или обжарочных ванн, при наличии возможности бесперебойного поступления сырья, подходящего для этих способов: частей тушек, целномышечных кусков, измельченных и формованных продуктов. Другие продукты обрабатывают партиями в иных условиях, например, консервированные изделия, вареные в котле целые тушки, копченые или посоленные продукты (см. раздел 15.3.3). В целом для промышленного производства продуктов из мяса птицы, покупаемых в розницу или для предприятий общественного питания, предпочтительны поточные линии печей и обжарочных ванн.

Способы термообработки с использованием сухого тепла, например, жарка на гриле, приводят к получению более сухого продукта с пониженным выходом по сравнению обработкой влажным теплом, например, варкой. Подобным же образом более быстрые способы подвода большего количества теплоты, такие как обжаривание во фритюре или жарка, позволяют получить более влажный продукт в результате быстрого нагревания поверхности в целях «запечатывания» сока. Посол является наиболее распространенным способом сокращения потерь при варке, улучшая и вкус, и качество.

Конечная температура внутри продукта, которой необходимо достигнуть для пастеризации продуктов из мяса птицы, относящихся к полностью готовым, составляет 71 °С (стандарт для промышленных установок) или 74 °С (стандарт для установок в розничной торговле). Однако обычно на промышленных предприятиях продукты из мяса птицы прогревают до несколько более высокой температуры (75–77 °С) в целях создания запаса безопасности при возможных отклонениях параметров обработки или свойств продукта. Без учета проблем безопасности для обеспечения высокого выхода важно, чтобы температура не слишком превышала заданные конечные значения. Скорость повышения температуры продукта (°С/мин) постепенно уменьшается по мере

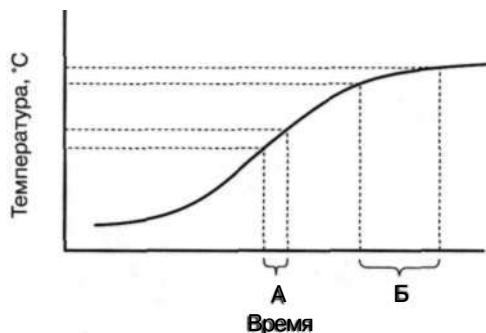


Рис. 15.11. График повышения температуры продукта в течение процесса тепловой обработки. Промежуток времени А меньше, чем Б, хотя разница температур продукта одинакова

обжарочной ванны, гриля и т. д.) (рис. 15.11). Таким образом, чем ближе температура продукта к температуре нагревающего устройства, тем больше времени требуется для повышения температуры на каждый градус. Этот промежуток времени является критическим, поскольку от его продолжительности зависят потеря влаги продуктом и его выход, особенно при использовании сухих способов тепловой обработки. По этой же причине продукты, приготовленные при использовании быстрых способов термической обработки, получаются более сочными.

15.3.2.1. Печи

Печи очень широко применяются в промышленности. Они обычно бывают либо с линейным прохождением продукта (печи тоннельного типа), при неограниченном горизонтальном пространстве (рис. 15.12), либо со спиральным, позволяющим

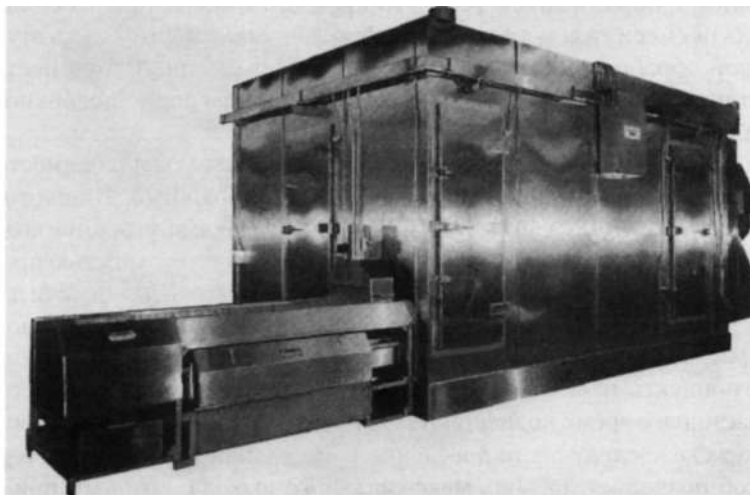


Рис. 15.12. Печь для непрерывного процесса «Stein JSO-IV» (с разрешения Stein, Inc.)

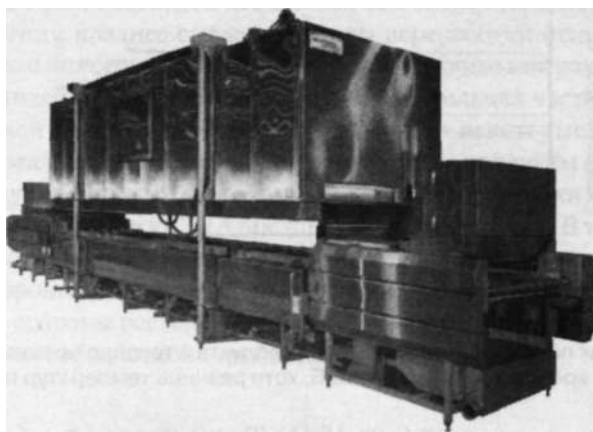


Рис. 15.13. Спиральная печь «Stein GCO» (с разрешения Stein, Inc.)

при ограниченном горизонтальном пространстве в большей степени использовать вертикальное (рис. 15.13). Продукт перемещается сквозь внутреннее пространство печи любой конструкции с помощью непрерывной конвейерной ленты. Источниками тепла для таких печей служат газовые горелки, нагревающие воздух либо непосредственно в печи (прямой нагрев), либо вне ее с последующей подачей во внутреннее пространство печи (косвенный нагрев). Косвенный нагрев применяют для предупреждения розоватого или красноватого окрашивания некоторых продуктов из мяса птицы под действием продуктов сгорания, образующихся при горении внутри печи. Такое поверхностное изменение цвета продукта свидетельствует о том, что газ в печи сгорает не полностью, образуется монооксид углерода, легко взаимодействующий с гемоглобином с образованием розовато-красного пигмента. Правильное регулирование подачи смеси газа и кислорода в форсунку помогает решить эту проблему. При тепловой обработке предварительно посоленных продуктов, например, при изготовлении изделий типа барбекю, некоторое покраснение поверхности может даже оказаться желательным.

В печах также может для термообработки использоваться пар вместо или в сочетании с описанными выше способами тепловой обработки. В некоторых печах используется принудительная система движения воздуха: внутренние воздушодувки с высокой скоростью перемещают нагретый воздух над поверхностью продукта. Все эти типы печей оборудованы контрольными устройствами и датчиками для мониторинга температуры и влажности внутри печи, что позволяет эффективно обрабатывать самые разнообразные продукты. Это могут быть жареные на гриле, печеные или запеченные продукты из мяса птицы, причем многие запеченные и полностью готовые изделия в настоящее время подвергаются частичной обработке в обжарочных ваннах (фритюрницах) с последующим доведением до готовности в печи или термокамере. Такой способ позволяет достичь максимального выхода, который при запекании в печах до полной готовности обычно понижается.

15.3.2.2. Обжарочные ванны

Промышленные устройства для обжаривания во фритюре представляют собой длинные ванны, содержащие нагретый фритюрный жир, через который продукты перемещаются на непрерывной конвейерной ленте из нержавеющей стали (рис. 5.14). Ранее нагреву с помощью открытого пламени газовых горелок подвергались внутренние стенки ванны, однако правила пожарной безопасности вынуждают производителей применять косвенный нагрев с использованием минерального масла, нагреваемого в другом помещении и подаваемого по трубам к обжарочной ванне для нагрева фритюра. Обычно в качестве фритюрных жиров используются пищевые растительные масла, чаще всего соевое, кукурузное или смесь масел. Современные обжарочные устройства оборудованы фильтрами для удаления осадка, представляющего собой мелкие частицы продукта, которые в противном случае при длительном пребывании в горячем масле пригорали бы, значительно ухудшая и качество масла, и внешний вид продукта (в результате прилипания к нему). Качество масла является критическим фактором с точки зрения качества жареного продукта, так как недостатки фритюра отражаются на внешнем виде продукта, его вкусе и запахе. Обжаренные продукты обычно бывают панированными или обсыпанными (части тушки на кости, целномышечные изделия, наггетсы, котлеты), но иногда и не панированными, например, острые крылышки со специями. Мелкие или тонкие изделия могут быть обжарены до полной готовности, но более крупные изделия сначала кратковременно обжаривают в целях обеспечения нормальной текстуры, цвета и вкуса панировки, а затем переносят в печь для окончательной обработки.

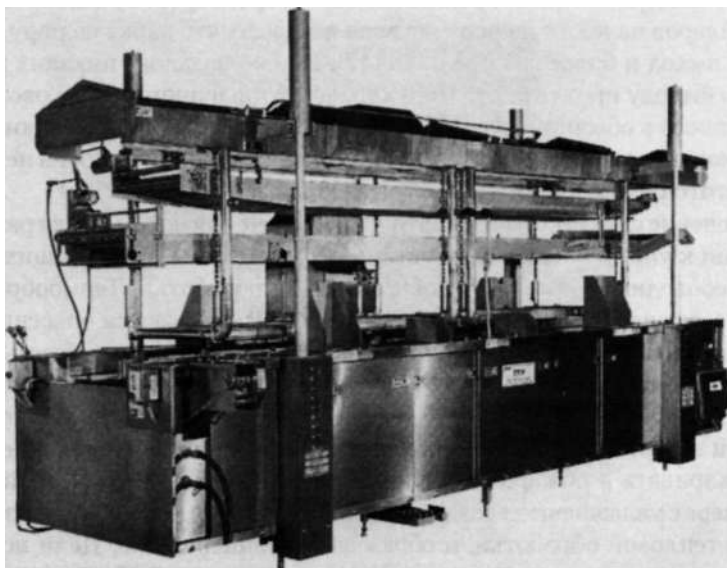


Рис. 15.14. Обжарочная ванна «Stein TFF-H» (с разрешения Stein, Inc.)

15.3.2.3. Прочие способы

Есть и другие способы тепловой обработки, менее распространенные. В печи, работающей по принципу гриля, нагревательные пластины располагаются над продуктом, проходящим по конвейеру и под ним. Такая печь может обеспечивать тепловую обработку только плоских изделий. Промышленные микроволновые печи не получили широкого распространения в связи с высокими первоначальными затратами, неравномерным прогревом продуктов и порционным принципом обработки. Паровые котлы используются для варки или кипячения партий продуктов и приготовления бульонов, но эти устройства также предназначены для порционной обработки. Широко применяются самые разнообразные виды оборудования для тепловой обработки продуктов, предварительно упакованных по принципу консервирования, но с использованием мягкой упаковки. Примеры таких продуктов — некоторые упакованные в пакеты продукты для розничной продажи и индивидуальный рацион питания для военнослужащих. Прошедшие тепловую обработку продукты из мяса птицы нередко подвергают затем сублимационной сушке, чтобы уменьшить их массу и продлить срок хранения. Для приготовления целых тушек птицы и многих эмульсионных и формованных продуктов (таких как сосиски, колбасы, деликатесные мясные рулеты) используют копильные камеры (см. раздел 15.3.3).

Многие из этих способов тепловой обработки были предметом научных исследований [53]. При изучении влияния двух способов тепловой обработки на нежность мяса выбракованных кур, цесарок и бройлеров было выявлено, что темное мясо выбракованной птицы и белое мясо цесарок оказалось более нежным после копчения, чем после запекания [1, 3, 24]. Не обнаружено различий по нежности готового продукта в зависимости от способа приготовления белого мяса выбракованной птицы, темного мяса цесарок и темного либо белого мяса бройлеров. Сравнение варки частей тушек бройлеров на кости на пару и в воде показало, что варка на пару обеспечивала лучший выход и более нежное мясо [47]. Не наблюдалось никаких различий по нежности и выходу продукта для мяса кур, приготовленного в микроволновой печи или запеченного в обычной печи [17]. Грудки утят давали более высокий выход при жарке на сковороде в соусе и варке в воде, чем при запекании, хотя на нежность мяса способ приготовления влияния не оказывал [6].

В заключение следует отметить, что для обеспечения потребителя разнообразными готовыми к употреблению продуктами из мяса птицы, пользующихся широким спросом, необходимы разные способы тепловой обработки. Термообработка в целом улучшает качество продукта, хотя нередко высказываются опасения по поводу образования канцерогенов и потери витаминов. Отчасти эти проблемы могут быть решены за счет использования посола, а также в результате дальнейшего развития способов тепловой обработки. Например, части тушек птицы на кости, которые ранее обжаривали во фритюре до полной готовности, теперь можно в течение нескольких секунд обжаривать в обжарочной ванне, а затем доводить до полной готовности в термокамере с увлажнением воздуха. Такая технология позволяет снизить и потери в процессе тепловой обработки, и образование канцерогенов. Цели исследований, направленных на совершенствование технологий тепловой обработки и разработку рецептур панировок и обсыпок, включают в себя повышение выхода продуктов, что

имеет большое значение для производителя, и безопасности этих продуктов, что важно для потребителя.

15.3.3. Тепловая обработка и копчение продуктов после посола

Термин «копильная камера» относится к оборудованию для термообработки, применяемой при изготовлении подавляющего большинства посоленных продуктов. Современные продукты вырабатываются как с применением копчения, так и без него, и в настоящее время чаще пользуются термином «камера для термообработки» вместо «копильная камера». Большинство продуктов, сформованных в целлюлозную или кишечную оболочку, например, сосиски, салями, ветчина из индейки, помещают в камеры ступенчатого нагрева с регулируемыми параметрами — температурой, влажностью, скоростью движения воздуха (рис. 15.15) или в камеры непрерывного действия (рис. 15.16). В обоих случаях греющей средой является принудительно продуваемый воздух, и путем регулирования в определенных пределах влажности воздуха можно усиливать перенос тепла между воздухом и поверхностью продукта. Степень нагрева продукта определяется прежде всего разностью температур между поверхностью и центральной частью продукта [75]. Влажность, или, что правильнее, разность температур влажного и сухого термометра, обычно повышается на ранней стадии нагревания, так как при нагреве продукта увеличивается испарение влаги с его поверхности, разница между температурой поверхности и центральной части продукта также возрастает. Затем, на более поздних стадиях, влажность понижается, и для поверхности продукта большее значение приобретает температура сухого термометра.

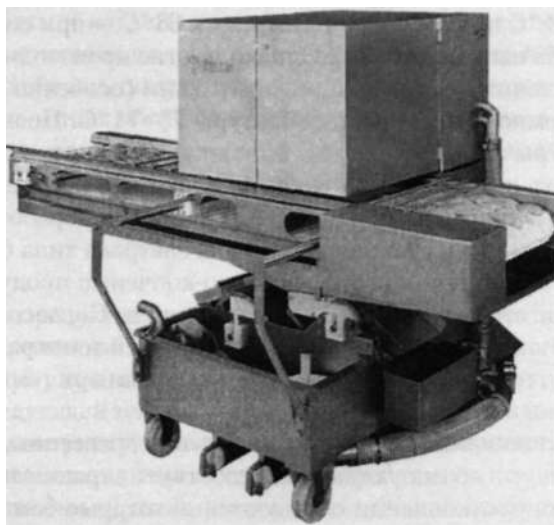


Рис. 15.15. Камера ступенчатого нагрева ALKAR с компьютерным контролем и цифровым преобразователем данных для термообработки и копчения продуктов из мяса птицы (с разрешения ALKAR, подразделение A, DEC International, Inc., г. Лоди, штат Висконсин)



Рис. 15.16. Система ALKAR непрерывного действия для варки и охлаждения пищевых продуктов при поточном производстве сосисок, включая (с разрешения ALKAR, подразделение A, DEC International, Inc., г. Лоди, штат Висконсин)

Миграция влаги и испарение ее с поверхности продукта приводят к усушке продукта или потере им массы. Хотя при этом выход продукта снижается, высушивание продукта на последней стадии тепловой обработки обычно благоприятно сказывается на внешнем виде продукта. На подсушенной поверхности цвет посоленного продукта несколько ярче в сравнении с более влажной внутренней частью продукта.

Конечная температура внутри продукта регламентируется и зависит от наличия в рецептуре нитрита. Согласно правилам, продукты, посоленные с использованием нитрита, уже «готовы к употреблению», без необходимости дальнейшей тепловой обработки. Федеральные правила требуют нагревания до достижения внутри продукта температуры 71 °C при отсутствии нитрита и 68 °C — при его использовании, независимо от способа нагревания [76]. Однако многие производители прогревают продукты, предназначенные для нарезания ломтиками (особенно если эти продукты изготовлены из темного мяса) до температуры 73-74 °C. Поскольку по своему действию температуры термообработки близки к температурам пастеризации, необходимо соблюдать осторожность, чтобы не допустить обсеменения продуктов микроорганизмами в период между окончанием тепловой обработки и упаковкой. Такие продукты из мяса птицы, как продукты для завтрака типа бекона, представляют собой особый случай, так как это — солено-копченые продукты, требующие дополнительного приготовления перед употреблением. Согласно утвержденным правилам, такие продукты требуют нагрева до внутренней температуры 60 °C, затем охлаждения до 26 °C в течение полутора часов и выдержки при температуре не выше 4 °C на протяжении пяти часов.

Копчение, при условии контроля процесса горения древесины, придает продуктам специфический вкус и аромат, а также способствует окрашиванию поверхности продукта. Кроме того, при копчении образуются некоторые бактериостатические соединения, которые могут способствовать продлению срока хранения продукта. Если дымогенератор совмещен с камерой для тепловой обработки продуктов, образующийся дым подается непосредственно в камеру в качестве одной из стадий

цикла термообработки. Для того чтобы избежать неравномерного распределения копильного дыма, его обычно применяют на ранней стадии тепловой обработки, сразу после испарения конденсата с поверхности продукта. Вкус и бактериостатический эффект обеспечиваются в основном за счет присутствия в дыме фенольных и карбоновых кислот, в то время как окрашивание связано с содержанием карбонильных соединений (альдегидов и кетонов). Кроме усиления окраски посоленного продукта, заметен эффект образования коричневого окрашивания, являющийся следствием реакции Майяра между свободными аминогруппами белков или других азотсодержащих соединений и карбонильными соединениями дыма. Фенолы, будучи антиоксидантами, также замедляют окислительное прогоркание [77].

Жидкие копильные вещества (жидкий дым), применяемые путем разбрызгивания или распыления в виде аэрозолей либо путем внесения в мясное сырье вместе с другими ингредиентами при перемешивании или тумблировании, получают путем улавливания водой или маслом и концентрирования летучих соединений дыма. За последние десятилетия применение копильных жидкостей, обладающих более постоянным составом и не содержащих канцерогенных полициклических углеводов, значительно расширилось [78]. Для имитации естественного процесса копчения разработаны генераторы дыма, которые нагревают и испаряют копильную жидкость, а образующийся при этом дым подается в печь и воздействует на поверхность продукта таким же образом, как и при сжигании древесины.

Новые разработки в области производства мясных продуктов привели к появлению большого разнообразия сочетаний таких процессов, как посол, копчение и тепловая обработка. Новые технологии не ограничиваются «традиционными» методами посола и копчения. Например, целые тушки или части тушек с костями или же бескостное мясо, такое как копченые посоленные грудки индеек или цыплят, посоленные колбасы и котлеты из мяса птицы могут также подвергаться тепловой обработке (после копчения в случае его применения) в печах непрерывного действия с ленточным конвейером, описанных выше. Небольшие количества разнообразных продуктов из мяса птицы после посола иногда упаковывают в герметичные пакеты как часть индивидуальных рационов питания для военнослужащих.

Выводы

Разработка новых продуктов из мяса птицы, имевшая место на протяжении последних десятилетий, сопровождалась развитием технологий посола и тепловой обработки. Посол, способствуя улучшению качества продуктов при их потреблении, уменьшает потери при последующей тепловой обработке и увеличивает выход продукта. Посол с использованием нитрита можно рассматривать как особую технологию, придающую продуктам многие желательные качества, но требующую строгого контроля в связи с высокой вероятностью образования вредных побочных продуктов. Различные технологии тепловой обработки мясных продуктов не только обеспечивают пастеризацию продукта и улучшение его пищевой ценности, но и оказывают отрицательное воздействие на рентабельность производства вследствие потерь в процессе термообработки.

Различные виды посола и тепловой обработки имеют большое значение с точки зрения рентабельности производства продуктов и несомненно получают дальнейшее развитие в процессе создания новых продуктов.

Литература

1. Oblinger, J.L., Janky, D.M., Koburger, J. A. Effect of brining and cooking procedure on tenderness of spent hens // *J. FoodSci.*, 1977, 42, 1347.
2. Kijowski, J., Mast, M.G. Tenderization of spent fowl drumsticks by marination in weak organic solutions // *Int.J. FoodSci. Technol.*, 1993, 28, 337.
3. Janky, D.M., Koburger, J.A., Oblinger, J.L., Riley, P.K. Effect of salt brining and cooking procedure on tenderness and microbiology of smoked Cornish game hens // *Poult. Sci.*, 1976, 55, 761.
4. Maki, A.A., Froning, G.W. Effect on the quality characteristics of turkey breast muscle of tumbling whole carcasses in the presence of salt and phosphate // *Poult. Sci.*, 1987, 66, 1180.
5. Babji, A.S., Froning, G.W., Ngoka, D.A. The effect of short-term tumbling and salting on the quality of turkey breast muscle // *Poult. Sci.*, 1982, 61, 300.
6. Smith, D.P., Fletcher, D.L., Papa, C.M. Evaluation of duckling breast meat subjected to different methods of further processing and cooking ///. *Muscle Foods*, 1991, 2, 305.
7. Hamm, R. Biochemistry of meat hydration // *Advances in Food Research* / Chichester, CO., Mrak, E.M., Stewart, G.F, eds. — Vol. 10 — New York: Academic Press, 1960. — p. 355.
8. Gault, N.F. S. Marinated meat // *Developments in Meat Science* / Lawrie, R., ed. — Vol. 5 — London: Elsevier Applied Science, 1991, chap. 5.
9. Acton, J.C., Jensen, J.M. Understanding marinade technology // *Poult. Process.*, 9, 18, 1994.
10. Salvage, B. Add value by injecting whole-muscle meats // *Meat Market Technol.*, 1999, 7 (4), 34.
11. Smith, D. Marination: tender to the bottom line // *Broiler Ind.*, 1999, 62, 22.
12. Petrak, L. Liquid solutions // *Nat. Provis.*, 1999, 213 (10), 44.
13. Cassidy, J. P. Phosphates in meat processing // *Food Prod. Dev.*, 1977, 11, 74.
14. Thomson, J.E. Effect of polyphosphates on oxidative deterioration of commercially cooked fryer chickens // *Food Technol.*, 1964, 18, 1805.
15. Young, L.L., Lyon, B.G. Effect of sodium tripolyphosphate in the presence and absence of calcium chloride and sodium chloride on water retention properties and shear resistance of chicken breast meat // *Poult. Sci.*, 1986, 65, 898.
16. Young, L.L., Lyon, C.E. Effect of calcium marination on biochemical and textural properties of pre-rigor chicken breast meat // *Poult. Sci.*, 1997, 76, 197.
17. Prusa, K.J., Chambers, E., Bowers, J.A., Cunningham, F., Dayton, A.D. Thiamin content, texture, and sensory evaluation of postmortem papain-injected chicken // *J. Food Sci.*, 1981, 46, 1684.

18. Dziezak, J.D. Phosphates improve many foods // *Food Technol*, 1990, **44**, 79.
19. Barbut, S., Maurer, A.J., Lindsay, R.C. Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters // *J. FoodSci.*, 1988, 53, 62.
20. Schermerhorn, E.P., Stadelman, W.J. Treating hen carcasses with polyphosphates to control hydration and cooking losses // *Food Technol*, 1964, 18, 101.
21. May, K.N., Helmer, R.L., Saffle, R.L. Effect of phosphate treatment on carcass weight changes and organoleptic quality of cut-up chicken // *Poult. Sci.*, 1962, 41, 1665.
22. Froning, G.W. Effect of polyphosphates on the binding properties of chicken meat // *Poult. Sci.*, 1965, 44, 1104.
23. Landes, D.R. The effects of polyphosphates on several organoleptic, physical, and chemical properties of stored precooked frozen chickens // *Poult. Sci.*, 1972, 51, 641.
24. Oblinger, J.L., Janky, D.M., Koburger, J.A. The effect of water soaking, brining and cooking procedure on tenderness of broilers // *Poult. Sci.*, 1976, 55, 1494.
25. Janky, D.M., Oblinger, J.L., Koburger, J.A. The effect of salt concentration and brining time on organoleptic characteristics of smoked broiler breeder hens // *Poult. Sci.*, 1978, 57, 116.
26. Post, R.C., Heath, J.L. Marinating broiler parts: the use of a viscous type marinade // *Poult. Sci.*, 1983, 62, 977.
27. Lemos, A. L. S. C., Nunes, D. R. M., Viana, A.G. Optimization of the still-marinating process of chicken parts // *Meat Sci.*, 1999, 52, 227.
28. Proctor, V.A., Cunningham, F.E. Influence of marinating on weight gain and coating characteristics of broiler drumsticks // *J. FoodSci.*, 1987, 52, 286.
29. Froning, G.W. Effect of various additives on the binding properties of chicken meat // *Poult. Sci.*, 1966, 45, 185.
30. Shults, G.W., Wierbicki, E. Effects of sodium chloride and condensed phosphates on the water-holding capacity, pH and swelling of chicken muscle // *J. FoodSci.*, 1973, 38, 991.
31. Regenstein, J.M., Stamm, J.R. The effect of sodium polyphosphates and of divalent cations on the water holding capacity of pre- and post-rigor chicken breast muscle // *J. Food Biochem.*, 1979, 3, 213.
32. Young, L.L., Papa, C. M., Lyon, C.E., Wilson, R.L. Moisture retention and textural properties of ground chicken meat as affected by sodium tripolyphosphate, ionic strength and pH // *J. FoodSci.*, 1992, 57, 1291.
33. Yang, C.C., Chen, T.C. Effects of refrigerated storage, pH adjustment, and marinade on color of raw and microwave cooked chicken meat // *Poult. Sci.*, 1993, 72, 355.
34. Chen, T. O. Studies on the marinating of chicken parts for deep-fat frying // *J. Food Sci.*, 1982, 47, 1016.
35. Cunningham, F.E., Bowers, J.A., Craig, J., Moore, A.M., Froning, G. W. Composition and sensory characteristics of hot-boned, tumbled, turkey breast muscle // *J. Food Qual*, 1988, 11, 225.
36. Heath, J.L., Owens, S.L. Reducing variation in marinade retained by broiler breasts // *Poult. Sci.*, 1991, 70, 160.

37. Kotula, K.L., Heath, J.L. Effect of tumbling chill-boned and hot-boned broiler breasts in either acetic acid or sodium chloride solutions on cooked yield, density, and shear values // *Poult. Sci.*, 1986, 65, 717.
38. Lyon, B.G., Hamm, D. Effects of mechanical tenderization with sodium chloride and polyphosphates on sensory attributes and shear values of hot-stripped broiler breast meat // *Poult. Sci.*, 1986, 65, 1702.
39. Xiong, Y.L., Kupski, D.R. Time-dependent marinade absorption and retention, cooking yield, and palatability of chicken fillets marinated in various phosphate solutions, *Poult. Sci.*, 1999, 78, 1053.
40. Grey, T.C., Robinson, D., Jones, J.M. The effects on broiler chicken of polyphosphate injection during commercial processing I: changes in weight and texture ///. *Food Technol.*, 1978, 13, 529.
41. Farr, A.J., May, K.N. The effect of polyphosphates and sodium chloride on cooking yields and oxidative stability of chicken // *Poult. Sci.*, 1970, 49, 268.
42. Peterson, D.W. Effect of polyphosphates on tenderness of hot cut chicken breast meat // *J. Food Sci.*, 1977, 42, 100.
43. Brotsky, E. Automatic injection of chicken parts with polyphosphate // *Poult. Sci.*, 1976, 55, 653.
44. Hale, K.K. Automated phosphate injection of whole broiler carcasses // *Poult. Sci.*, 1977, 56, 859.
45. Lyon, C.E., Lyon, B.G., Dickens, J.A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of breast meat ///. *Appl. Poult. Res.*, 1998, 7, 53.
46. Zheng, M., Toledo, R.T., Carpenter, J.A., Wicker, L. Yield and sensory evaluation of poultry marinated pre and postrigor ///. *Food Qual.*, 1999, 22, 85.
47. Goodwin, T.L., Maness, J.B. The influence of marination, weight, and cooking technique on tenderness of broilers // *Poult. Sci.*, 1984, 63, 1925.
48. Hashim, I.B., McWatters, K.H., Hung, Y.-C. Marination method and honey level affect physical and sensory characteristics of roasted chicken // *J. Food Sci.*, 1999, 64, 163.
49. Froning, G.W., Sackett, B. Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics // *Poult. Sci.*, 1985, 64, 1328.
50. Engler, P.P., Bowers, J. A. B-vitamin retention in meat during storage and preparation. A review // *J. Am. Diet. Assoc.*, 1976, 69, 253.
51. Chiu, C.P., Yang, D.Y., and Chen, B.H., Formation of heterocyclic amines in cooked chicken legs, *J. Food Prot.*, 61, 712, 1998.
52. Salmon, C.P., Knize, M.G., and Felton, J.S., Effects of marinating on heterocyclic amine carcinogen formation in grilled chicken, *Food Chem. Toxicol.*, 35, 433, 1997.
53. Yingst, L.D., Wyche, R.C., Goodwin, T.L. Cooking techniques for broiler chickens ///. *Am. Diet. Assoc.*, 1971, 59, 582.
54. Froning, G.W., Armong, R.G., Mandigo, R.W., Neth, C.E., Hartung, T.E. Quality and storage stability of frankfurters containing 15% mechanically deboned turkey meat // *J. Food Sci.*, 1971, 36, 974.
55. Cassens, R.G. *Nitrite-Cured Meat. A Food Safety Issue in Perspective* — Trumbull: Food & Nutrition, 1990. - P. 21.

56. Hayes, P.R. *Food Microbiology and Hygiene* — 2nd ed.. — New York: Elsevier Applied Science, 1992. - P. 55.
57. van Laack, R.L. J. M. Spoilage and preservation of meat // *Muscle Foods* / Kinsman, D. M., Kotula, A.W., Breidenstein, B. C, eds. — New York: Chapman and Hall, 1994. - P. 378.
58. Kraft, A.A. Meat microbiology // *Muscle as a Food* / Bechtel, P. J., ed. — Orlando, FL: Academic Press, 1986. - P. 239.
59. Froning, G.W. Johnson, E. Improving the quality of mechanically deboned fowl meat by centrifugation // *J. FoodSci.*, 1973, 38, 279.
60. Bryan, E.L. Poultry and poultry meat products // *Microbial Ecology of Foods* / Sil- liker, J.H., Elliot, R.P., Baird-Parker, A.C. Bryan, F.L., Christian, J.H. B., Clark, D. S., Olsen, J.C, Jr., Roberts, T.A., eds. - Vol. 2 - Academic Press, 1980. - P. 410.
61. Skibsted, L.H. Cured meat products and their oxidative stability // *The Chemistry of Muscle- Based Foods* / Johnston, D.E., Knight, M.K., and Ledward, D.A., eds. — Royal Society of Chemistry, 1992. - P. 266.
62. Kartika, S., Dawson, P.L., Acton, J.C. Nitrosylhemochrome loss and apparent hemo- chrome destruction in vacuum-packaged turkey bologna // *Act. Rep. Res. Dev. Assoc*, 1998, 51, 293.
63. Ramarathnam, N. Flavor of cured meat // *Flavor of Meat, Meat Products and Seafoods* / Shahidi, ed. — 2nd ed. — London: Blackie Academic and Professional, 1998. — P. 290.
64. Gray, J.I., MacDonald, B., Pearson, A.M., Morton, I.D. Role of nitrite in cured meat flavor: a review /// *FoodProt.*, 1981, 44, 302.
65. Long, L., Komarik, S.L., Tressler, D.K. Food Products Formulary // *Meat, Poul- try, Fish, Shellfish* - Vol. 1. - 2nd ed. - Westport, CT: AVI Publishing Company, 1982.
66. Tadelman, W.J., Olson, V.M., Shemwell, G.A., Pasch, S. Manufactured meat products // *Egg and Poultry Meat Processing* - New York: VCH Publishers, 1988. - P. 161.
67. Baker, R.C., Bruce, C A. Further processing of poultry // *Processing of poultry* / Mead, G., ed. — New York: Elsevier Applied Science, 1989. — P. 267.
68. Richardson, R.I. Utilization of turkey meat in further-processed products // *Processing of Poultry* / Mead, G, ed. — New York: Elsevier Applied Science, 1989. — P. 296.
69. Weiner, P.D. Formulations for restructured poultry products // *Advances in Meat Research* / Pearson, A.M., Dutson, T.R., eds. — Vol. 3. — New York: Van Nostrand Reinhold, 1987. - P. 405.
70. Acton, J.C, Dick, R.L., Torrence, A.K. Turkey ham properties on processing and cured color formation // *Poult. Sci.*, 1979, 58, 843.
71. Baker, R.C., Darfler, J.M. The development of a poultry ham product // *Poult. Sci.*, 1981, 60, 1429.
72. Sheldon, B.W, Ball, H.R., Kimsey, H.R., Jr. A comparison of curing practices and sodium nitrite levels on chemical and sensory properties of smoked turkey // *Poult. Sci.*, 1982, 61, 710.
73. Wisniewski, G.D., Maurer, A.J. A comparison of five cure procedures for smoked turkeys /// *FoodSci.*, 1979, 44, 130.

74. Hall, J. *Sausage Made Easy* — 2nd ed. — St. Louis, MO: Meat Business Magazine Publishers, 1993.
75. Hanson, R.E. Cooking technology // *Proc. Recip. Meat Conf.*, 1990, 44, 109.
76. Requirements for the production of poultry breakfast strips, poultry rolls and other poultry products // *Code of Federal Regulations, Title 9, Animals and Animal Products* — Vol. 2, Chapter HI — USDA, Food Safety and Inspection Service, Sec. 381.150 (a), 1999.
77. Schmidt, G.R. Processing and fabrication // *Muscle as a Food*/ Bechtel, P. J., ed. — Orlando, FL: Academic Press, 1986. - P. 201.
78. Pearson, A.M., Gillett, T.A. *Processed Meats*. — Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 1999. - P. 79.

16. Краткое введение в некоторые практические аспекты кошерных и халалных законов, касающиеся птицеперерабатывающей промышленности

Джо М. Регенштейн, Магомед Чаудри

Введение

Законы кошерного питания определяют, какие пищевые продукты являются «пригодными или подходящими» для правоверных еврейских потребителей. Эти законы имеют своим источником Библию, происходя главным образом из пяти книг Священного писания. За прошедшие годы подробности уложений были интерпретированы и расширены раввинами для того, чтобы защитить евреев от нарушения любого из фундаментальных законов, а также для адаптации новой продукции и технологий. Еврейские законы называются «халаха» (*«halacha»*).

Мусульманские законы питания халал определяют, какие пищевые продукты могут быть приемлемы для мусульман. Эти законы основаны на положениях Корана. Мусульманские духовные лидеры также интерпретировали эти законы за годы существования Корана. Исламский закон называется шариат (*Shari'ah*). Этот вечный закон является определенным и неизменным, и все же он всегда современен, поскольку адаптируется к различным временам и обстоятельствам. Например, и еврейские раввины, и мусульманские имамы, и муллы в настоящее время сталкиваются с вопросами биотехнологии (см. ниже).

Почему евреи следуют законам кошерного питания? Этому есть много объяснений. Объяснение, сделанное раввином Грунфельдом, возможно, лучшее письменное объяснение, объединяющее наиболее широко обсуждаемые идеи по данному вопросу [1]. Это объяснение также уместно и для халал, хотя следует отметить, что, в отличие от законов кошерной пищи, важной составной частью законов халал являются аспекты, касающиеся здорового питания [2].

«И святой обратился ко мне, и не должен я есть никакого мяса, убитого в поле» (Исход XXII,30). Святость или самоочищение — вопрос морали; это то же самое, что и ... моральная свобода или моральная независимость. Его цель - полное самообладание.

Поверхностному наблюдателю кажется, что люди, которые не следуют закону, более свободны, чем законопослушные, потому что они могут следовать своим собственным намерениям. В действительности, однако, такие люди подчинены более жестокой неволе; они - рабы своих собственных инстинктов, порывов и желаний. Первый шаг к освобождению человека оттиранию животных наклонностей - добровольное обращение к соблюдению моральных норм. Соблюдение закона - это начало освобождения человека... Таким образом, фундаментальная идея еврейской этики, святости неразрывно соединена с идеей Закона; а законы питания занимают центральную позицию в той системе дисциплины духа, которая является основой всех еврейских законов.

Три самых сильных природных инстинкта человека - это потребность в пище, зов пола и стяжательство. Иудаизм не стремится к разрушению этих влечений, но стремится к управлению и освящению их. Это - закон, который одухотворяет эти инстинкты и преобразует их в законные радости жизни».

16.1. Рынок кошерной и халалной продукции

Рынок кошерной продукции в США составляет почти 100 000 наименований. В денежном выражении это приблизительно равно 100 млрд долларов. Количество американских потребителей кошерной продукции, т. е. тех, кто целенаправленно ищет отметку о кошерности, по оценке специалистов, приблизительно от 6 до 8 млн, они покупают кошерной продукции почти на 3 млрд долларов. Только около одной трети потребителей кошерной продукции являются евреями; остальные — мусульмане, адвентисты седьмого дня, вегетарианцы, люди с различными аллергиями, особенно на молоко, зерновые и бобовые, а также другие люди, которые ценят качество кошерной продукции: «Мы отчитываемся перед высшей властью». Журнал *«AdWeek»* назвал кошерную пищу «прекрасной гарантией для домохозяйства 90-х». Сертифицируя свою продукцию как кошерную, компании могут расширить сбыт своей продукции, выходя на новые рынки.

В США рынок продуктов для мусульман только начинает формироваться. Во многих городских центрах имеются специальные рынки продукции халал, поскольку большинство мусульман соблюдают законы халал. Но реальные возможности существуют и в мировом масштабе — число мусульман в мире около 1 млрд. Во многих странах Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока и Северной Африки преобладает население, исповедующее ислам. Достаточно часто для получения разрешения на импорт необходимо иметь свидетельство о сертификации продукции как халал.

Хотя многие мусульмане покупают кошерные продукты, они, как мы увидим ниже, не всегда отвечают потребностям потребителя-мусульманина. Особенно явным отличием является использование желатина сомнительного происхождения в про-

дуктах, изготовленных некоторыми предприятиями — производителями кошерной продукции, и использование алкоголя (при производстве кошерной продукции разрешается использование многих веществ, подготовленных должным образом).

Хотя в нашем распоряжении имеются лишь ограниченные данные по рынкам такой продукции, наиболее впечатляющие данные поступили от компании *Coors*, перешедшей на производство кошерной продукции. Согласно анализу рынка, при переходе на производство кошерной продукции доля рынка этой компании в Филадельфии увеличилась на 18%. Несколько менее значительные увеличения наблюдались в других городах северо-востока США.

16.2. Законы кошерного питания

Законы кошерного питания преимущественно основаны на трех положениях, касающихся животных:

1. Разрешенные животные.
2. Запрещение крови.
3. Запрещение смешивания молока и мяса.

Однако в течение недели Еврейской пасхи (конец марта или начало апреля) ограничения «хомец», запрещение использования зерна и расширение запретов раввинами приводят к установлению набора новых правил, направленных в данном случае на растения.

Кроме того, имеется отдельный свод законов, связанных с виноградным соком, вином и спиртом, полученным из винограда. В основном, их должны производить евреи, соблюдающие саббат. Однако если сок пастеризован (нагрет или «мевушал» на иврите), то этот сок может использоваться как обычный кошерный ингредиент.

16.2.1. Разрешенные животные и запрещение крови

Жвачные животные с раздвоенными копытами, обычная домашняя птица, рыба с плавниками и снимаемой чешуей в целом разрешены. Свиньи, дикие птицы, акулы, морская собака, морской ангел, сом и подобные им разновидности, а также ракообразные, моллюски в раковинах и насекомые запрещены. Кармин и кошениль (E120)¹ (естественные красные пигменты) в кошерных продуктах не используются.

Что касается птицы, то традиционная домашняя птица, т. е. цыплята, индейки, голуби, утки и гуси относятся к кошерным. Такие птицы, как страус, страус эму и зеленый рами определено не кошерные, поскольку страус упомянут в Библии [3]. Однако не совсем ясно, является ли животное, упомянутое в Библии, тем же самым животным, которое мы сегодня знаем как страуса. Несмотря на это, этот вид и большинство других птиц запрещены. Предпринимались некоторые попытки охарактеризовать признаки, которые делают птицу кошерной, но они не стали общепринятыми, и в основном

¹ Кармин — натуральный красный краситель E120, получаемый из кошенили — высушенных тел самок насекомых вида *Dactylopius Coccus costa*. — *Примеч. ред.*

каждый полагается на «традицию». Интересно, что домашняя индейка считается кошерной, хотя дикая индейка ею может не быть. Часть проблемы заключается в том, что «охота» не разрешается ни при каких обстоятельствах.

Кроме того, жвачные животные и домашняя птица, согласно еврейскому закону, должны быть забиты специально обученным рабочим. Эти животные впоследствии также инспектируются раввинами на предмет различных дефектов. В США желание установить более строгие условия экспертизы мяса привело к разработке требований к кошерному мясу, главным образом касающихся отношения к легким, упомянутых как «глатткошерные» (однородно кошерные). Это относится главным образом к красному мясу, в котором распространенной проблемой является слипание легкого, что часто приводит к оценке животного как не кошерного (трефного). В целом глатткошерные легкие животного должны иметь менее трех таких слипаний. Поскольку легкие домашней птицы с трудом поддаются экспертизе, она вообще не производится. Однако в целях маркировки продуктов из мяса птицы как выработанных с соблюдением более строгих требований некоторые производители будут также использовать термин «глатт». Проблемы переработки птицы ниже будут обсуждаться более подробно.

Мясо и домашняя птица должны быть далее подготовлены путем правильного удаления определенных вен, артерий, запрещенных жиров, крови и седалищного нерва. Практически это означает, что обычно используется только передняя четвертина красного мяса. Для обескровливания туши животных и птицы вымачивают и солят в течение определенного периода времени. Кроме того, любые материалы, которые обычно получают из животного сырья, в целом запрещены из-за того, что их трудно получить от кошерных животных. Таким образом, многие ингредиенты, которые могли бы использоваться в молочной промышленности, например, эмульгаторы, стабилизаторы и поверхностно-активные вещества, особенно полученные из жиров, нуждаются в тщательном надзоре раввинов, который гарантирует отсутствие любых компонентов животного происхождения. Почти все ингредиенты, полученные из растительных масел, могут вырабатываться в кошерном виде.

16.2.2. Запрещение смешивания молока и мяса

«Не вари козленка в молоке его матери».

Этот отрывок появляется в Торе (первые пять книг Священного писания) три раза и таким образом принят неукоснительно как очень серьезное наставление. Понятие мяса в этом высказывании было распространено раввинами и на домашнюю птицу. Понятие молока включает все молочные продукты.

Для раздельного содержания мяса и молока необходимо, чтобы обработка и хранение всех продуктов, которые являются кошерными, производились в соответствии с одной из трех категорий:

1. Мясные продукты.
2. Молочные продукты.
3. Парев или нейтральные продукты.

Последняя группа включает все продукты, которые не относятся к мясным или молочным. Все продукты растительного происхождения, а также яйца, рыба, мед и камедь красной смолы (шеллак)¹ являются парев. Пищевые продукты парев могут использоваться или с мясными, или с молочными продуктами, лишь рыбу нельзя смешивать с мясом напрямую. Как только продукты парев смешиваются с мясными или молочными продуктами, они относятся к мясу или молочным продуктам соответственно.

Некоторые соблюдающие кошрут евреи озабочены возможным смешиванием кошерного молока с молоком от других животных (например, кобыльим) и поэтому требуют, чтобы за молоком наблюдали с момента дойки. Молоко с маркой «*Cholev Yisroel*» и продукты, произведенные из него, требуют строгого контроля со стороны кошерных агентств в отношении всех молочных ингредиентов, чтобы готовые молочные продукты отвечали всем необходимым условиям.

Для надежного и полного разделения молока и мяса все оборудование, инструменты и т. д. должны иметь нужную категорию. Таким образом, если растительные продукты (например, фруктовый сок) производятся на молокозаводе, они становятся молочными продуктами. Некоторые кошерные агентства разрешают маркировать такие продукты как «изготовленные на молочном оборудовании», а не «молочные продукты». Первый тип маркировки говорит потребителю, что продукт не содержит молока, но был сделан на молочном оборудовании, что имеет значение в случае аллергии. Продукт с этой маркировкой потребитель может использовать немедленно после мясной пищи, когда как в противном случае пришлось бы долго ждать для потребления продукта, имеющего в своем составе молоко. В любом случае посуда должна быть заменена с мясной на молочную. Некоторые продукты без мясных компонентов изготавливаются на мясоперерабатывающих предприятиях (например, суп из лущеного гороха); они также могут быть отмечены как «изготовленные на мясном оборудовании».

Соблюдающие кошрут евреи должны выждать определенный промежуток времени между потреблением мяса и молока. Время изменяется согласно традициям, но в целом промежуток от потребления мяса до потребления молока намного дольше (от 3 до 6 ч), чем при переходе от молока к мясу (от 0 до 1 ч). Однако после употребления в пищу твердого сыра (по определению: сыра, созревшего более 6 мес.) период ожидания такой же, что и для мяса. В связи с этим большинство компаний, производящих сыр для рынка кошерной продукции, проводят его созревание менее 6 мес.

Для производства продукта, действительно относящегося к парев, предприятие может провести кошеризацию оборудования (см. ниже).

16.2.3. Еврейская пасха

В течение этого праздника, который приходится на весну, запрещается использование в пищу всех продуктов, изготовленные из пяти запрещенных видов зерновых («хомец» на иврите): пшеницы, ржи, овса, ячменя и полбы, кроме хлеба из теста,

Шеллак (E904) — смола, выделяемая насекомым лаковым червецом. — *Примеч. ред.*

приготовленного безопасным способом («маца» на иврите), изготавливаемого под особым контролем специально для праздника. Предпринимаются особые меры предосторожности, чтобы у мацы не было достаточно длительной выдержки, чтобы «подняться». Кроме того, запрещены продукты, полученные из кукурузы, риса, бобов, горчичного семени, гречихи и некоторых других растений («китнос» на иврите). Запрещены и продукты типа кукурузной патоки, кукурузного крахмала и т. д. Некоторые раввины, однако, разрешают использовать масло из продуктов китнос. Некоторые раввины разрешают жидкие продукты китнос типа кукурузной патоки. Основным источником подсластителей и крахмалов, используемых во время Еврейской пасхи для производства сладких изделий — это либо собственно сахар, либо производные картофеля. Иногда также используется картофельная патока. Еврейская пасха — время общего сбора всех членов семьи; однако в связи с необходимостью отделять молочные блюда во время еврейской пасхи, некоторые потребители кошерной пищи могут отказаться от использования молочных продуктов. В целом 40 % сбыта кошерной пищи традиционных «кошерных» компаний приходится на неделю Еврейской пасхи.

16.2.4. Оборудование для приготовления кошерной пищи

Есть три пути изготовить кошерное оборудование и (или) изменить его статус. Выбор необходимой процедуры зависит от предшествующей истории существования оборудования. Следует отметить, что после того как предприятие (или линия) использовалось для производства кошерных продуктов парев, на нем можно производить либо молочные, либо мясные кошерные продукты без проведения специального этапа кошеризации оборудования.

Самый простой процесс кошеризации принят для оборудования, сделанного из кошерных материалов и используемого без нагрева (холодным). Для этого требуется хорошая чистка каустической содой или мылом. Однако материалы типа керамики, каучука, гончарных изделий и фарфора не могут быть подвергнуты кошеризации. Если на перерабатывающем заводе присутствуют предметы и детали, изготовленные из этих материалов, то для производства или для изменения статуса оборудования может потребоваться их замена, что вызовет определенные трудности.

Большинство технологического оборудования для производства пищевых продуктов обычно работает при температурах термообработки, т. е. выше 48,8 °С, которая раввинами определена как «нагрев». Однако точная температура «нагрева» зависит от раввина, хотя между четырьмя основными Американскими агентствами по сертификации кошерной пищи достигнуто соглашение, что термообработка пищевых продуктов начинается с температуры 48,8 °С. Для кошеризации оборудования, используемого при термообработке продукции, оно должно быть тщательно очищено каустической содой и мылом. Затем оборудование следует оставить на 24 ч для выдержки, после чего обмыть кипящей водой (имеющей температуру от 88 до 100 °С) в присутствии контролера по кошерной пище.

В случае использования в печах или другом оборудовании открытого огня, процесс кошеризации включает прокаливание металла. При процедуре также обычно присутствует раввин.

Процедуры, которые применяются для кошеризации оборудования, могут быть очень обширными, поэтому лучше, чтобы было как можно меньшее количество изменений статуса. Тщательная разработка рецептов изделий и хорошее планирование процесса могут минимизировать неудобства.

16.2.5. Еврейская кулинария

В зависимости продукта, который подвергается термообработке, может быть необходимо, чтобы ее «проводил» раввин. Практически это зачастую происходит как включение раввином запальника, который затем горит непрерывно.

При изготовлении сыров подобный подход обычно требует, чтобы раввин добавил в ванну коагулирующие вещества. Однако если все компоненты, использованные при производстве сыров, кошерные, но коагулянт добавлен не раввином, сыворотка, полученная из такого сыра (если стусток и сыворотка не были нагреты выше 48,8 °C до слива сыворотки) считается кошерной. Таким образом, образуется намного больше кошерной сыворотки, чем кошерного сыра.

16.2. Законы питания халал

Законы питания халал основаны на четырех положениях, относящихся к животным, за исключением одного.

1. Запрещенные и разрешенные животные.
2. Способ убоя.
3. Запрещение крови.
4. Запрещение опьяняющих напитков и веществ.

Исламские законы питания основаны на Коране, выведены из книг Хадис, повествующих о поступках и изречениях пророка Мухаммеда, и получены посредством экстраполяции и заключений из текстов Корана и Хадис, сделанных мусульманскими юристами.

Коран (V:3) говорит:

«Запрещены Вам (для питания): падаль, и кровь, и плоть свиньи, и то, что освящено иным от Аллаха, и задушенное и умерщвленное побоями и убитое падением сверху, и погибшее от рогов, и остатками от сожранного дикими животными, то, что Вы делаете законным и то, что жертвуется идолам. И то, что Вы получаете, погружая стрелу. Это - мерзость...»

Коран (11-172) также говорит:

«О вы, кто верит! Ешьте хорошие вещи, которыми Мы снабдили вас, и восполнитесь благодарностью Аллаху, если это Он, кому вы поклоняетесь».

Имеются 11 общепринятых принципов, имеющих отношение к халал (разрешенному) и харам (запрещенному) в исламе и позволяющих обеспечить наставление мусульман в их каждодневной деятельности [4]:

1. Основной принцип — разрешено все, что создано Аллахом, за несколькими исключениями, которые запрещены. Исключения представляют собой свинину,

кровь, мясо животных, которые умерли по причинам, отличным от подобающего убоя, пища, которая предназначена или пожертвована не Аллаху, алкоголь, опьяняющие вещества и т. д.

2. Делать законным и незаконным — право одного Аллаха. Никакой человек, независимо от его набожности или влиятельности, не может брать на себя изменение этого закона.
3. Запрещение того, что разрешается, и разрешение того, что запрещено, подобно приписыванию себе сотрудничества с Аллахом. Это — величайший грех, который приводит совершившего к выпадению из сферы Ислама.
4. Основные причины для запрещения каких-то вещей заключаются в наличии примесей и опасности для здоровья. Мусульманин не должен вопрошать, почему или насколько грязно или вредно то, что запретил Аллах. Могут иметься очевидные причины и могут быть скрытые причины. Человек с научным образом мышления среди очевидных причин может выделить следующие:

- Падаль и мертвые животные непригодны к употреблению в пищу уже в древнем мире, поскольку процесс разложения приводит к образованию веществ, опасных для людей [5].
- Кровь, вытекающая из животного, содержит опасные бактерии, продукты обмена веществ и токсины [6].
- Свинья служит переносчиком паразитов, попадающих в человеческий организм. Нередки случаи заражения *Trichinella spiralis* и *Taenia solium* от свиней [7].
- Жирнокислотный состав свиного жира упоминается как несовместимый с жировыми и биохимическими системами человека.
- Опьяняющие вещества считаются вредными для нервной системы, воздействуя на чувства и суждения человека, приводя к социальным и семейным проблемам, а во многих случаях даже к смерти [4,5].
- Пожертвование пищи кому-то, помимо Аллаха, может подразумевать, что имеется кто-то столь же важный, как Аллах, что есть два господина. Это противоречит первому принципу ислама: «Есть лишь один бог» [8].

Эти и другие причины и объяснения могут быть приняты в качестве голоса «за» во время споров, но скрытая основа запретов пребывает в Божественном установлении: «Запрещено вам...»

5. Что разрешено, то важно, а что запрещено, то лишнее. Аллах запрещает только вещи, которые являются ненужными или необязательными, и обеспечивает лучшие альтернативы. Люди могут существовать и жить лучше без того, чтобы есть вредную падаль, вредную свинину, вредную кровь и употреблять корень большинства пороков — алкоголь. То, что ведет к запрещенному, само по себе запрещено. Если что-то запрещено, то пути, приводящие к этому, также запрещены.
6. Незаконное, ложно представленное как законное, запрещено. Незаконно придумывать оправдания, чтобы съесть что-то, что запрещено, например, пить спиртные напитки по-возможным медицинским соображениям.

7. Благие намерения не делают незаконное приемлемым. Всякий раз, когда допустимое действие верующего сопровождается благими намерениями, его дела становятся предметом поклонения. В случае запрета (харам), это остается харам, независимо от того, насколько благи намерения или насколько благородна может быть цель. Ислам не одобряет использование способа харам для достижения достойной похвалы цели. Ислам действительно настаивает, чтобы не только цель была благородна, но и чтобы способ, выбранный для достижения этой цели, был бы законным и добродетельным. Исламские законы требуют, чтобы право было защищено только посредством законных способов.
8. Сомнительных вещей нужно избегать. Имеется область теней между явно законным и явно незаконным. Это область того, «что является сомнительным». Ислам рассматривает попытку избегать сомнительных вещей, как благочестивое для мусульман действие, позволяющее стоять в стороне от незаконного. Пророк Мухаммед сказал [4]:

«Халал чист и харам чист. Между ними имеются сомнительные вещи (машбух), о которых люди не знают, являются ли они халал или харам. Тот, кто избегает их, защищает религию, и его честь в безопасности, тогда как участвующий в части их может совершать какие-то поступки харам...»

9. Незаконные вещи запрещены для всех в равной мере. Законы ислама применимы повсеместно к людям всех рас, вероисповеданий и пола. Нет никаких льгот и послаблений для привилегированного класса. Фактически в исламе нет никаких привилегированных классов и, следовательно, вопрос о льготах и послаблениях не возникает. Этот принцип применим не только среди мусульман, но и во взаимоотношениях между мусульманами и немусульманами.
10. Необходимость диктует исключения. Ассортимент запрещенных вещей в исламе очень ограничен, но надзор за соблюдением запретов очень жесткий. В то же время законы ислама не забывают о жизненных потребностях или человеческих слабостях и способны принимать их. Мусульманину разрешается в случае надобности потреблять запрещенную пищу в необходимых для выживания количествах.

16.2.1. Запрещенные и разрешенные животные

Мясо поросят, боровов и свиней строго запрещено, как и мясо хищных животных — львов, тигров, гепардов, собак, кошек и им подобных; это относится и к хищным птицам, таким как орел, сокол, скопа, коршун, гриф и т. п.

Мясо домашних животных, например, жвачных с раздвоенным копытом (крупный рогатый скот, овцы и ягнята, козы) можно употреблять в пищу так же, как мясо верблюда и буйвола. Также разрешенным считается мясо птиц, не использующих когти для удержания добычи, таких как цыплята, индейка, утки, гуси, голуби, куропатки, перепела, воробьи, эму, страусы и т. п. Мясо некоторых животных и птиц разрешается использовать только при определенных обстоятельствах или при наличии определенных условий. Конина может быть разрешена для употребления при некоторых печальных условиях, обсуждение которых выходит за рамки настоящей главы. Животные, которых кормили грязным кормом или кормом с наполнителями,

в состав которых входили добавки из сточных вод или белок из отстойников, должны пройти карантин и переведены на чистый корм на период не менее 40 дней перед убоем для того, чтобы очистить все системы организма.

Пищевые продукты, полученные из моря, а именно рыба и морепродукты, являются наиболее спорными среди различных групп мусульман. Некоторые приемлют как халал только рыбу с чешуей, в то время как другие считают халал все, что живет в воде все время или часть времени.

Следовательно, креветки, омары, крабы и моллюски — это халал, но могут вызывать отвращение (быть макрух) и, следовательно, не использоваться в пищу.

Не имеют никакого четкого статуса в Исламе и насекомые, за исключением того, что саранча определенно упомянута как халал. Среди продуктов жизнедеятельности насекомых пророком Мухаммедом особенно рекомендуется мед. Другие продукты, например, желе-рояль, воск, шеллак и кармин приемлемы без ограничений для большинства мусульман, однако некоторые могут считать шеллак и кармин макрух или неприятными для себя'.

Яйца и молоко от разрешенных животных также разрешены для потребления мусульманами. Молоко от коров, коз, овец и буйволиц — халал. В отличие от кошерной пищи, в исламе нет никакого запрета на смешение мяса и молока.

16.2.2. Запрещение крови

Согласно стихам Корана, кровь, которая выливается, запрещена для использования. Это относится к крови как разрешенных, так и неразрешенных животных. Обычно жидкую кровь не предлагают для продажи и потребления даже немусульманам, но продажа продуктов, сделанных из крови или с ее использованием, считается допустимой. Имеется общее соглашение среди мусульманских ученых, что для использования в пищу неприемлемо все, сделанное из крови. Продукты типа кровяной колбасы и ингредиенты типа альбумина являются или харам, или в лучшем случае сомнительными, их использования следует избегать.

16.2.3. Правильный убой разрешенных животных

Имеются специальные требования к убою животных:

- животное должно быть халал;
- убой должен проводить взрослый и находящийся в здравом рассудке мусульманин;
- во время убоя должно быть произнесено имя Аллаха;
- убой должен быть выполнен путем перерезания горла способом, который вызывает быстрое и полное обескровливание, приводя к быстрой смерти; по общепринятому методу должны быть перерезаны по крайней мере три из четырех проходов (сонная артерия, яремная вена, трахея и пищевод).

Мясо животных, забитых таким образом, называется забиха или джабиха.

В России насекомые и продукция из них, в том числе кармин и шеллак, считаются харам. В большинстве наиболее серьезных мусульманских направлений, в том числе американских, насекомые и продукты из них также считаются харам. — *Примеч. ред.*

Ислам уделяет большое внимание внимательному и гуманному уходу за животными, особенно в предубойный период и в процессе убоя. Рекомендуемые условия включают в себя предоставление животному достаточного времени для отдыха и постоянный доступ к воде, отсутствие стрессов, заточка ножей в отсутствие животного, применение для убоя только очень острых ножей и т. д. Лишь после полного удаления крови из животного и наступления смерти разрешается приступать к разделке, удалению рогов, ушей, копыт и др. В отличие от кошерной пищи халал не разрешает вымачивание и посол туш. Следовательно, способы обработки мяса халал совпадают с используемыми в промышленности. Для того чтобы ингредиенты животного происхождения, например, эмульгаторы, жир и ферменты, были признаны халал, они должны быть получены от животных, забитых по мусульманскому закону.

Охота на разрешенных диких животных, например, оленей и птиц (голубей, фазанов и перепелов), разрешается для получения пищи, но не для удовольствия от уничтожения животного. Охота во время паломничества в Мекку, а также в пределах определенных границ святого города Мекки, строго запрещена. Охота любым способом с использованием различных устройств, например, ружей, стрел, копий или капканов, разрешается. Для захвата или отслеживания дичи на охоте также могут использоваться обученные собаки. Имя Аллаха может быть произнесено на охоте лишь во время выстрела, но не поимки. Животное должно быть обескровлено сразу же после поимки. Если благословение сделано во время нажатия на курок или пуска стрелы и животное умерло прежде, чем охотник достиг его, это животное остается халал если произведен убой и часть крови вышла. На рыбу и морепродукты можно охотиться или собирать их любым приемлемым способом, если он гуманен.

Необходимые условия правильного убоя и обескровливания приемлемы для наземных животных и птицы. Рыба и другие создания, которые живут в воде, не должны забиваться с соблюдением ритуала. Аналогично не имеется никакого специального метода умерщвления саранчи.

Мясо животных, умерших от естественных причин, болезней, от рогов других животных, задушенных, упавших с высоты, погибших от побоев или убитых дикими животными, нельзя есть, если убой не произвели до наступления фактической смерти. Рыба, умершая сама по себе, плавающая в воде или находясь вне воды, остается халал, пока нет симптомов распада или порчи.

Животное ни при каких обстоятельствах не должно быть забито в посвящение кому-то, кроме Аллаха, или жертвоваться любому, кроме Аллаха. Это — очень большой грех.

16.2.4. Запрещение алкоголя и опьяняющих веществ

Потребление спиртных напитков и других опьяняющих веществ запрещено согласно Корану (V:90-91), где говорится:

«О Вы, кто верит! Спиртные напитки, и азартные игры, и поклонение идолам, и пророчества - лишь искушение Сатаны. Оставь это, и будешь процветать. Только Сатана сеет ненависть и спор среди Вас алкоголем и азартными играми, и поворачивает Вас от имени Аллаха и от молитвы: Можешь ли Ты воздержаться от этого?»

Арабский термин, использованный в Коране, — хемр — означает то, что было ферментировано, и подразумевает не только спиртные напитки, такие как вино, пиво, виски, бренди, но все вещи, которые отравляют или воздействуют на процесс мышления. Хотя не разрешается добавлять алкоголь в любые безалкогольные напитки, малое количество алкоголя, попавшее из пищевой добавки, может рассматриваться как загрязнение и, следовательно, им можно пренебречь'.

Синтетический или спирт из зернового сырья может использоваться в технологии производства пищевых продуктов для извлечения, осаждения, растворения и других технологических процессов, если остаточное количество этилового спирта в конечном продукте очень мало, ниже 0,5%. Однако каждая страна-импортер может иметь собственные рекомендации, экспортеры должны их понимать и к строго придерживаться.

16.2.5. Кулинария халал, технология производства пищевых продуктов и вопросы санитарии

В исламе не имеется никаких ограничений относительно кулинарии, если кухня свободна от пищевых продуктов и компонентов харам. Не имеется никакой необходимости держать два набора принадлежностей, один для мясного, а другой для молочного, как это имеет место в кошерном питании. Этиловый спирт не может использоваться даже в кулинарии.

В компаниях по производству пищевых продуктов ингредиенты харам должны храниться отдельно от ингредиентов халал. Оборудование, используемое для продуктов халал, должно тщательно промываться с использованием кислот, щелочей, детергентов и горячей воды. Как правило, процедуры санитарной обработки при производстве кошерной продукции пригодны для халал. Если оборудование использовалось для производства продуктов харам, оно должно быть должным образом вымыто, иногда даже с использованием абразивных веществ, затем его должен благословить имам или мулла, орошая его семь раз горячей водой.

16.3. Взаимоотношения агентств по надзору за соблюдением правил кошер и халал

Надзор за соблюдением правил кошера и халал предпринимается компанией-производителем в целях расширения своих рыночных возможностей. Это следует рассматривать как производственную инвестицию, которая, подобно любой другой инвестиции, должна быть тщательно проверена. В эру всеобщего управления качеством, выпуска продукции точно к заданному сроку, стратегических поставщиков и т. д., для компаний естественно тщательно отслеживать процесс исполнения надзора за соблюдением правил кошера и халал.

Многие мусульмане считают продукты, загрязненные алкоголем или другим харамным ингредиентом, также харам. — *Примеч. ред.*

Оценка агентства по надзору лишь по стоимости услуг может быть не лучшим критерием для выбора. Известность имени агентства также может быть не самым важным аспектом. Действительно важные соображения должны включать:

- соответствие возможностей агентства задачам компании как при оформлении документов, так и при направлении на предприятие раввинов или мусульманских контролеров по мере необходимости;
- готовность сотрудничать с компанией при решении проблем;
- готовность разъяснять положения нормативов кошерного или халалного питания и структуру оплаты;
- корректность «персонального» химика, т. е. удобство работы с ним;
- их религиозные стандарты, т. е. соответствие требованиям компании и ее рыночной политики.

Один из самых сложных вопросов для пищевой промышленности при производстве кошерной пищи — существование большого количества различных агентств по надзору за соблюдением кошерности. К сожалению, существует немало агентств по надзору за производством пищи халал, работающих по различным стандартам, хотя для них эта проблема менее характерна. Как это влияет на компании, производящие продукты питания? Как потребители еврейской кошерной или мусульманской халал пищи воспринимают эти различия? Как различные агентства воспринимаются группами потребителей, не входящих в непосредственное сообщество? Поскольку в течение многих лет ни в одной из этих религий не имелось центральной власти, различные раввины и имамы (муллы) следуют различным традициям относительно своих стандартов питания. Некоторые духовные руководители стремятся следовать более снисходительным нормам, в то время как другие следуют более строгим. Получив возможность выбора, сегодня кошерные сообщества стремятся к внедрению более строгих стандартов. Мусульманское сообщество, по-видимому, также склоняется к более жестким нормам.

В целом можно разделить действующие в США агентства по надзору за соблюдением кошерности на три большие категории. К первой из них относятся крупные организации, которые осуществляют надзор за крупными пищевыми компаниями, т. е. *OU*, *OK*, *Star-K* и *Kof-K*. Все четыре являются общенациональными и «магистральными». Две из них, *OU* и *Star-K*, представляют собой общинные организации, т. е. они являются частью большей религиозной организации. Это обеспечивает им широкую поддержку, но также и означает, что организации потенциально склонны к поддержке приоритетов и потребностей своей организации. С другой стороны, *Kof-K* и *OK* являются частными компаниями. Их единственная функция — обеспечение надзора за соблюдением кошрута. Кроме этих национальных компаний, имеются более мелкие частные организации и множество местных общинных организаций, которые обеспечивают равносильный надзор за соблюдением религиозных норм. Итак, продукты, принятые любой из этих основных организаций, будут приняты всеми другими подобными организациями. Местные организации могут иметь больший вес в местном сообществе. Они могут быть более доступны, и с ними проще работать, хотя зачастую в связи с отсутствием серьезной технической экспертизы продукты

могут быть возвращены одним из национальных агентств. Для компании, занимающейся маркетингом в масштабе страны, могут возникнуть ограничения, связанные с признанием их символа кошерной пищи потребителями в другом конце США. С появлением журнала *tKashrus* и его ежегодного обзора символов это в какой-то мере перестало быть проблемой. Журнал «*Kashrus*» не пытается «оценивать» стандарты различных агентств по надзору за производством кошерной пищи, а просто извещает об их существовании. В обязанности местного раввина входит сообщение конгрегации о существующих стандартах. Недостаточная информированность о «дальней» организации может вызвать у него неудобство при рекомендациях продуктов.

Вторая категория кошерного надзора включает индивидуальных раввинов, связанных с сообществами хасидов. Они часто объединяются с ультраортодоксальными сообществами *Williamsburg* и *Borough Park* в Бруклине, Монсее (штат Нью-Йорк) и Лейквуде (штат Нью-Джерси). Имеются специальные брэнды продукции, соответствующей их потребностям. Много большее количество продуктов, которые потребляются в этих сообществах, требуют непрерывного надзора раввинами, а не случайной инспекции, осуществляемой главными организациями. Символы кошерных агентств, представляющих этих потребителей, вне этих сообществ известны не столь широко, как символы главных агентств. Раввины часто проводят особые инспекции оборудования, используемого при производстве продукции, что обычно является прерогативой главного агентства, чаще всего без каких-либо изменений, но иногда выдвигая особые требования для производства продуктов для их сообщества.

К третьей группе можно отнести индивидуальных раввинов, более терпимых, чем «магистральные» нормативы. Многие из этих раввинов из числа ортодоксов; некоторые могут быть консерваторами. Их стандарты базируются на их собственной интерпретации законов кошрута. Чем более снисходителен такой раввин, тем в большей степени производитель теряет рынок основных и более строгих стандартов, но компания должна выбрать для себя оптимальное маркетинговое решение.

В настоящее время мусульманское сообщество имеет только одно господствующее агентство — Исламский Совет по продовольствию и питанию (*Islamic Food and Nutrition Council*). На рынке присутствуют и другие группы, но их стандарты не определены столь же четко, как у первой организации.

Однако компании по производству ингредиентов должны попытаться использовать «магистральное» агентство по кошерной или халал пище. Такой надзор потребуются для того, чтобы продавать ингредиенты большинству компаний, производящих кошерную пищу. Способность продавать этот товар наибольшему числу клиентов требует наличия общепринятого стандарта. Пока данный ингредиент не будет принят основным агентством, почти невозможно извлечь прибыль из его использования как кошерного продукта. В некоторых случаях компания, выпускающая продукт, который не будет принят основными агентствами по надзору, независимо от вида продукта, может с тем же успехом воспользоваться услугами «терпимых» агентств по надзору, готовых признать этот ингредиент.

В будущем компаниям необходимо будет обратить внимание на стандарты халал. Во многих случаях внесение нескольких изменений позволит кошерным продуктам также соответствовать требованиям халал. Эти изменения включают в себя полное

отсутствие продуктов животного происхождения (см. ниже перечень нескольких исключений для кошерной пищи) и гарантию того, что остаточное содержание алкоголя в продуктах составляет не более 0,1%. Кроме того, желателен стандарт, принятый во всех или большинстве мусульманских стран.

При поиске религиозного агентства по надзору нужно определить приоритеты компании и попытаться найти агентство, отвечающее этим требованиям. Так же, как и в решении о покупке, время, потраченное на обучение продавца до совершения покупки, обычно вознаграждается.

Что касается взаимозаменяемости агентств по надзору за кошерной пищей, то для обеспечения раввинов информацией используется система сертификационных писем, в которых раввины, ответственные за сертификацию, информируют других о том, какие продукты они приняли. Контролирующий раввин удостоверяет, что определенное предприятие производит кошерные продукты, или что только продукты с определенными этикетками или кодами являются кошерными. Такие письма должны обновляться каждый год и иметь дату начала и окончания действия. Эти письма являются основой того, как компании устанавливают состояние кошерности ингредиентов по мере их продвижения по товарной цепи. Потребители могут также просить показать эти сертификаты. Очевидно, что агентство по надзору за кошерной пищей примет письма только тех агентств, которые они считают приемлемыми.

Кроме того, на упаковке может быть указан символ агентства или отдельного человека, сертифицирующего кошерную или халал пищу. В некоторых случаях при внешнем сходстве кошерной и некошерной продукции можно использовать кодирование цветом. Большинство применяемых символов является должным образом зарегистрированными торговыми марками. Однако в нескольких случаях торговая марка не была зарегистрирована и отмечалось использование одного символа кошерной пищи несколькими раввинами.

При разработке маркировки кошерной и халал продукции должны быть учтены два момента:

1. Обязанностью компании является предъявление этикетки агентству по сертификации для проверки и согласования перед передачей в печать. Компания отвечает за правильность указания символа агентства и за составление документации, устанавливающей кошерный статус продукции, например, для большинства молокозаводов важно знать, молочный ли это продукт или парев. В настоящее время многие агентства не требуют, чтобы на изделиях указывался термин «парев»; другие не используют маркировку «молочный продукт». Для агентств по надзору за кошерными продуктами, компаний по производству продуктов питания и потребителей будет гораздо удобнее, если все кошерные продукты будут иметь подтвержденный статус. Помимо обеспечения необходимой информацией, это будет способствовать тому, что каждый производитель будет уделять больше внимания должной маркировкой продукта, избегая тем самым возврата товара и рекламаций в связи с неправильной маркировкой продукта.
2. Этикетки для изделий со служебной маркировкой, имеющей особые символы агентства, нельзя свободно передавать с одного предприятия на другое. В связи

с этим некоторые компании используют и для служебной, и для другой маркировки универсальный знак «К». Таким образом, если агентство по надзору за кошерной пищей меняется, этикетку все равно можно использовать. Однако искусственный потребитель кошерной пищи чувствует себя все более неловко при использовании этого символа, поэтому возможно возникновение некоторого подозрения. Оплачивая «хороший» символ и затем используя только обозначение «К», компания снижает ценность своих вложений в получение сертификата на кошерные продукты. В частности, при использовании компаний обозначения «К» отделы по продажам и обслуживанию клиентов и представители компании на торговых выставках должны знать имя раввина, осуществившего сертификацию.

К настоящему времени в США общины халал не выработали универсальной маркировки халал, хотя в других странах она имеется.

16.4. Желатин

Используемый для многих продуктов питания желатин — пожалуй, наиболее спорный ингредиент из всех кошерных и халал компонентов. Желатин можно вырабатывать из свиной шкурки, костей или кожи крупного рогатого скота. В последние годы появился и рыбный желатин, исследованиям которого уделяется большое внимание. По технологическим свойствам рыбный желатин очень похож на говяжий и свиной, т. е. может придавать такую же прочность студню и вязкость. Однако в зависимости от вида рыбы, кожа которой служит сырьем, температура плавления студня может колебаться в намного более широком диапазоне, чем студня из свиного или говяжьего желатина. Это может предоставить пищевой промышленности некоторые уникальные возможности, особенно для мороженого, йогурта, плодовых или ягодных желе, кондитерских изделий и заменителей маргарина. Рыбный желатин является полностью кошерным и халал, он приемлем почти для всех основных организаций по надзору за соблюдением религиозных правил.

В настоящее время желатин, даже если и называется «кошерным», не принимается основными агентствами по надзору за кошерной пищей. Многие его виды фактически полностью неприемлемы для потребителей пищи халал, поскольку они могут включать в себя свиной желатин. Однако сейчас возможны ограниченные поставки желатина из кожи скота, забитого с выполнением правил кошрута, что согласуется с основными и даже с более строгими стандартами кошерного питания.

Среди менее строгих агентств по надзору за кошерной пищей можно найти широкий диапазон мнений относительно желатина. Наиболее либеральные представления заключаются в том, что желатин, изготовленный из кости и кожи, не является пищевым продуктом (из плоти). Далее, процесс производства включает стадии, когда продукт настолько «непригоден», что несъедобен ни для человека, ни для собак и вследствие этого становится новым объектом. Раввины, придерживающиеся этого представления, приемлют даже свиной желатин. Большинство желеобразных десертов с универсальным «К» соответствуют этому подходу.

Другие раввины разрешают желатин, изготовленный только из говяжьих костей и шкур, но не из свиних. Третьи раввины признают в качестве источника говяжьего желатина только «индийские сухие кости». Это кости, которые вследствие индуистской традиции не использовать скот в пищу, могут встречаться в Индии как природный объект. Они должны быть выдержаны более года и «стать сухими как дерево». Существуют дополнительные религиозные правила по использованию этого сырья. Однако повторим, ни один из этих продуктов не принят основными агентствами по надзору за кошерной или халал пищей и, таким образом, продукты с этими видами желатина не приняты существенной частью кошерного и халал сообщества.

16.5. Биотехнология

Раввины, имамы и муллы в настоящее время принимают продукты, полученные в результате простых операций с применением генной инженерии, например, химозин (реннин) был принят раввинами примерно за полгода до его принятия Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарственных препаратов США. Промышленные условия в ферментерах должны быть кошерными или халал, т. е. компоненты, ферментер, а также используемые на любой стадии процесса оборудование и ингредиенты должны быть кошерными или халал. Продукт, выработанный на молочной среде, должен иметь статус молочного. Возможно, вскоре раввины могут принять свиную липазу, выработанную методами биотехнологии при условии, что все другие условия производства будут кошерными, однако мусульманское сообщество все еще рассматривает этот вопрос; окончательного заключения пока не принято. Любой продукт, выработанный скотом в составе молока, будет молочным. Религиозные лидеры обоих сообществ еще не определили статус более сложных генетических технологий.

16.6. Правила и нормы федерального и местного уровня

Маркировка продукта как кошерного — юридически законное требование. Свод федеральных постановлений США (21 CFR101.29) включает в себя параграф, указывающий, что такое требование должно удовлетворяться. Приблизительно 20 штатов, некоторые округа и некоторые города имеют законы, специально регулирующие требование «кошерности». Многие из этих законов ссылаются на «Ортодоксальные иудейские обычаи» или другой вариант этого термина, а их законность с 1990-х гг. стала объектом дальнейшей интерпретации [9, 10].

Штат Нью-Йорк, вероятно, имеет наиболее обширный свод кошерных законов, включая требование регистрировать кошерные продукты в Бюро кошерной продукции Департамента маркетинга сельскохозяйственной продукции. В штате Нью-Джерси законы, написанные после того, как законы штата были объявлены Верховным Судом страны неконституционными, являются скорее всего наиболее ясными и, надеемся, не имеют никаких конституционных проблем. Они особо нацелены на «право потребителя на информацию» и «достоверную маркировку». В соответствии

с этими законами власти штата Нью-Джерси не имеют права определять кошерность. Предпочтительнее, чтобы раввины, обеспечивающие надзор, доносили до потребителей информацию, которая им нужна, и принимали обоснованное решение. Подобный подход представляется приемлемым для других штатов, особенно штата Нью-Йорк, а также для распространения на продукты с сертификатами хаалал.

16.7. Кошерная пища и аллергии

Хотя наличие маркировки кошерной пищи полезно для многих потребителей как руководство для определения степени соответствия продуктов особым требованиям, имеются также ограничения, на которые особенно чувствительный потребитель должен обратить внимание.

Для всей кошерной продукции следует признать два важных ограничения:

1. Процесс кошеризации оборудования используется для перевода оборудование из одного статуса в другой. Это — отработанная религиозная процедура, но она может не обеспечить 100%-ное удаление материалов, перерабатывавшихся на этом оборудовании ранее.
2. Законы кошрута разрешают устранение некоторых погрешностей *ex-post-facto* (после фактически случившегося). Таким образом, следовыми количествами (меньше чем 1/60 по объему при очень ограниченных условиях) можно пренебречь. Многие агентства по надзору за кошерной пищей из уважения к компаниям желают свести к минимуму отрицательную рекламу и не объявляют, что они использовали эту процедуру, чтобы делать продукт приемлемым.

Продукты, которые могли бы производиться на молочном предприятии, например, парев заменители молочных продуктов и некоторые другие жидкости типа чаев и фруктовых соков, могут быть выработаны на предприятиях, которые прошли кошеризацию, но не соответствуют нормативам по аллергенным характеристикам. Другим проблемным продуктом может быть шоколад; поскольку многие предприятия делают и молочный шоколад, и парев шоколад. Следы молока из парев шоколада удаляются с большим трудом.

Могут также возникнуть проблемы с молочным и мясным оборудованием. Например, если продукт выработан на линии по производству молочных или мясных продуктов без кошеризации оборудования, однако не содержит специально внесенных молочных или мясных ингредиентов, то он считается парев с некоторыми ограничениями использования в домах, соблюдающих кошрут.

В некоторых случаях при наличии небольшого количества рыбы в парев или молочных продуктах (например, анчоусы в вустерском соусе), этот компонент указывается как часть кошерного символа в рекомендательном порядке. Во многих сертификатах это специально отмечено не будет.

Применительно к еврейской пасхе существуют некоторые разногласия относительно «производных» из сырья хомец и китнос, а продукты, подобные кукурузной патоке, соевому маслу, арахисовому маслу и аналогичные вещества, полученные из них, разрешаются лишь небольшим количеством раввинов. В основном «белково-

подобная» часть этого сырья не используется. Таким образом, люди с аллергией на эти вещества могут покупать специальные пасхальные продукты у агентств, которые не разрешают производные китнос. Относительно «кошеризации оборудования»: раввины-инспекторы обычно очень строго относятся к очистке запрещенного зерна (пшеница, рожь, овес, ячмень и полба), в результате чего в нем почти не присутствуют возможные аллергены, но могут не быть так же строги к расширенному запрещению.

Потребители не должны считать, что наличие маркировки кошерности гарантирует отсутствие следовых количеств ингредиентов, на которые у них аллергия. Насколько полно может быть заблокирована линия по производству молочных продуктов? Мойка, по всей видимости, должна производиться за пределами любой блокировки, существующей для предупреждения попадания молочных белков и гарантии отсутствия перекрестного обсеменения. В настоящее время то, что может быть принято как кошерное, может не отвечать требованиям аллергиков. Например, проблемы может вызвать присутствие пыли сухого молока в воздухе. Компания может рассмотреть вопрос о размещении специальной маркировки на кошерном парев шоколаде, выработанном на линии, производящей также молочные продукты, подтверждающей его статус парев, но при этом не гарантирует отсутствие молочных аллергенов для людей с сильно выраженной аллергией. Кроме того, можно также проверить шоколад, используя один из современных тестов на антитела или подобный ему. Например, на обычных конфетах *M&M* указано, что они содержат «арахис» для того, чтобы люди с аллергией на арахис обратили на это внимание. Маркировка остается даже в том случае, если в продукте не используется арахис, поскольку обычное оборудование (хотя и проводится мойка его между партиями) применяется для производства обоих продуктов.

16.8. Кошерная домашняя птица

В главах 3 и 4 описана обычная технология переработки птицы. Данный раздел освещает основные отличия в переработке птицы для использования в кошерной пище.

Кошерная домашняя птица для убоя, так же, как и обычная, может либо поставаться по контракту (это подразумевает, что перерабатывающая компания имеет возможность контролировать заготовку), либо может быть закуплена на рынке, в этом случае компания не может контролировать птицу перед переработкой.

В первом случае существуют две важные проблемы. Первая из них — инъекции. Птица может получать инъекции, но это должно быть выполнено таким способом, чтобы раввины не классифицировали инъекции как «укол», который препятствовал бы выживанию животного в течение года. Следует помнить, что это нормы раввинов и о них нельзя думать с точки зрения современных научных суждений. Особое беспокойство вызывают инъекции в область шеи, например, применяемые для введения гормонов. Таким образом, хотя это и не требуется религией, многие производители кошерной продукции склонны отказываться от использования инъекций гормонов или антибиотиков.

Вторая проблема, связанная с живой птицей — откорм. Интересно, что обеспокоенность вызывают два вопроса — корма, содержащие молоко и мясо, но не те компоненты, которые считаются некошерными, или относящиеся к группе «выпеченных» хомец. В последнем случае проблема касается переработки домашней птицы в течение четырех дней Еврейской пасхи.

Используются цыплята в возрасте примерно от 60 до 63 дней (немного старше, чем некошерная домашняя птица). Птица содержится в специальных ящиках до того момента, когда помощник вынимает их для убоя. Каждый «шохет» имеет помощника, который держит и направляет птицу для убоя. Для рассечения трахеи, пищевода и сонных артерий шохет использует очень острый нож, называемый «халеф». Затем шохет осматривает птицу, чтобы проверить, что рассечение было произведено должным образом. Другой помощник затем навешивает птицу. Особые шохетим ответственны за проверку ножей и их правку. Если на каком-либо ноже обнаруживаются «засубрины», то все птицы, забитые в период после предыдущего осмотра ножа, объявляются некошерными. Для обеспечения нормальной скорости конвейера, которая ниже, чем на многих обычных предприятиях, убой осуществляет группа из семи шохет. Шохет работают один час, а затем один час отдыхают. Перед убоем («шехтом») шохет читает молитву, прося о прощении. Шохет должен быть набожным, соблюдающим обеты евреев, он должен пройти испытание как на знание религиозных требований шехта, так и на его практические навыки правильно выполнять работу. Деятельность индивидуального шохета не отслеживается, чтобы не оказывать на него какого-либо давления и не устанавливать для него определенного темпа работы.

Кровь птиц собирается и смешивается с древесными опилками для того, чтобы возратить ее «в прах земли». Таким образом, переработка крови невозможна.

Процесс удаления перьев проходит в холодной воде. Обычная процедура, при которой используется горячая вода, могла бы «сварить» птицу, и поэтому не разрешена. Обмывание холодной водой действует лучше, если вода очень холодная, поэтому в нее часто добавляется лед. Процесс обработки холодной водой затрудняет последующее удаление оперения, поэтому выводят особую породу птицы с более толстой кожей, чтобы при ощипывании происходило меньше разрывов. Все машины для снятия оперения работают в холодной воде. Вообще, при кошерной переработке требуется намного больше устройств для снятия оперения, чем при обычной. После удаления пера птица проходит опалку, а затем тщательно проверяется на наличие пеньков. В большинстве случаев на таких операциях занято большее количество людей, чем при обычной обработке.

Основной процесс переработки подобен производству некошерной продукции. Однако раввины должны определять содержание хлора в воде, используемой для мойки оборудования. Оно должно быть ниже, чем при производстве некошерных продуктов.

На определенном этапе, перед экспертизой государственными инспекторами или после нее, бодек (инспекторы комплекта внутренностей) полностью осматривают все части птицы. Внутренности осматриваются для гарантии того, что каждая птица является здоровой и кошерной. Бодек особенно внимательно осматривает кишечник на наличие особого пятна роста, при наличии которого требуется дальнейшая

экспертиза. Это обычно осуществляется вне конвейера другим боек. Этот потенциальный дефект особенно распространен у более молодых птиц, т.е., кур корниш (корнуэльской породы).

Птицы, которые получили зеленую метку (требуют обработки вне конвейера) на некошерном предприятии, просто выбраковываются, поскольку наличие оборудования для повторной переработки представляет проблему для соблюдения кашрута, так как содержание хлора, установленное для повторной переработки, выше разрешенного раввинами.

После проведения экспертизы производится дополнительный надрез на шее (горле), а также удаляются концы крыльев. Ножевые насечки на шеях цыплят осуществляются специальным ножом с тремя лезвиями, птица остается на конвейере для дальнейшего обескровливания.

Следующий шаг заключается в установке «пломб» (металлических бирок) для обозначения кошерной птицы. Они обычно размещаются на крыльях, хотя с увеличением количества птицы, разделанных на части, эти отметки стараются разместить также и на других частях. Следует не забывать удалять эти бирки перед погружением в панировку и обработкой дома или по крайней мере проверять перед тем, как съесть кошерную птицу, нет ли на ней бирки или пломбы.

Эти бирки могут быть удалены, а иногда отрываются и падают, что приводит к переходу птицы в статус некошерной. Вызывает беспокойство возможность попадания этих бирок в недобросовестные руки, поскольку они могут придать некошерной птице статус кошерной. Компании, производящие эти бирки, должны помнить, что давать бирки кошерной или хагал продукции в качестве образцов неправильно. Существует потребность в пломбах, которые бы проще фиксировались, лучше держались и труднее удалялись.

Птицу, которая считается «трефа» (некошерной), но прошедшую государственный инспекционный контроль, помещают на специальный рабочий стол, где на крылья надевают черные пломбы. Эти птицы не кошерные и их можно продавать. Осуществление контроля использования пломб как кошерных, так и не кошерных, является частью программы, согласно которой раввины могут гарантировать надлежащее разделение птицы.

Далее птица поступает на предварительное охлаждение продолжительностью не менее 30 мин. Затем птица направляется на пункт посола, где применяется кошерная соль для посола внешней и внутренней поверхностей тушки. После этой обработки птиц навешивают на специальных стойках для стекания. Отмечается время загрузки всей стойки; до снятия птицы должен пройти час. При снятии птицу трижды орошают холодной проточной водой с использованием душа, затем птица поступает в емкость охлаждения.

Пищевые субпродукты, кроме печени, обрабатывают таким же образом, но используется оборудование меньших размеров. Печень помещают в специальные емкости с хорошими дренажными отверстиями, затем направляют на охлаждение. Перед помещением печени обратно в тушку ее упаковывают в специальные пакеты. На пакетах размещаются необходимые кошерные инструкции для заказчика. Печень нужно жарить, используя специальные инструменты, предназначенные для этой

цели, прежде чем будет разрешено использовать ее как кошерную. Из-за высокого содержания крови печень не может быть подвергнута кошеризации путем использования соли.

Прошедшие все этапы процесса птицы могут быть упакованы в лед в специальные ящики и также запечатаны пломбами. Продукты для универсамов обычно помещаются в герметичные упаковки, чтобы кошерного мяса не коснулось «некошерное», даже если случайно они будут находиться рядом в универсаме.

Для того чтобы предприятие по производству кошерной пищи функционировало, необходимо дополнительное количество инспекторов по соблюдению кошрута, чтобы наблюдать за процессом на кошерном предприятии. Кроме того, поскольку предприятия могут быть расположены достаточно далеко, необходимо предусмотреть на месте наличие возможности для размещения и питания (строго кошерных) и прочие условия для обеспечения религиозных потребностей религиозного персонала (например, молитвы три раза в день). Должен быть разработан график работы на предприятии для того, чтобы верующий персонал мог вернуться домой к субботе (каждую пятницу) и к другим религиозным праздникам. Очевидно, что кошерная пища не будет производиться во время еврейских религиозных праздников.

16.9. Домашняя птица халал

Для промышленной переработки домашняя птица обычно приобретается на птицефермах, которые выращивают цыплят специально для этой цели, а кур и петухов допускается закупать на птицефермах, выращивающих птиц для производства яиц, в тех случаях, когда производительность несушек становится ниже определенного уровня. Для продукции халал могут быть использованы цыплята любого размера, возраста и породы в зависимости от конечного продукта. Куры и петухи используются при высокотемпературной обработке, а именно консервировании, варке или даже обезвоживании для добавления в супы и другие сухие смеси. На Ближнем Востоке предпочтительны птицы меньших размеров и более молодые, чем те, которые есть в универсамов США, поскольку они используются для жарки в гриль-барах. В кормах для птицы нежелательно использовать побочные продукты животного происхождения или другие вещества, что является общей практикой на Западе. Некоторые халал скотобойни используют комплексный подход, например, выращивание птицы для себя на чистых кормах, но большинство переработчиков халал сырья не оказывают никакого влияния на процессы, связанные с откормом. Мусульманские оптово-розничные фирмы предпочитают цыплят на свободном откорме, без использования в кормах побочных продуктов животного происхождения. Однако эти птицы достаточно большие и лучше их использовать для разделки на мелкие куски или отдельные части. Использование гормонов в кормах для несушек или мясных цыплят нежелательно.

16.10. Методы убоя

Традиционный метод убоя в исламе состоит в том, чтобы перерезать горло, рассекая как минимум сонные артерии, яремные вены и пищевод, без отделения головы. Это должно быть выполнено мусульманином, здоровым физически и душевно, с произнесением имени Бога. Чтобы выполнять процесс убоя должным образом, может понадобиться группа от трех до семи мусульман-бойцов на каждую линию на полный рабочий день; однако для непродолжительного убоя халал на линии для убоя вручную можно использовать только трех людей. При этом произносится общая молитва *Bismillahi Allahu Akbar*, что означает: «во имя Аллаха, Аллах велик». Убой вручную все еще предпочитается всеми мусульманами и достаточно широко используется в мусульманских странах и там, где мусульмане управляют скотобойнями. Механический или машинный убой птицы, который первоначально был внедрен в западных странах, начинают принимать и среди мусульман. Почти все страны, которые импортируют птицу, приемлют машинный убой птицы. Метод машинного убоя, разработанный Исламским Советом по продовольствию и питанию США и одобренный или принятый мусульманскими странами, отличается от машинного метода убоя, применяемого в промышленности, следующим:

- Мусульманин включает оборудование, произнося имя Бога.
- Один рабочий-мусульманин на бойне встает после машины, чтобы сделать надрез на шее, если машина пропускает птицу или если надрез недостаточен для надлежащего обескровливания. В промышленной технологии переработки птицы обычно машинный брак от ненадлежащего разреза составляет от 5 до 10 % птиц. Мусульманин должен обработать этих птиц.
- Высота ножей должна быть отрегулирована таким образом, чтобы делать разрез на шее, сразу под головой, а не поперек головы или на груди. Для выполнения этого требования птицы должны быть по возможности одного размера.
- Вращающийся нож должен перерезать по крайней мере три прохода в шее. Зачастую это требование сложно выполнить с использованием одного ножа; следовательно, при таких обстоятельствах может потребоваться нож с двойным лезвием.
- Любые птицы, шея которых не перерезана должным образом, могут быть отмечены рабочим-мусульманином или инспектором на бойне, как не-халал.
- Для выполнения вышеупомянутых требований могут понадобиться два бойца, в зависимости от скорости конвейера и эффективности операции.
- Машина должна быть остановлена во время перерывов и должна быть перезапущена, используя вышеупомянутую процедуру.

Птицы должны быть полностью мертвы перед поступлением на шпарку. Условия для снятия оперения, например, температура воды, содержание хлора и т. д. для переработки халал такие же, что и для традиционного процесса переработки птицы. Однако на птицеперерабатывающих предприятиях, где перерабатывается как халал, так и обычная птица, птица халал должна быть полностью отделена от обычной при снятии оперения, охлаждении, потрошении, обработке и хранении. Контейнеры с продукцией халал должны иметь маркировку халал с соответствующими кодами и

обозначениями, поставленную хагал инспектором. Свидетельство хагал, выданное хагал инспектором, отвечающим за объект, должно сопровождать обработанные продукты хагал при их транспортировке на другое предприятие для дальнейшей переработки. Дальнейшая обработка, например, посол, панировка и применение жидкой панировки или покрытий, также должна выполняться под надзором квалифицированного хагал инспектора на полностью очищенном оборудовании. Немясные ингредиенты, а именно специи, пряности и панировки, должны быть одобрены как хагал.

Поскольку для хагал не требуется солить и вымачивать птицу погружением, мясо имеет такие же характеристики, как и обычный промышленный продукт. Качество мяса хагал, как правило, выше в связи с полнотой обескровливания и тем, что хагал птицы обычно более спокойны и менее подвержены стрессу.

В отличие от кошерной обработки, хагал инспекторы не проходят специального обучения и не пытаются осматривать внутренние органы на наличие болезней или любых отклонений. Это считается обязанностью государственных инспекторов.

В разных странах для отметки используются металлические или пластмассовые бирки вокруг шеи или на крыльях. Это становится все сложнее осуществлять, потому что все больше продуктов продается в виде кусков или частей. В странах, где все производство является хагал, бирки обычно не используются. В некоторых регионах, например в Китае, предпочитают оставлять голову на тушке, чтобы позже мясник или заказчик удалил ее. В странах, где осуществляется убой по китайской технологии, заказчик может легко отличить хагал птицу от обычной. В Северной Америке, где голова и шея удаляются в процессе обработки и разделки, появляется практика оставлять голову и шею на тушке для того, чтобы отличить хагал от птиц, забиваемых по обычной технологии с применением машин. Для нормального функционирования предприятия, полностью или частично производящего хагал-продукцию, важно учесть несколько других соображений относительно персонала. Усиленно рекомендуется предоставление условий для молящихся каждый день и по пятницам. Было бы благоразумно предоставить место для молящихся в отдельной чистой комнате. Рабочие-мусульмане должны также иметь выходные во время религиозных праздников.

Выводы

Важную роль при производстве птицы для ряда рынков играют религиозные и другие культурные традиции. Хотя рынок такой продукции в большинстве районов США не очень широк, имеются некоторые области, где эти традиции являются существенными, а также некоторые страны, в которых эти действия являются законом. В дополнение к внутреннему рынку, компании, экспортирующие продукцию, должны обращать особое внимание на законы религиозной культуры и практику, принятую в странах, куда они экспортируют товар.

Литература

1. Grunfeld, I. *The Jewish Dietary Laws* — London: Soncino Press, 1972. — P. 11.
2. Regenstein, J.M. Health aspects of kosher foods // *Act. Rep. Min. Work Groups Sub-Work Groups Res. Dev. Assoc.*, 1994, 46(1), 77.

3. Hertz, J.H. *Pentateuch and Haftorahs* — London: Soncino Press, 1973.
4. Al-Quaradawi, Y. *The Lawful and the Prohibited in Islam* — Beirut, Lebanon: The Holy Koran Publishing House, 1984.
5. Awan, J.A. *Islamic food laws—I. Philosophy of the Prohibition of Unlawful foods. Science and Technology in the Islamic World* — 1984.
6. Hussanini, M.M., Sakr, A. H. *Islamic Dietary Laws and Practices* — Bedford Park, IL: Islamic Food and Nutrition Council of America, 1983.
7. Sakr, A.H. *Pork: Possible Reasons for its Prohibition* — Lombard, IL: Foundation for Islamic Knowledge, 1991.
8. Al-Quaderi, Syed J.M. *Personal communication* — Chicago, IL: Islamic Food and Nutrition Council of America, 1999.
9. Berman, M.A. Kosher fraud statutes and the establishment clause: are they kosher? // *Columbia J. Law and Social Prob.*, 1992, 26(1), 1.
10. Barghout V., Bureau of Kosher Meat and Food Control, U. S. App. LEXIS 27707, 1995.

Дополнительная литература

- Chaudry, M. M. Islamic Food Laws: Philosophical Basis and Practical Implications // *Food Technol.*, 1992, 46(10), 92.
- Chaudry, M. M., Regenstein, J. M. Implications of Biotechnology and Genetic Engineering for Kosher and Halal Foods // *Trends FoodSci. Technol.*, 1994, 5, 165.
- Ratzersdorfer, M., Regenstein, J. M., Letson, L. M., 1988. Appendix 5: Poultry plant visits // *A Shopping Guide for the Kosher Consumer* / J.M. Regenstein, C.E. Regenstein, L.M. Letson, eds. — Governor, State of New York: Mario Cuomo.
- Regenstein, J. M., Regenstein, C. E. An Introduction to the Kosher (Dietary) Laws for Food Scientists and Food Processors // *Food Technol.*, 1979, 33(1), 89.
- Regenstein, J. M., Regenstein, C. E. The Kosher Dietary Laws and their Implementation in the Food Industry // *Food Technol.*, 1988, 42(6), 86.

17. Подготовка воды и сточные воды

Уильям К. Мерка

Введение

Целью данного раздела не является описание оборудования и операций в системах предварительной и окончательной очистки сточных вод. Существует огромное количество проектных фирм и производителей оборудования, которые могут спроектировать и установить системы очистки воды, отвечающие всем экологическим требованиям. Здесь предоставлена необходимая вспомогательная информация, которая поможет производителям значительно повысить рентабельность предприятия путем использования показателей потока сточных вод как источника информации об эффективности работы предприятий первичной и глубокой переработки птицы.

17.1. Аналитический контроль сточных вод

17.1.1. Биохимическое потребление кислорода (БПК)

Биохимическое потребление кислорода определяется как количество кислорода, потребляемого микроорганизмами в процессе разложения ими органических веществ сточной воды. Выполнение измерений по этой методике занимает пять дней. Кислород плохо растворим в воде — в 1 л воды может раствориться лишь около 8 мг кислорода. В сточных водах птицеперерабатывающих предприятий содержание органических веществ в 300-500 раз превышает то количество, которое может быть микробиологически разложено с использованием кислорода, имеющегося в этих сточных водах. Следовательно, при попадании сточных вод в водоем микробы быстро используют растворенный в ней кислород, и обитатели водоема, которым необходим кислород, погибают.

Пример расчета:

БПК рассчитывается как разность между содержанием растворенного кислорода (РК) перед началом анализа (0-й день) и содержанием растворенного кислорода через 5 дней разложения:

$$\begin{aligned}
 PK_0 - PK_5 &= БПК_5; \\
 8 \text{ мг/дм}^3 - 5 \text{ мг/дм}^3 &= 3 \text{ мг/дм}^3; \\
 (PK_0 - PK_5) \times \text{коэффициент разбавления} \\
 (8 \text{ мг/дм}^3 - 5 \text{ мг/дм}^3) \times 1:500 &= 1500 \text{ мг } O_2/\text{дм}^3 = БПК_5.
 \end{aligned}$$

Этот расчет показывает, что для разложения органических веществ, содержащихся в 1 дм³ образца, микроорганизмам требуется 1500 мг кислорода. Значение ВПК, соответствует сбросу в сточные воды вдвое большего количества продукта, т. е. в данном случае с каждым литром сточных вод теряется 4,5 г продукта.

17.1.2. Химическое потребление кислорода (ХПК)

Химическое потребление кислорода измеряется как количество органических веществ в сточной воде, определяемое путем их окисления бихроматом по переходу оранжевого бихромат-иона в зеленый ион хрома в процессе высокотемпературного кислотного разложения пробы. Этот метод требует только двух часов вместо пяти дней при определении БПК. Значения ХПК хорошо коррелируют с БПК, при этом для сточных вод птицеперерабатывающих предприятий ХПК примерно в два раза превышает БПК.

17.1.3. Взвешенные вещества (ВВ)

Показатель «взвешенные вещества» представляет собой концентрацию твердых частиц в сточной воде и определяется путем фильтрования заданного объема сточной воды через стандартный предварительно взвешенный фильтр из стекловолокна. Затем фильтр высушивают при 103 °С и по разнице масс исходного и высушенного фильтра вычисляют значение ВВ.

Пример расчета:

$$\begin{aligned}
 &\frac{\text{Масса высушенного фильтра} - \text{Масса исходного фильтра}}{\text{Объем, см}^3} \times 1\,000\,000 = \text{ВВ, мг/дм}^3; \\
 &\frac{0,3000 \text{ г} - 0,2500 \text{ г}}{100 \text{ см}^3} \times 1\,000\,000 = 500 \text{ мг/дм}^3 = \text{ВВ}.
 \end{aligned}$$

17.1.4. Сухой остаток (СО)

Сухой остаток — показатель, характеризующий общее количество органического и неорганического продукта, сбрасываемого в сточные воды. Сухой остаток определяют путем внесения определенного объема сточной воды в предварительно взвешенный тигель и его высушивания до постоянной массы. Увеличение массы тигля представляет собой сухой остаток.

Пример расчета:

$$\begin{aligned}
 &\frac{\text{Масса тигля с высушенным образцом} - \text{Масса сухого тигля}}{\text{Объем, см}^3} \times 1\,000\,000 = \text{СО мг/дм}^3; \\
 &\frac{67,0770 \text{ г} - 67,0000 \text{ г}}{100 \text{ см}^3} \times 1\,000\,000 = 770 \text{ мг/дм}^3 = \text{СО}.
 \end{aligned}$$

17.1.5. Прокаленный остаток (ПО)

Прокаленный остаток характеризует содержание минеральных веществ в сточных водах. Этот показатель определяют путем озоления в тигле пробы, полученной после определения общего сухого остатка. При 550°С органические вещества выгорают и остаются только минеральные вещества.

Пример расчета:

$$\frac{\text{Масса тигля после озоления} - \text{Масса тигля}}{\text{Объем сточной воды, см}^3} \times 1\,000\,000 = \text{ПО, мг/дм}^3$$

$$\frac{67,0220 \text{ г} - 67,000 \text{ г}}{100 \text{ см}^3} \times 1\,000\,000 = 220 \text{ мг/дм}^3 = \text{ПО}.$$

17.1.6. Летучие вещества (ЛВ)

Общие летучие вещества характеризуют содержание органических веществ в образце сточной воды. Этот показатель рассчитывается путем вычитания прокаленного остатка (ПО) от сухого остатка (СО).

Пример расчета:

$$\text{СО мг/дм}^3 - \text{ПО мг/дм}^3 = \text{ЛВ мг/дм}^3$$

$$770 - 220 = 550 \text{ мг/дм}^3.$$

17.1.7. Жиры, масла и смазочные материалы (ЖМС)

Содержание жира, масла и смазочных материалов определяется экстрагированием ЖМС из сточной воды органическим растворителем. Органический растворитель, содержащий экстрагированные ЖМС, отделяется от сточной воды и переносится в предварительно высушенный химический стакан. Смесь растворителя с ЖМС нагревается до полного испарения растворителя, после чего в стакане остается только ЖМС.

Пример расчета:

$$\frac{\text{Масса стакана с остатком ЖМС} - \text{масса стакана}}{\text{Объем сточной воды, см}^3} \times 1\,000\,000 = \text{ЖМС, мг/дм}^3;$$

$$\frac{45,0250 \text{ г} - 45,0000 \text{ г}}{1000 \text{ см}^3} \times 1\,000\,000 = 250 \text{ мг/дм}^3 = \text{ЖМС}.$$

17.1.8. Общий азот по Кьельдалю (ОАК)

Общий азот по Кьельдалю определяется путем превращения органического азота, содержащегося в сточной воде, в аммиак путем кислотной минерализации и отгонки. Концентрация азота рассчитывается по содержанию аммиака, поглощенного после отгонки. Данный показатель используется при проектировании установок биологической очистки сточных вод. Он также может использоваться для расчета количества продукта, теряемого со сточными водами — пересчет с содержания общего азота на количество мяса производится с учетом того, что 1 г общего азота соответствует примерно 31 г мяса.

17.2. Очистка сточных вод

До принятия Закона о чистой воде в 1972 г. в США уделялось мало внимания как стоимости использованной воды, так и влиянию сточных вод птицеперерабатывающих предприятий на окружающую среду. Предприятия сбрасывали неочищенные стоки в муниципальную канализацию, а в ряде случаев — непосредственно в реки. Некоторые производители ошибочно считали, что питательные вещества, попадающие в реки, увеличивают улов рыбы. Эти предположения были признаны неверными, так как было установлено, что расход кислорода, необходимого для разложения биологических сточных сбросов, в действительности снижает выживаемость водной фауны. С введением в силу Закона о чистой воде от 1972 г. переработчики птицы уже не могли продолжать эту практику без привлечения их к гражданской и уголовной ответственности. Аналогичные требования по улучшению качества сточных вод, сбрасываемых в реки, предъявлялись муниципальным организациям. Общими требованиями к сточным водам, сбрасываемым в реки, были следующие: показатели БПК и ВВ ниже 20 мг/дм^3 , концентрация растворенного кислорода выше $4,0 \text{ мг/дм}^3$. Сточные воды птицеперерабатывающих предприятий, сбрасываемые непосредственно в реки, должны были удовлетворять этим же требованиям.

В соответствии с более строгими требованиями к сбросам муниципальные органы потребовали снижения концентрации органических веществ в сточных водах предприятий перед их сбросом в муниципальную канализационную сеть до уровня бытовых стоков (250 мг/дм^3 БПК, 200 мг/дм^3 ВВ, 100 мг/дм^3 ЖМС, pH в интервале от 5 до 10). В целях соответствия этим требованиям на предприятиях были установлены вторичные фильтры различной конфигурации и системы физико-химической предварительной очистки. Популярным способом достижения муниципальных требований к сбросам стало применение химических флокуляционно-аэрационных флотационных систем, известных как устройства для напорной флотации, использующие растворенный воздух. Напорная флотация — способ удаления взвешенных веществ из сточных вод. В воду добавляют флокулянт для образования хлопьев или агрегатов из взвешенных веществ. Затем в воду подается под большим давлением воздух. Образовавшиеся хлопья адсорбируются на поверхности крошечных пузырьков, всплывают на поверхность и отделяются от воды. Хотя этот метод очень эффективен для предварительной очистки стоков, образующиеся в результате обработки органические вещества привели к возникновению серьезных технических проблем. Отделенная от воды масса, состоящая из этих веществ, быстро разлагается благодаря высокому содержанию воздуха и бактерий в ней. Полученные при флотации вещества с трудом поддаются обработке, обычно из них получается продукция низкого качества. Другим способом утилизации отходов, приемлемым для промышленных предприятий, является использование сточных вод для орошения полей, чтобы растительность смогла переработать питательные вещества и воду, сбрасываемые перерабатывающим предприятием. Площадь земельного участка, необходимая для использования этого безотходного способа очистки сточных вод, зависит от объема жидкости и количества азота, вносимых на орошаемые поля.

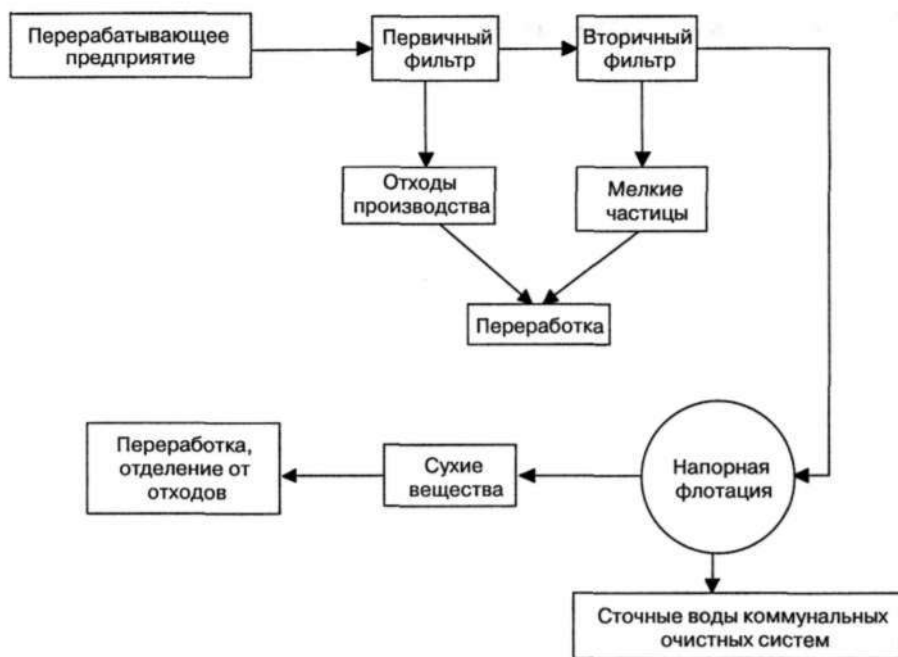


Рис. 17.1. Сброс отходов перерабатывающего предприятия в коммунальные очистные системы

На рис. 17.1-17.3 показаны три основные схемы очистки сточных вод. На любом перерабатывающем предприятии могут использоваться комбинации этих трех схем. Сначала переработчики игнорировали новые более строгие требования, пока не столкнулись с необходимостью платить большие штрафы и пени и, кроме этого, с уголовной ответственностью при нарушении этих требований. Для того чтобы избежать судебного преследования, перерабатывающие птицу предприятия заключили контракты с конструкторскими фирмами для проектирования участков очистки сточных вод, деятельность которых позволила бы соблюдать муниципальные требования к сбросам, требования к использованию земли и сбросам в реки. Средняя концентрация загрязнителей в сточных водах птицеперерабатывающих предприятий приведена в табл. 17.1.

За последние 25 лет конструкторские фирмы, занимающиеся защитой окружающей среды, приобрели большой опыт в очистке сточных вод после переработки птицы, и предприятия в состоянии соблюдать требования к охране окружающей среды при сбросах. Для контроля соблюдения этих требований на предприятиях необходимо периодически отбирать пробы своих стоков. Однако лишь немногие предприятия проводят анализ еще не очищенных сточных вод, образующихся на выходе линий по обработке или глубокой переработке птицы, для определения количества продукта, теряемого со сточными водами. Рентабельность предприятия может быть повышена путем выявления этапов и процессов, при которых происходит избыточный сброс воды и продукта в стоки, коррекции параметров процесса и устранения



Рис. 17.2. Сброс отходов перерабатывающего предприятия в реку

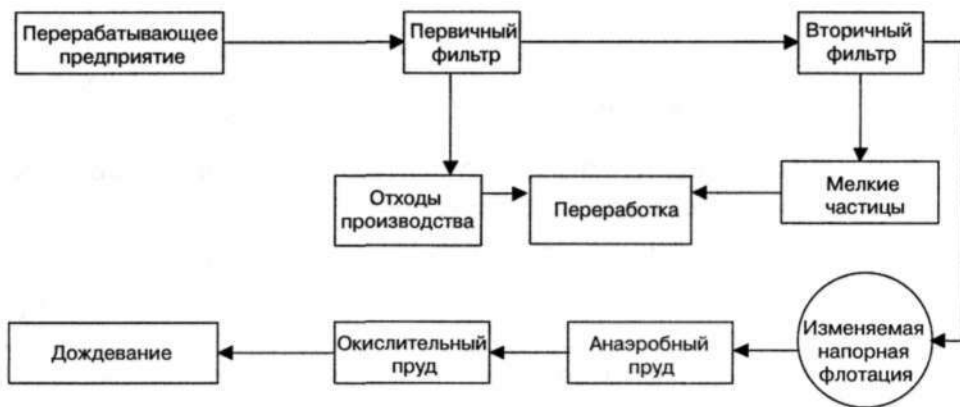


Рис. 17.3. Использование отходов перерабатывающего предприятия для орошения полей

этих непроизводительных потерь. Ужесточение требований Закона о чистой воде от 1972 г. привело к увеличению стоимости воды и сточных вод примерно с $\$0,87/\text{м}^3$ перед введением в действие этого закона до средней цены около $\$1,30/\text{м}^3$ в 2000 г. Более строгие экологические требования стали причиной быстрого роста стоимости воды и затрат на обработку сточных вод в течение последней четверти века. При стоимости $\$1,30/\text{м}^3$ увеличение расхода воды на одну тушку на $0,5 \text{ дм}^3$ увеличивает стоимость переработанной птицы на 0,7 центов. Следовательно, внимательное

Таблица 17.1. Средние концентрации загрязнителей в сточных водах предприятия, перерабатывающего бройлеров

Биохимическое потребление кислорода (БПК), мг O_2 /дм ³	Химическое потребление кислорода (ХПК), мг O_2 /дм ³	Взвешенные вещества (ВВ), мг/дм ³	Летучие вещества (ЛВ), мг/дм ³	Жир, масло, смазочные материалы (ЖМС), мг/дм ³	Общий азот по Кьельдалю (ОАК), мг/дм ³
2200	3770	1440	1765	715	130

Источник: Мерка W.C., *Broiler Ind.*, 1989, 52:11.

отношение к эффективности использования воды и сточных вод может значительно повысить прибыльность перерабатывающего предприятия. В 2000 г. предприятия по переработке бройлеров имели благоприятную возможность уменьшить производственные расходы на охрану окружающей среды на 200–250 млн долларов в год путем выявления и коррекции работы малоэффективных участков с помощью отбора проб образующихся сточных вод.

17.3. Эффективность использования технологической воды и сточных вод

Для достижения максимальной эффективности использования воды и минимальных потерь продукта на предприятиях следует осуществлять контроль использования воды и сточных вод и выявлять процессы и технологические этапы, на которых происходит избыточное потребление воды и избыточные потери продукта в стоки.

17.3.1. Проведение водного аудита — измерение общего объема стоков предприятия

Для выявления технологических этапов и операций, при которых происходит избыточный сброс воды в стоки, общий поток должен проходить через специальный водовод или мерный водослив, позволяющий постоянно измерять поток воды. Наиболее распространенным основным устройством для измерения потока является расходомер *Parshellwim* «//». Эти устройства позволяют точно отслеживать объем сбросов предприятия. Имеющиеся на рынке измерители потока могут быть запрограммированы для получения отчета о количестве проходящей через эти устройства сточной воды в любой последовательности, какую посчитают нужной на предприятии. Ценность этих измерений состоит не только в определении общего объема сброса сточных вод, но и в определении колебаний в потреблении воды.

Пример. Колебания в потреблении воды определяли разделением общего суточного сброса сточных вод предприятия по переработке бройлеров на первую перерабатывающую смену, вторую перерабатывающую смену и на смену санитарной обработки. Сброс сточных вод в течение обеих перерабатывающих смен был пример-

но постоянным. Однако сброс сточных вод за санитарную смену мог варьироваться от 750 до 1500 м³ в день. Эти колебания не имеют определенной закономерности и зависят, например, от необходимости освободить и очистить чиллер, от дня недели, от количества переработанной птицы и т. д. Дополнительные 750 м³ за санитарную смену обходятся компании в дополнительные 1000\$ в день, и это больше, чем оплата рабочей силы, занятой санитарной обработкой в течение смены.

Пример. Непрерывные измерения сброса воды перерабатывающего предприятия показали, что средняя скорость сброса предприятия в процессе переработки равна примерно 4 м³/мин; однако может колебаться от 3 до 5 м³/мин в течение перерабатываемой смены. Эффективность очистки с использованием напорной флотации зависит от постоянства скорости потока, поскольку концентрация добавляемого флокулянта остается постоянной. Изменение скорости потока на 50% может вызвать отклонения от федеральных требований к качеству воды при очистке с помощью напорной флотации. Потребители больших объемов воды, такие как предприятия по убою птицы, могут существенно снизить затраты на воду даже при незначительном снижении ее потребления.

Пример. Предприятие, перерабатывающее 1 250 000 птиц в неделю и оплачивающее воду из расчета \$ 1,30/м³, при снижении потребления воды на 0,5 дм³ в расчете на 1 птицу может уменьшить свои ежегодные расходы на \$455 000. Даже компании, использующие малые объемы воды, могут стать более прибыльными в результате изучения картины потребления воды и разработки способов снижения ее потребления. Так, в компании, потребляющей на обработку и упаковку целых яиц от 40 до 45 м³ воды в день, обнаружили, что они платили \$13 000 в год за воду, которая использовалась для полива лужайки площадью 20 соток перед фасадом.

17.3.2. Мониторинг потребления воды на разных технологических операциях

Расходомеры могут быть установлены в наиболее важных местах предприятия для установления расхода воды на различных технологических этапах и на различном оборудовании внутри предприятия. Установка расходомера для воды стоимостью \$250, помогающая снизить потребление воды стоимостью \$1,30/м³ на 40 дм³/мин, окупится за одну неделю.

Пример расчета:

$$\begin{aligned} 40 \text{ дм}^3/\text{мин} \times \$1,30/\text{м}^3 &= 5 \text{ центов}/\text{мин}; \\ 5 \text{ центов}/\text{мин} \times 60 \text{ мин}/\text{ч} \times 16 \text{ ч рабочий день} &= \$48 \text{ в день}; \\ \$48 / \text{день} \times 5 \text{ дней}/\text{нед.} &= \$240 / \text{нед.} \end{aligned}$$

17.3.3. Измерение времени заполнения заданного объема

Для оценки стоимости небольших потоков, таких как кран для мойки рук, распылительные форсунки, места утечки, струи из шлангов и т. д., можно использовать сосуд емкостью 20 дм³, размеченный делениями через 1 дм³ и секундомер. Для этого следует измерить время, необходимое для заполнения *определенного объема*, и *рассчитать* количество и стоимость потока.

Пример расчета:

Кран для мойки рук потребляет в минуту 6 дм³ воды стоимостью \$1,30/м³ в течение 16 ч/сут. Каковы ежегодные затраты?

$$0,006 \text{ м}^3 \times \$1,30/\text{м}^3 \times 60 \text{ мин/ч} \times 16 \text{ ч/день} \times 260 \text{ рабочих дней в году} = \$1947/\text{год}.$$

17.3.4. Повышение эффективности использования воды

Рациональное использование воды подразумевает эффективное использование рабочей силы. При появлении в штате работника, отвечающего за экономию воды на предприятии, он добился уменьшения расхода воды на 6,5 дм³ в расчете на одну птицу. При стоимости \$1,30/м³ затраты на воду и сточные воды были уменьшены на 350 000\$/год. За каждый час, потраченный этим работником на экономию воды, перерабатывающее предприятие получает экономию в размере \$100.

Пример расчета:

$$\$350\,000 \text{ экономии в год} - \$40\,000 \text{ в год на зарплату и оборудование} = 310\,000 \$ \text{ чистой экономии};$$

$$\$310\,000/\text{год} / 3000 \text{ ч рабочего времени в году} = \$103/\text{ч прибыли}.$$

17.3.5. Снижение количества отходов

Снижение количества отходов до минимума является вторым аспектом снижения затрат на охрану окружающей среды и повышения рентабельности. Наиболее значимой предпосылкой для уменьшения отходов являются высокие затраты, которые несет предприятие вследствие сброса в стоки слишком большого количества продукта. Основой для расчета потерь продукта является пересчет результатов анализа на массу сухого вещества продукта.

Пример расчета:

Предприятие при переработке 250 000 птиц, имеющих живую массу в среднем 2,5 кг, расходует 30 дм³ воды в расчете на одну птицу. Проба сточной воды, отобранная в течение 24 ч, содержала 3 000 мг/дм³ органических веществ (ОВ). Какая доля массы живой птицы была отправлена в сточные воды?

$$750\,000 \text{ дм}^3/\text{день} / 1\,000\,000 \times 3000 \text{ мг/дм}^3 \text{ ОВ} = 22\,500 \text{ кг птицы в пересчете на сухие вещества}.$$

Бройлеры содержат примерно 70% воды. Для перевода массы сухих веществ в живую массу необходимо разделить массу сухих веществ на 0,30:

$$22\,500 \text{ кг} / 0,3 = 75\,000 \text{ кг живой массы} — \text{находится в сточной воде};$$

$$75\,000 \text{ кг потерь со сточной водой} / 625\,000 \text{ кг переработанной живой массы} \times 100 = 12\%.$$

На предприятии по убою птицы эти 22 500 кг сухой массы образуются из малоценных продуктов, таких как кровь, жир, внутренности и т. д., которые могут быть превращены в кормовую муку для домашних животных. Однако если эти вещества сбрасываются в составе стоков в муниципальную канализацию, то они могут быть превращены только в еще менее ценный продукт — шлам, получаемый после очистки напорной флотацией. При сбросе стоков в муниципальную канализацию из полученного шлама вырабатывается кормовая мука более низкого качества. При очистке

сточных вод с помощью биологической системы предприятие несет дополнительные затраты на обработку органических веществ и их перевод в экологически стабильную форму, зачастую эти затраты не покрываются даже утилизацией шлама, получаемого после напорной флотации.

- 25 т кормовой муки из птицы $\times \$400/\text{т} = \$10000$;
- 25 тонн птичьей муки из шлама $\times \$180/\text{т} = \$4500$;
- потерянная стоимость $= \$10\,000 - \$4500 = \$5500$ в день.

На предприятиях по глубокой переработке с помощью анализа потока сточных вод могут быть выявлены этапы и операции, при которых происходит сброс продукта в стоки. Экономическое воздействие потерь продукта в процессе глубокой переработки может быть более значительным, чем при операциях, связанных с убоем птицы, поскольку в этом случае теряются не малоценные продукты — кровь, потроха и перо, а более дорогостоящие, такие как мясо, жиры и мука.

Потерю продукта можно оценить с помощью пересчета результатов анализа:

- 1 г органических веществ в стоках образуется примерно из 3 г мяса;
- 1 г азота в стоках образуется из 31 г мяса.

Пример расчета:

Предприятие по глубокой переработке сбрасывает 950 м^3 сточной воды, содержащей 150 мг/дм^3 азота:

$$\frac{950\,000\text{ дм}^3\text{ стоков} \times 150\text{ мг/дм}^3\text{ азота}}{1\,000\,000} = 143\text{ кг азота.}$$

Мясо птицы, поступающее на предприятие по глубокой переработке, содержит белок, жир, воду и иногда кости. Единственным значительным источником азота является белок. Для пересчета азота в сухой белок массу азота надо умножить на коэффициент 6,25:

$$143\text{ кг азота} \times 6,25 = 894\text{ кг сухого белка.}$$

Поскольку мясо птицы содержит около 20% белка, то 143 кг азота в стоках соответствуют 4470 кг мяса птицы. При средней цене белого и темного мяса $\$2,75/\text{кг}$ такая потеря азота соответствует потере $\$12\,300$ в день.

Потери происходят на всех этапах технологического процесса, однако путем расчета потерь продукта со сточными водами и выявления их причин параметры процесса могут быть откорректированы, что позволит возратить и направить в продажу дополнительное количество продукта и тем самым повысить прибыль.

Пример. На предприятии по глубокой переработке, производящем мясо, жир и бульон из отбракованной племенной птицы, постоянно возникали сложности с соблюдением нормативов по сбросам в окружающую среду. Однако вместо расширения участка очистки сточных вод на этом предприятии избрали другой подход: уменьшение отходов до минимума в целях улучшения эффективности, благодаря чему было возвращено и направлено в продажу больше продукта и снижены потери ценных веществ со сточными водами. С помощью такого подхода удалось также добиться соблюдения большинства требований к сбросам в окружающую среду. Благодаря увеличению количества используемого продукта прибыль была увеличена более чем на $\$1$ млн в год.

Выводы

Предприятия по переработке птицы действуют в условиях повышенного внимания к проблемам окружающей среды и ужесточающихся нормативов по использованию воды и очистке сточных вод. Однако сточные воды перерабатывающего предприятия могут дать ценную информацию о потреблении воды и потерях продукта. Такая информация может помочь повысить степень использования продукта при одновременном уменьшении потребления воды и затрат на очистку сточных вод.

Для того чтобы увеличить прибыли с помощью анализа потока сточных вод, необходимо осуществить следующие четыре этапа:

1. Подготовить распоряжение со стороны руководства предприятия. В отсутствие такого распоряжения какое-либо повышение эффективности перерабатывающего предприятия или предприятия по глубокой переработке будет маловероятно.
2. Собрать данные для выявления стадий и процессов, на которых происходит сброс сточных вод и продукта.
3. На основе собранных данных поручить персоналу предприятия откорректировать параметры, снижающие эффективность.
4. Постоянно выполнять это распоряжение по повышению эффективности. Без постоянного контроля руководства, осуществляемого в течение достаточно длительного времени, не следует ожидать существенного повышения эффективности с помощью анализа потока сточной воды.

Дополнительная литература

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater / Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Franson, M.A. H., eds. — 19th ed. — Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 1995.

Rusten, B., Siljudalen, J.G., Wien, A., Eidem, D., Grabow, W.O. K., Dohmann, M., Haas, C., Hall, E. R., Lesouef, A., Orhon, D., Van der Vlies, A., Watanabe, Y., Milburn, A., Purdon, C.D., Nagle, P. T. Biological pretreatment of poultry processing wastewater // *Water Quality International-98, Part 4, Wastewater: Industrial Wastewater Treatment* — Oxford, UK: Elsevier Science, Ltd., 1998.

Walsh, J.L., Ross, C.C., Valentine, G.E. Food-processing waste // *Water Environment Research*, 1993, 65:6, 402.

Borup, M.B., Muchmore, D.R. Food-processing waste // *Water Environment Research*, 1992, 64:4, 413.

Borup, M.B., Ashcroft, C.T. Food-processing waste // *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 1991, 63:4, 445.

McComis, W T, Litchfield, J. H. Meat, Fish, and Poultry Processing Wastes // *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 1989, 61:6, 855.

Litchfield, J. H. Meat-, Fish-, and Poultry-Processing Wastes // *Journal of the Water Pollution Control Federation* (Literature Review issue), 1982, 54:6, 688.

18. Обеспечение качества и управление производственным процессом

Дуг П. Смит

Введение

Существует множество различных определений качества. Словари, эксперты по качеству и организации, контролирующие качество продукции, дают прекрасные, но слегка различающиеся определения этого термина и концепции. Применительно к переработке птицы и производства продукции из мяса птицы определение «качества» может быть следующим: чьи-либо ожидания и предположения относительно того, насколько приемлемым и желательным является определенный товар по данной цене. Качество изделия обычно оценивается количеством и видом дефектов или их отсутствием в сопоставлении с ценой продукта или воспринимаемой ценностью. Например, формованные рубленые полуфабрикаты в панировке для реализации на рынке эконом-класса по цене \$2/кг могут считаться продуктом хорошего качества, в то время как при цене \$6/кг большинство потребителей сочтут соотношение цены и качества неприемлемым для себя, и рубленые полуфабрикаты в панировке окажутся неконкурентоспособными при сравнении с цельномышечными полуфабрикатами или филе.

Последняя глава этой книги посвящена теме, которая, вероятно, наиболее важна и которой, тем не менее, на многих предприятиях зачастую уделяется недостаточно внимания. Во многих компаниях птицеперерабатывающей отрасли качеству продукции придается меньше значения, чем оно того требует. Однако именно качество позволяет производителям сохранить наиболее важную часть их деятельности: потребителя. Усилия компаний по улучшению качества своей продукции может ослабляться по ряду причин: затраты на содержание отдела контроля качества, возможная *потеря управленческого контроля вследствие требований* потребителей или нормативных документов, а также невозможность или нежелание выделять в балансе прибыли и убытков сумму экономии средств, полученных в результате деятельности отдела контроля качества. Птицеперерабатывающие компании уделяют все больше

внимания деятельности отделов качества по мере осознания важности сохранения своего потребителя и предотвращения возникновения проблем (особенно в связи с требованиями нормативных документов).

В данной главе кратко охвачены темы организационной структуры отделов качества, типы основных систем контроля качества, имеющихся в настоящее время, и основных задач отдела качества. Сейчас существуют две программы контроля качества, используемые в промышленности и позволяющие решать проблемы, связанные с качеством и стоящие перед промышленностью. Существует множество возможностей для решения вопросов, имеющих отношение к системам контроля качества и методам улучшения качества. Целью этой главы является предоставление базисных знаний об используемых в настоящее время системах качества, общей атмосфере, в которой работают эти системы качества, что должно создать реальное представление о деятельности отдела качества у его нового служащего (вне зависимости от занимаемой им этим отделом должности).

18.1. Структура отдела

В настоящее время на всех птицеперерабатывающих предприятиях имеется сотрудник или чаще группа сотрудников, составляющих отдел качества в той или иной форме, обычно называемый отделом контроля качества или гарантии качества. Перечень их задач обычно включает в себя такие разнообразные функции, как проверка входящего сырья, определение выхода, выполнение предписаний *НАССР* (регистрация температур термообработки и т. д.) и контроль деятельности персонала и работы оборудования в соответствии со стандартами качества. На небольшом производстве исполнять эти обязанности, включая контроль качества, может один человек. Большой комбинат может иметь в штате отдела качества больше ста человек. В каждой компании и даже на каждом предприятии, входящем в одну компанию, контроль качества организован и осуществляется различным образом.

Обычно на перерабатывающем предприятии имеется менеджер по контролю качества, ответственный на каждую смену (контролер); при большом ассортименте продукции — ответственный за каждую значимую стадию или операцию и один или нескольких служащих для выполнения повседневных обязанностей в течение смены (рис. 18.1). Глава отдела качества предприятия может отчетываться отделу качества корпорации, отделу сбыта или начальнику производства.

Каждый способ подачи отчета имеет свои преимущества и недостатки. Менеджер и некоторые контролеры обычно имеют высшее образование и являются профессионалами в области контроля качества, а остальные контролеры и большинство служащих либо переводятся в отдел качества с линий переработки, либо принимаются на работу целенаправленно. Как правило, служащие отбираются при помощи учитывающего особенности данного предприятия теста на знание основ математики и статистической обработки. В большинстве компаний предусмотрено дальнейшее обучение работников основным навыкам проведения испытаний пищевых продуктов и знакомство с требованиями безопасности. Некоторые компании разрабатывают программы, рассчитанные на длительный срок обучения, но большинство предусматривает

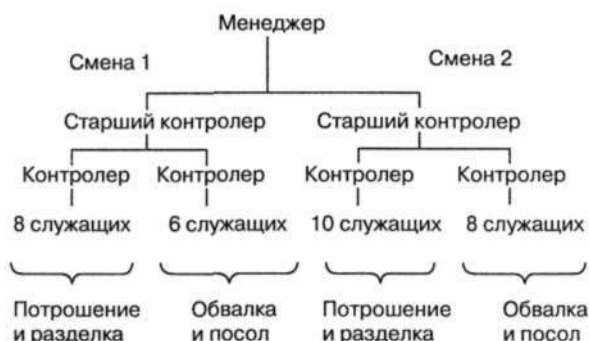
Пример А:**Пример Б:**

Рис. 18.1. Типичная организация отдела качества на небольшом (пример А) и крупном предприятии (пример Б)

краткосрочные курсы без отрыва от производства. В основном служащие отдела качества получают несколько более высокую оплату, чем их коллеги с производства.

Чаще всего работник отдела качества контролирует одну или более производственных систем или показателей, которые руководство предприятия считает важными. Обычно контролер выполняет измерения с определенной периодичностью, вручную ведет учет данных и сообщает о результатах как старшему контролеру, так и работникам на линии переработки. Новое программное обеспечение контроля качества, объединенное с карманными компьютерами, позволило нескольким компаниям автоматизировать сбор данных и отчетность. Правильное управление этой технологией повышает качество и скорость сбора данных и способствует сокращению штата отдела качества. Качество полученных данных имеет очень большое значение, поскольку случайная математическая ошибка на бумаге может привести к большим последствиям на следующий день, а в данных, поступающих в реальном режиме времени, собранных и обработанных компьютером, возможность ошибок гораздо меньше. Использование компьютеров позволяет быстро ставить в известность персонал предприятия о местонахождении и сущности проблемы. Количество служащих отдела качества на разных предприятиях сильно различается, но обычно составляет 2% от всего персонала предприятия.

18.2. Системы качества

На крупных перерабатывающих предприятиях с учетом требований потребителей и нормативных документов отделы качества обычно развиваются в большие, сложные структуры, связанные с внедрением систем отбора проб и инспекционного контроля. К различным продуктам могут предъявляться разные требования, но поскольку большинство изделий и весь технологический процесс находятся в одной общей среде, множество необходимых задач решаются при относительно небольшом количестве точек и этапов контроля. Например, операция обвалки позволяет получать

большой ассортимент различных изделий, но все они проходят стандартный процесс контроля, направленный на проверку полноты удаления или сокращения количества костей (в определенной степени это зависит от рецептуры продукта), все производство и проверка осуществляется в одном помещении. Обвалка и ее проверка, отбор образцов, контрольные функции при потрошении в соответствии с требованиями Министерства сельского хозяйства США и программ *НАССР* и другая деятельность отдела качества (контроль оборудования перед началом работы, входящего сырья и материалов и т. д.), должны быть организованы и сведены в комплексную систему контроля качества данной компании. Большинство птицеперерабатывающих компаний разработало эти системы самостоятельно с учетом требований заказчиков и нормативных документов.

В целях стандартизации систем качества в рамках отрасли были разработаны общие образцы таких систем. Используя эти разработки, компании принимают собственные системы контроля качества, основанные на современных методах и приемах, что позволяет повысить конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Компании, деятельность которых отвечает требованиям некоторых широко признанных стандартов, имеют преимущество при торговле в других регионах или странах, поскольку потребители больше доверяют новым продуктам или изделиям незнакомых компаний, если известно о соответствии их продукции определенным стандартам качества. Международная организация по стандартизации ИСО (*ISO — International Organization for Standardization*) представляет собой международное объединение, которое занимается систематизацией и стандартизацией требований, предъявляемых к качеству продукции. В ИСО разработано множество требований, которые могут добровольно приниматься компаниями, после чего аудиторы ИСО оценивают результаты усилий компании и регистрируют ее соответствие стандартам ИСО.

Компании, работающие по стандартам ИСО, затем получают сертификат с номером серии стандартов, которым они соответствуют. Компании-производители пищевой продукции, как правило, получают сертификаты серии 9000 на системы качества и серии 14 000 на соответствие производственных помещений экологическим требованиям. Основное преимущество сертификации ИСО — наличие всесторонней и объективной программы контроля качества. Это повышает шансы компании на организацию экспорта продукции в другие страны. Американский институт национальных стандартов (*American National Standards Institute — ANSI*) не разрабатывает стандарты. Входящие в его состав группы добровольно предоставляют свои стандарты для проверки и одобрения. *ANSI* является представителем США в ИСО.

Цель разработки общих систем управления качеством отличается от стандартов на системы качества, и заключается в предоставлении инструментальных средств контроля качества, а также подходов к управлению, отличающихся от традиционных методов оперативного управления. К этим системам относятся методы полного контроля качества, нулевого дефекта, шести сигм и другие программы. Как правило, все они включают в себя средства статистического контроля процесса, а также заданные методы управления, предназначенные для непрерывного совершенствования процесса или предприятия в целом. Из этих систем в птицеперерабатывающей промышленности была частично внедрена только система полного контроля качества

систему, хотя она широко используется в других отраслях промышленности. Отсутствие информации не могло быть причиной такого отношения, поскольку с 1988 по 1992 гг. в журнале *Broiler Industry* был опубликован ряд статей, посвященных вопросам применения данной системы в птицеперерабатывающей промышленности.

18.3. Руководство по контролю качества

Независимо от того, использует ли внешние стандарты система контроля качества, разработанная на предприятии, все программы отдела качества, включая аудит, проверку и другие функции, должны быть зафиксированы и систематизированы в виде подробного руководства по контролю качества для использования внутри компании. В руководстве должна содержаться вся информация, необходимая для деятельности отдела качества, включая описание всех производственных помещений, стадий технологического процесса и методик контроля качества. Руководство полезно и в других случаях, например, при наборе и обучении новых служащих. Обычно оно является основным документом, который требуется предъявить заказчикам, внешним аудиторам или контролирующим организациям. В руководстве должны содержаться формы бланков, заполняемых служащими, спецификации на основную продукцию, рекомендации по проведению аудита и проверок для каждого вида работ. Оно может состоять из нескольких томов и содержать ссылки на другие источники дополнительной информации, например, на местонахождение документов по конкретному вопросу. В обязательном порядке в руководстве должны быть разделы по программе борьбы с вредителями; свидетельство страхования ответственности (обычно не менее чем на один миллион долларов); свидетельство, подтверждающее пригодность воды для питья; подтверждение рабочего состояния устройств для предотвращения проточка в водопроводах; гарантийные письма на все виды сырья, упаковки, смазочных материалов; программа калибровки измерительного оборудования (весов, термометров и т. д.); перечень предъявленных претензий заказчиков; программа действий при отзыве продукции, содержащая результаты проверки обоснованности претензии. Документация по плану *НАССР* и связанным с ним правильной производственной практике и санитарно-гигиеническим стандартам на условия производства может размещаться в одном помещении, но храниться должен отдельно от руководства по контролю качества и связанной с ним документации. Отработанные и полные руководства также могут содержать дополнительные программы, например: описание порядка внутренних проверок; контроль входящего сырья; программа удаления отходов; программа очистки и замены воздушных фильтров; план предотвращения образования конденсата и его удаления; требования к условиям хранения пестицидов и химикатов; процедуры обнаружения металлов; осмотра грузовых фур; формы отчетов об испытаниях продукции; программа технического обслуживания и план действий при экстренных проверках, включающий описание методов анализа продукции и порядка их предоставления. Для каждого предприятия и процесса имеются различные руководства и программы качества (табл. 18.1).

Таблица 18.1. Обязательные и рекомендуемые составные части руководства по контролю качества

Обязательные

Комплексная программа борьбы с вредителями	Программа действий при отзыве продукции
Сертификат о пригодности воды для питья	Гарантийные письма
Подтверждение состояния устройства предотвращения противотока	Претензии заказчиков или потребителей

Рекомендуемые

Программа собственной проверки или аудита	Требования к условиям хранения пестицидов и химикатов
Программа контроля входящего сырья	Методики обнаружения и удаления металлов
Программа удаления отходов	План проверок грузовых фур
План очистки и замены воздушного фильтра	Формы отчетов об испытаниях продукции
План предотвращения образования конденсата и его удаления	Отчеты о проверках сертификации продавцов
Программа технического обслуживания	План действий при экстренных проверках

На крупных предприятиях отдел контроля качества не может осуществлять все эти программы своими силами, поэтому большинство отделов преобразуются в подразделение, в обязанности которого входит контроль и документирование программ, планов и процедур, проводимых на предприятии производственным, обслуживающим и санитарным персоналом (хотя наиболее критические измерения по-прежнему выполняются сотрудниками отдела контроля качества). Отдел контроля собирает результаты проведенных проверок и осмотров и отчитывается перед руководителями производства. Выполнение программ и деятельность отдела контроля качества периодически подвергается проверке и оценке. Мерой оценки является то, обеспечивается ли при работе предприятия постоянное соблюдение стандартов качества продукции. Проверки проводят как представители заказчика, так и заключившие контракт с заказчиком инспекторы из специальных аудиторских фирм. Надзирающие организации, включающие группы проверки соответствия, учрежденные Министерством сельского хозяйства США, и, возможно, правление самой компании, могут также рассматривать и подвергать сомнению инструкции и процедуры программы контроля качества. Это требует постоянной, гибкой и строгой корректировки программ, которая влечет изменения в руководстве по контролю качества по мере изменения кадровой структуры, технологий, рецептур и других факторов. Этот процесс очень похож на постоянные модификации, необходимые для программ *НАССР*, но он более многосторонний в результате объединения большего количества материала.

18.4. Системы контроля

Отдел качества существует для контроля и испытаний продукции, гарантирующих соблюдение технических требований на продукт и требований безопасности. За последние 60 лет было разработано несколько способов, позволяющих выполнять эту задачу, но в птицеперерабатывающей промышленности используются лишь две из **них** — это программы выборочного контроля и методы контроля производственного процесса. Это два совершенно различных метода и подхода к проблеме контроля качества, но оба основаны на достижениях науки и статистики и очень хорошо работают при должном использовании.

18.4.1. Выборочный контроль

Методы выборочного контроля основаны на военном стандарте качества (*Mil Std 105E*), принятом Вооруженными силами США в 1989 году, и являются преобладающей формой проверки качества на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности.

Программа выборочного контроля действует следующим образом: отдельные образцы, количество и частота выборки которых определены в программе, произвольно извлекаются из общей партии и проверяются по какому-либо параметру. Критерии оценки результатов испытаний также заданы в программе (они известны как нормативы допустимого уровня качества). По количеству отмеченных несоответствий данным критериям определяют приемлемость партии для заказчика или потребителя.

Например, если предприятие путем обвалки вырабатывает бескостные филе, помещает их в пластмассовые ящики по 30 кг для транспортировки заказчику (для розничной торговли или для дальнейшей переработки), то заказчик вправе требовать документы, подтверждающие отсутствие костей в изделии или соответствие их содержания нормативным требованиям. Типичная программа контроля соблюдения стандартов использует следующие предположения: если средняя масса филе 120 г, то в упаковке массой 30 кг будет содержаться 250 штук филе; если каждая упаковка проверяется на наличие костей, то она переходит в категорию пар партии. Основываясь на предшествующих данных, жалобах потребителей или на результатах внутриводского контроля, координатор программы должен принять решение о полноте контроля процесса обвалки. В качестве примера можно рассмотреть использование нормального плана проверки (более жесткие планы применяются, если ожидается большое количество дефектов, сокращенные планы — при небольшом их количестве). Основываясь на тех же данных, а также на личных предположениях или на пожеланиях заказчика, уровень контроля может быть определен как II (I уровень — сокращенные планы, III — жесткие планы). В зависимости от ресурсов, которыми располагает инспектор, принимается решение по выбору плана однократной или двойной выборки. Большинство производителей в целях снижения материальных и трудовых затрат использует план однократной выборки. Размер партии, уровень контроля и использование плана однократной выборки определяет объем выборки, которую необходимо отобрать и проверить от каждой партии. В рассматриваемом примере при размере пар-

Таблица 18.2. Установочные параметры программы выборки в соответствии с допустимым уровнем качества военного стандарта *Mil Std 105E*

Критерий	Выбор
План выборочного контроля — двойная или однократная выборка	Однократная
Состояние технологического процесса — нормальный, жесткий, сокращенный план	Нормальный
Размер партии или упаковки — от 2 до 500 000	150–280
Уровень контроля — I, II, III	II
Код объема выборки — выбирается по вышеуказанным данным	G
Объем выборки — определяется в соответствии с кодом	32
Допустимый уровень качества — от 0,065 до 15,0	1,0
Критерий оценки годности — определяют в соответствии с уровнем качества	1 — принято, 2 — забраковано
Вывод: основываясь на параметрах программы выборки, из партии в 250 филе извлекается 32 образца для проверки на наличие костей; при обнаружении более 1 кости партия бракуется и отправляется на переработку или повторную проверку,	

тии в 250 штук, уровне контроля II и однократной выборке объем выборки составит 32 штуки от партии. Именно это количество филе из каждой партии проверяется на содержание костей. Затем должны быть определены нормативы допустимого уровня качества, определяющие допустимое количество бракованных изделий на партию при 32 отобранных образцах. Средний уровень качества, применяющийся в промышленности — 1,0. Некоторые строгие заказчики требуют устанавливать уровень качества 0,25. При уровне качества 1,0 допускается обнаружение 0 или 1 кости в 32 образцах филе; в этом случае считается, что партия прошла контроль; при обнаружении 2 и более костей партия бракуется (табл. 18.2). При уровне качества 0,25 присутствие костей не допускается, в противном случае вся партия бракуется. По существу такой уровень является критерием бездефектности.

Выдвижение добросовестных и правильных предположений при построении программы отбора проб и схем проверок повышает способность программы обеспечивать получение данных по эффективности процесса в динамике, и увеличивает срок ее действия в качестве способа проверки или повторного анализа готового изделия. Каждый план имеет риск внутренней погрешности даже без учета человеческого фактора. Программа военного стандарта показывает ожидаемую погрешность в пределах каждой отдельной схемы выборки, для чего используются кривые рабочих характеристик, показывающие среднее количество неудовлетворительных партий, которые пройдут инспекцию, и нормальных партий, которые будут забракованы. В приведенном примере при условии почти полного удаления костей при обвалке и наличии отклонений от технических требований менее чем в 10% упаковок программа будет очень эффективна при принятии нормальных и отклонении

бракованных партий. При наличии отклонений более чем в 10% упаковок количество ошибок при контроле возрастает. Это показывает, что неправильное использование или недостаточное понимание параметров программы или отказ от анализа кривых рабочих характеристик приведет к увеличению количества продукции, не имеющей дефектов, но попадающей на повторную переработку (риск производителя), или продукции, имеющей дефекты, но пропущенной на реализацию (потребительский риск). Риск производителя влечет дополнительные затраты рабочего пространства, времени, труда на переработку и повторную проверку. Потребительский риск может быть потенциально более существенным (в результате возврата партий из магазина, отзыва партии или потери покупателя). Понимание и соответственное применение этой программы является важным фактором ее успеха и использования всех ее возможностей. Во многих литературных источниках подробно рассмотрена тема надлежащего применения программ и понимания риска, связанного с выборочным контролем [1-3].

18.4.2. Контроль производственного процесса

Методики контроля производственного процесса, его теоретические и прикладные аспекты были разработаны примерно в то же время, что и первоначальный Военный стандарт, но в тот момент не были приняты большинством отраслей американской промышленности и не использовались. Контроль производственного процесса был встроен в систему полного управления качеством (*Total Quality Management — TQM*), которая широко использовалась в Америке последние 20 лет. Он основан на статистической информации и применяется в ходе технологического процесса для получения данных в режиме реального времени, что позволяет скорректировать параметры технологического процесса прежде, чем возникнут многие дефекты. В контроле процесса используется порядок действий, не позволяющий проводить коррекцию параметров, пока процесс не вышел из-под контроля или не приблизился к контрольным пределам, что не дает операторам возможности «дергать» процесс на основании их собственной субъективной оценки.

Разработано множество различных способов определения полноты контроля над процессом. Методы отбора проб и обработки результатов анализа включают карты контроля по шкалам $\bar{X}$ и R , гистограммы, контрольные карты качественных признаков, диаграммы скользящего среднего значения и диапазона, диаграммы возможностей процесса, диаграммы Парето и другие средства. Использование одного или более из этих средств дает оператору процесса возможность собирать данные, анализировать их и на основании этого определять, находится ли процесс под контролем, затем в случае необходимости принимать меры, корректируя процесс и не допуская производства бракованных изделий или сводя их количество к минимуму.

Например, если изготовитель готовой продукции производит готовые кулинарные изделия из кусочков грудки различной массы и размера, конечная температура изделия при выходе из печи станет критической точкой проверки, возможно, даже критической контрольной точкой в плане ИАССР. Компании выгодно с максимальной производительностью вырабатывать все изделия в пределах технических условий (с температурой выше 74 °C), не допуская колебаний, приводящих к получению

дефектного продукта (с недостаточной термообработкой). Для того чтобы добиться этого, система контроля предусматривает проверку работником температуры пяти кусков грудки (параллельные измерения) каждые 15 мин в течение смены (в действительности измерения можно производить чаще). Результаты регистрируют и разрабатывают шкалы X и R , позволяющие определить для данного изделия контрольные пределы, основанные на параметрах работы печи, скорости движения транспортера и других производственных показателях, и определить, гарантирует ли степень контроля процесса производство качественного продукта.

По нескольким выборкам может быть рассчитано среднее значение и значения контрольных пределов (верхнего и нижнего). Для каждой группы измерений необходимо получить среднее значение, а также общее среднее значение для всей партии (шкала X). Необходимо определить диапазон между самым высоким и самым низким значением в пределах каждой группы параллельных измерений, все средние значения составляют шкалу R . Контрольные пределы (L) рассчитываются по следующей формуле:

$$L = X \pm A2 \cdot R,$$

где $A2$ — константа, взятая из табл. 18.4.

При альтернативном способе вычисления контрольного предела используется другая формула:

$$L = X \pm \left(\frac{3 \cdot S}{\sqrt{n}} \right),$$

где S — значение общего стандартного отклонения от среднего всей выборки;

n — количество параллельных измерений (отклонение $3\sigma = 3 \cdot S / \sqrt{n}$).

Любое отклонение контрольного предела оказывает влияние на степень контроля процесса. После окончания вычислений общее среднее значение, контрольные предельные значения и среднее значение для каждой группы параллельных измерений отмечаются на карте регистрации.

Таблица 18.3. Константы для расчета контрольных пределов шкалы X и шкалы R

Количество измерений при испытании	A2	D3	D4
2	1,88	0	3,27
3	1,02	0	2,57
4	0,73	0	2,28
5	0,58	0	2,11
6	0,48	0	2,00
7	0,42	0,08	1,92
8	0,37	0,14	1,86
9	0,34	0,18	1,82



Рис 18.2. Сотрудник отдела контроля качества проверяет температуру продукта после термообработки и вносит данные в карту контроля с цветными полями шкалы X и Y

При среднем значении измерений, укладываемом в контрольные пределы, считается, что процесс находится под контролем. Выход среднего значения числа за контрольные пределы, последовательная серия средних значений группы (6–8 выборок), находящаяся выше или ниже средней линии, или последовательные серии, в которых прослеживается повышение или снижение результатов — любая из этих ситуаций является причиной для корректировки технологического процесса производства в целях возвращения систем под контроль (согласно рекомендациям по корректировке). При нанесении пределов, средних линий и результатов испытаний каждой группы на шкалы X и R упрощается наблюдение за процессом и управление им (рис. 18.2). Контрольные предельные значения, однажды рассчитанные, могут использоваться для оценки проб в дальнейшем при условии отсутствия изменений параметров процесса. Контрольные пределы должны периодически (обычно еженедельно или ежемесячно) проверяться и рассчитываться повторно, даже при отсутствии изменений в ходе процесса.

В табл. 18.4 представлены результаты замеров температуры внутри продукта после термообработки, сделанные в первой половине смены, (с 8.00 до 12.00), с интервалами 15 мин при 5 параллельных измерениях каждого, иллюстрирующих описанный выше пример приготовления кусочков грудки. Показаны также средние

Таблица 18.4. Температура (7) внутри пяти куриных грудок после термообработки, измеряемая на выходе из печи каждые 15 мин

Время	8.00	8.15	8.30	8.45	9.00	9.15	9.30	9.45	10.00	10.15	10.30	10.45	11.00	11.15	11.30	11.45	12.00
Л	79,5	87,5	80,5	80,0	81,0	81,5	85,0	86,0	82,5	82,0	83,0	83,5	84,0	79,5	85,5	82,0	85,0
72	85,0	85,5	86,0	77,0	86,0	86,5	88,0	85,5	87,5	77,5	79,0	82,5	81,5	85,0	85,0	83,5	86,0
73	82,0	83,0	83,5	76,5	84,0	83,5	87,5	84,5	84,5	85,0	85,5	85,5	85,5	85,5	86,0	83,0	88,0
74	88,0	77,0	78,0	78,0	79,5	80,5	89,0	84,0	80,5	81,0	83,0	82,0	83,0	79,5	81,0	84,0	85,5
75	79,0	79,5	80,0	79,0	80,5	81,0	89,5	87,5	83,5	83,0	84,5	85,0	85,5	85,0	82,5	84,5	85,0
Сумма	413,5	412,5	408,0	390,5	411,0	413,0	439,0	427,5	418,5	408,5	415,0	418,5	419,5	414,5	420,0	417,0	429,5
Среднее	82,7	82,5	81,6	78,1	82,2	82,6	87,8	85,4	83,7	81,7	83,0	83,7	83,9	82,9	84,0	83,4	85,9
Диапазон	9,0	10,5	8,0	3,5	6,5	6,0	4,5	3,5	7,0	7,5	6,5	3,5	4,0	6,0	5,0	2,5	3,0

Для справки: $\bar{X} = (82,7 + 82,5 + 81,4 + \dots + 85,9)/17 = 83,0$.

$\bar{R} = (9,0 + 10,5 + 8,0 + \dots + 3,0)/17 = 5,5$.

значения для группы параллельных измерений и общее среднее значение ($83,0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Показаны диапазоны значений по группам измерений, которые используются для вычисления среднего значения диапазона ($5,5$), т. е. шкалы R . По табл. 18.3 с учетом количества параллельных измерений, равного 5 , выбираем значение константы $A_2 = 0,58$. Вычисляем контрольные предельные значения:

$$83,0 + 0,58 \cdot 5,5 = 86,0 \text{ — верхний контрольный предел } (L_v);$$

$$83,0 - 0,58 \cdot 5,5 = 80,0 \text{ — нижний контрольный предел } (L_n).$$

Используя альтернативный способ вычисления контрольных пределов, найдем полное стандартное отклонение от среднего для образца: $S = 2,51$, количество измерений $n = 5$ ($n/n = 2,236$). В этом случае контрольные предельные значения составят:

$$83,0 + 3 \cdot (2,51/2,236) = 86,5 \text{ — верхний контрольный предел } (1_v);$$

$$83,0 - 3 \cdot (2,51/2,236) = 79,5 \text{ — нижний контрольный предел } (1_n).$$

Значения $\bar{X}$, средние значения по группам параллельных измерений, верхний и нижний контрольные пределы наносятся на шкалу X (рис. 18.3), из которой видно, что процесс находится под контролем все время, кроме 8.45 утра (слишком низкие значения) и 9.30 утра (слишком высокие значения). Ни одно из средних значений группы или отдельных показателей не было ниже нормативного предела ($74\text{ }^{\circ}\text{C}$), поэтому ни один продукт не был направлен на дополнительную обработку или утилизацию. Однако имеется возможность совершенствования процесса; на основании этих данных переработчик мог бы уточнить стадию термообработки в целях понижения температуры изделия (для увеличения выхода), но при этом не допускать ее снижения ниже $74\text{ }^{\circ}\text{C}$, поскольку это приведет к повышению расходов на доработку или повысит количество брака. Кроме того, следует попытаться уменьшить разброс между образцами внутри одной группы.

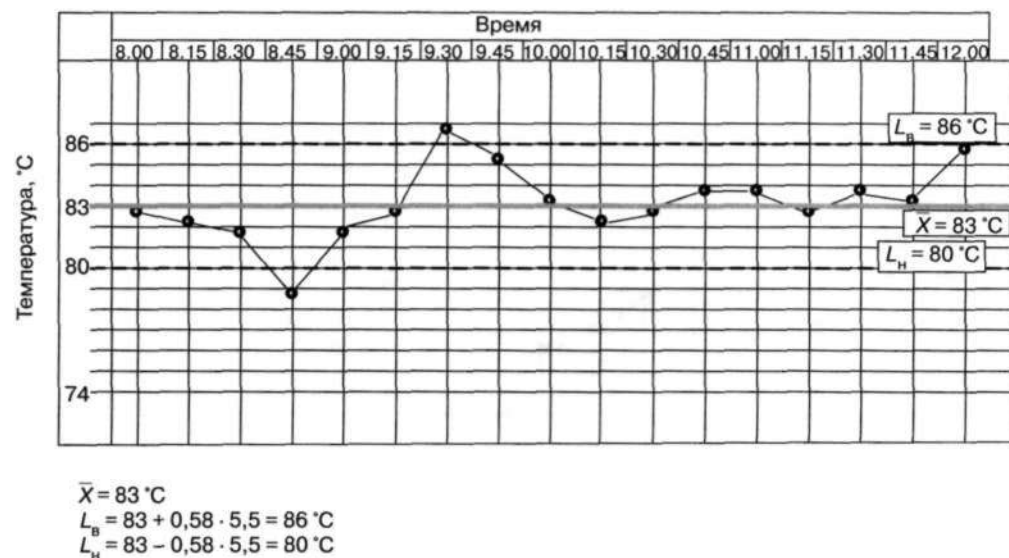


Рис 18.3. Карта контроля по шкале X внутренних температур кусочков грудки, выходящих из печи

Для карты контроля по шкале R контрольные предельные значения определяются значениями R , умноженными на константы из табл. 18.4: $D4$ для верхнего предела, и $D3$ для нижнего предела. В этом случае верхний контрольный предел $L_v = 5,5 \cdot 2,11 = 11,5$; $L_n = 5,5 \cdot 0 = 0$. Нанесение диапазонов по группам параллельных измерений и контрольных пределов на карту R (рис. 18.4) показывает, что все диапазоны находятся в контрольных пределах. Наличие группы параллельных измерений, диапазон значений внутри которой выходит за контрольные пределы, был бы причиной экспертизы и потенциальной корректировки процесса, подобного рекомендациям по корректировке в соответствии со шкалой X .

Еще одним видом графика, полезного для обработки данных при контроле процесса, является гистограмма. Все собранные данные заносятся на карту в виде частоты появления каждого значения температуры. При достаточном количестве данных форма графика будет отдаленно напоминать колокол или кривую нормального распределения. Практически для построения строгой зависимости и выявления фактического распределения результатов необходимы данные анализа приблизительно 200 или более образцов.

При занесении данных о температурах внутри грудки на гистограмму (рис. 18.5) высота столбца, соответствующего каждой выделенной температуре, представляет собой количество образцов, в которых была зарегистрирована эта температура (частота появления) — один квадратик соответствует одному измерению температуры. На карте также показаны среднее значение, контрольные предельные значения, среднеквадратичное отклонение совокупности (умноженное на 3, добавленное и вычтенное из среднего значения в целях определения линий -3σ и $+3\sigma$) и нормативный допускаемый предел (74°C). Распределение совокупности может быть показано как соотношение различных критериев. Поскольку гистограмма составлена по результатам только 85 наблюдений, форма колокола у кривой распределения по частоте начинает проявляться, но еще слабо выражена.

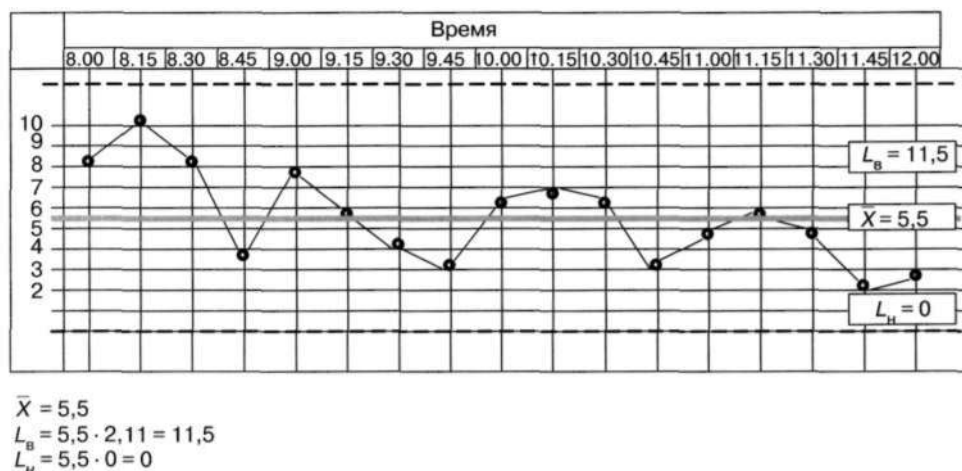


Рис 18.4. Карта контроля по шкале Я внутренних температур кусочков грудки, выходящих из печи

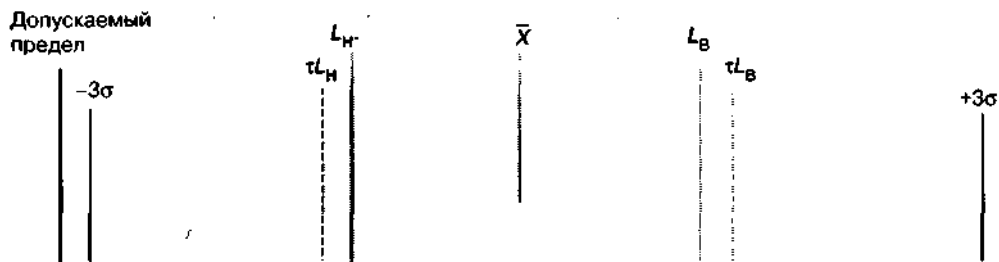


Рис. 18.5. Гистограмма замеров температуры внутри кусочков грудки, выходящих из печи

Проблемы при контроле процесса с точки зрения качества обычно имеют место при освоении нового процесса или при пропуске образцов со значительно различающимися параметрами. Новые процессы или существенные изменения имеющихся процессов обычно приводят к большей вариабельности образцов, чем стабильные процессы. Необходимо какое-то время для расчета контрольных пределов и наладки процесса, даже при наличии специальных диаграмм и методов управления, ускоряющих эту процедуру. В процессе отладки системы контроля будет пропущено некоторое количество ряд дефектных изделий. Даже при стабильно работающей системе возможны случаи прохождения нестандартных продуктов через систему контроля и попадания к потребителю. Тем не менее в настоящее время признано, что система контроля производственного процесса является лучшей гарантией производства продуктов с постоянным качеством. Существует несколько литературных источников, дающих полное представление о методах контроля производственного процесса и особенностях их внедрения, с которыми рекомендуется ознакомиться до начала внедрения программ контроля [4-7].

18.4.3. Отбор проб

Менее очевидны, но очень важны для отбора проб и проведения испытаний соответствующее расположение точек отбора и правильная интерпретация результатов при комплексной системе отбора проб. Решение об использовании или отбрасывании результатов анализа образца, значительно отличающихся от остальных, может существенно повлиять на среднее значение в группе параллельных измерений и потенциально — на контролируемые пределы. Влияние использования или исключения таких образцов на общий результат было рассчитано с использованием компьютерного моделирования на основе реальных экспериментов [8]. Правильная интерпретация результатов испытаний также очень важна. Можно легко сделать ошибочные заключения, если не принимать в расчет такие факторы, как распределение дефектов в пределах одной партии [9]. Определенный разброс видов дефектов может привести к трудностям при их обнаружении и, как результат, к потенциальному риску для потребителя [10]. С учетом этого правильная обработка отличающихся результатов и понимание различной природы распределения дефектов в пределах партии существенны для правильного применения любой программы отбора проб и контроля качества.

18.5. Современные проблемы качества

Существует множество проблем и вопросов, связанных с качеством продукции, которые прибавляются из года в год и вызывают беспокойство у производителей. В готовых продуктах из мяса птицы могут возникать опасности физической, химической и микробиологической природы, но большинство проблем качества имеют физическую природу. Наиболее часто встречаются следующие проблемы: присутствие в продукте примесей или его физическое состояние, не соответствующее нормативам или ожиданиям потребителя. Физические включения представляют собой кости (в бескостных изделиях) и посторонние примеси (пластмасса, металл, дерево, камень и т. д.). К физическим проблемам внешнего вида относятся цвет, вкус и запах, размер (длина, ширина или толщина), масса или форма (деформация) продукта. Цвет продукта является критичным показателем качества. Это чрезвычайно субъективная характеристика, на которую оказывают влияние множество факторов. Светлый цвет (или обесцвечивание) самого мяса; ингредиенты, вызывающие изменение цвета (вещества, усиливающие потемнение при обжаривании, сахара и красители), использованные в излишне высоких количествах, погрешности обработки (использование старого или неотфильтрованного масла для обжаривания изделий), перегрев и повторное замораживание жареных замороженных продуктов (вызывает сильное потемнение панировки после размораживания) — вот некоторые причины дефектов цвета. Вкус и запах тесно связаны между собой и имеют химическую основу, но дефекты качества обычно появляются в результате неправильной физической обработки, например, при неправильном протекании созревания, предшествующего обвалке (изменение текстуры мяса и его сухость), ошибочном внесении или составе ингредиентов, излишней продолжительности или температуры хранения (вызывает высыхание и ускорение процессов окисления или прогоркания) и миграции запахов от разных продуктов.

Проблемы размера, массы и формы обычно возникают вследствие неправильной обработки и отклонений в технологическом процессе на предприятии. Толщина может стать критичным параметром для некоторых потребителей, которым важно, чтобы изделия достигали температуры 74 °С как можно быстрее. Термообработка продуктов, толщина которых превышает установленную, может оказаться недостаточной. Излишне большой размер кусков может привести к денежным потерям для ресторанов, покупающих мясное сырье на вес, а продающих готовый продукт поштучно. Иногда проблемы размера и формы возникают в результате неправильного хранения изделий во время транспортировки. Такие повреждения легче обнаружить, но сложнее исправить. Постоянно возникающие проблемы при использовании транспортной тары указывают на потребность в ее усовершенствовании или, что более вероятно, создании новой конструкции упаковки.

Другие физические проблемы, приводящие к претензиям заказчика или потребителя — отсутствие потрохов или двойной комплект потрохов в целых свежих тушках, недостаточная адгезия панировки или наличие осыпавшихся крошек (для панированных изделий), присутствие жира в сырых замороженных продуктах, неправильная упаковка (например, пакеты с неработающей молнией) и карманы с горячим маслом, которые могут обнаруживаться в обжаренных продуктах после приготовления. Эти

и многие другие факторы влияют на птицеперерабатывающую промышленность и являются постоянными проблемами для отделов качества.

Некоторые проблемы качества влияют на промышленность в целом, и они, хотя хорошо известны специалистам отрасли, еще не описаны и не систематизированы надлежащим образом. Они составляют основу восприятия качества заказчиком и потребителем внутри страны и во всем мире и часто приводят к формированию более строгих требований заказчиков и разработке более жестких правительственных и нормативных актов. Информация по этим проблемам полезна для отделов качества, поскольку помогает им сосредотачивать свои усилия на этих проблемах. Для выявления наиболее важных проблем качества, стоящих перед промышленностью, должны быть собраны данные из многих источников за определенный период. Примером таких данных является информация, приведенная в табл. 18.6. В ней содержатся замечания к изделиям из мяса цыплят, собранные сотрудниками Министерства сельского хозяйства США; показатели, вызывающие особое внимание потребителей розничной продукции в США; претензии, предъявленные страховыми компаниями переработчикам или оптовикам и сводка жалоб потребителя к продуктам из мяса птицы, зарегистрированных Министерстве сельского хозяйства США. Таким образом, показаны типы проблем качества, связанные с продуктами из мяса птицы, в общенациональном масштабе [11]. Преобладающими жалобами были наличие кости, микробиологическое обсеменение (опасение его возможности, аллергия или реальное присутствие болезнетворных микроорганизмов) и присутствие посторонних веществ. В перечень были включены также не связанные с птицей проблемы: гепатит А и наличие веществ, вызывающих аллергию. Как и следовало ожидать, данные различаются в зависимости от источника. Заказчики продуктов для розничной торговли включают в список проблемы внешнего вида, такие как: панировка (цвет или прилипание), размер порций и соотношение размера грудки к весу птицы (размер и форма), чрезмерно яркий или бледный красный цвет продукта, вкусовые характеристики (особенно запах, нежелательный привкус и сухость) и контроль процесса. Эти потребители розничной продукции чувствовали, что переработчики должны усилить контроль процесса по всей цепи производства, чтобы готовые продукты наиболее соответствовали всем заявленным свойствам и требованиям. Конечные потребители уделяют большое внимание присутствию посторонних веществ в продуктах и опасности заболевания вследствие наличия болезнетворных микроорганизмов. Другие данные, не перечисленные в табл. 18.5, предоставлены лучшим источником информации для отделов качества — потребителем. Они отражены в списке претензий потребителя. Эта информация, полученная и интерпретированная должным образом, является ценным инструментом для сосредоточения внимания и усилий на задачах улучшения качества.

Выводы

Отдел качества должен располагать организационными и техническими возможностями управлять технологическим процессом, внедрять новые разработки, обеспечивать

Таблица 18.5. Перечень проблем качества продуктов из мяса птицы, выявленных в результате претензий, жалоб и замечаний потребителей за период 1990-98 гг. [11]

Контролирующие организации: изъятие продукции¹		Заказчики: проблемы качества²		Потребители: претен- зии на возмещение убытков³		Потребители: жалобы⁴	
1	Патогенные микроорганизмы	1	Костные включения	1	Костные вклю- чения	1	Заболевания
2	Частицы пластика	2	Патогенные микро- организмы	2	Металлические частицы	2	Инородные вклю- чения
3	Недостаточная обработка	3	Панировка	3	Заболевания	3	Костные вклю- чения
4	Металлические частицы	4	Размеры порций	4	Инородные вклю- чения	4	Металлические частицы
5	Костные включения	5	Инородные вклю- чения	5	Стекло	5	Частицы пластика
6	Порча	6	Размеры тушки или грудки	6	Насекомые	6	Насекомые
7	Неидентифицированные включения	7	Вкус, запах	7	Частицы дерева	7	Стекло
8	Химические и лекарственные вещества	8	Наличие воды	8	Камни	8	Аллергены
9	Вирус гепатита А	9	Слишком яркий или слишком бледный цвет	9	Частицы пластика		
10	Прочее	10	Контроль процесса	10	Хрящи		

¹ Изъятия продуктов из птицы, произведенные департаментами Министерства сельского хозяйства США в течение 1990-98 гг.

² Данные получены из отчетов 11 крупнейших магазинов «фаст фуд» и сетевых магазинов, 1998.

³ Заявления, поступившие в адрес переработчиков птицы и кулинарий, 1992-94 гг.

⁴ Жалобы, полученные от покупателей по «горячей линии» Министерства сельского хозяйства США в течение 1990-98 гг.

соблюдение нормативов и требований потребителя. Для выполнения этих задач отдел должен иметь динамичную, гибкую структуру, хорошо обученный персонал и поддержку компании на самом высоком уровне. Соответственно, руководство предприятий по переработке птицы начинает осознавать значение отделов качества не только для получения прибыли, но для самого существования компании. Хотя эти структуры не во всех компаниях развиты должным образом, промышленность начала проводить свои разработки в области качества, что служит хорошей основой для деятельности отделов качества и их служащих. Такие разработки, в свою очередь, позволят поддерживать доминирующее положение переработчиков птицы среди других производителей мясной продукции и удовлетворить требования потребителей к безопасности и пищевой ценности продуктов.

Литература

1. Dodge, H.F., Romig, H. G. *Sampling Inspection Tables* — Chaps. 1,2 — New York: John Wiley & Sons, 1944.
2. Guenther, W.C. *Sampling Inspection in Statistical Quality Control* — New York: MacMillan, 1977.
3. Schilling, E.G. *Acceptance Sampling in Quality Control* — New York: Marcel Dekker, 1982.
4. Hubbard, M. R. *Statistical Quality Control/or the Food Industry* — Chap. 3. — New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.
5. Ledolter, J., Burrill, C.W. *Statistical Quality Control: Strategies and Tools for Continuous Improvement* — Chap. 12. — New York: Wiley, 1999.
6. Puri, S., Ennis, D., Mullen, K. *Statistical Quality Control/or Food and Agricultural Scientists* - Chap. 6. - Boston: G. K, Hall, 1979.
7. Derman, C, Ross, S.M. *Statistical Aspects of Quality Control*— Chaps. 5, 6. — San Diego: Academic Press, 1997.
8. Dorfman, J.H., Pesti, G.M., Fletcher, D.L. Searching for significance: the perils of excluding pseudo-outliers // *Poult. Sci.*, 1993, 72, 37.
9. Kilsby, D.C., Pugh, M.E. The relevance of the distribution of micro-organisms within batches of food to the control of microbiological hazards from foods // *J. Appl. Bacteriol*, 1981, 51, 345.
10. Flickinger, B. Quality communication: breaking down barriers with better data // *FoodQual*, 1995, 1(3), 14.
11. Smith, D.P. Know your quality // *Broiler Ind.*, 1999, 62(7), 22.

Дополнительные материалы

Книги

Juran's Quality Control Handbook // Juran, J. M., Gryna, E.M., eds. — 4th ed. — New York: McGraw-Hill, 1988.

- Vaughn, R.C. *Quality Assurance* — Ames: Iowa State University Press, 1990.
- Duncan, A.J., Irwin, Richard D. *Quality Control and Industrial Statistics* — Homewood. 1974.
- Schrock, E.M. *Quality Control and Statistical Methods* — 2nd ed. — New York: Reinhold. 1957.
- Cowden, D.J. *Statistical Methods in Quality Control*— Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1957.
- Smith, G. *Statistical Process Control and Quality Improvement* — 2nd ed. — Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995.
- Grant, E.L., Leavenworth, R. S. *Statistical Quality Control* — New York: McGraw-Hill, 1980.
- Gould, W.A., Gould, R. W. *Total Quality Assurance for the Food Industries* — 2nd ed. — Baltimore: CTI Publications, 1993.

Периодические издания

Food Quality, 208 Floral Vale Boulevard, Yardley, Pennsylvania, 19067.

Quality Progress, P. O. Box 3005, Milwaukee, Wisconsin, 53201.

Journal of Quality Technology, University of Florida, Department of Statistics, 116A Griffin-Floyd Hall, Gainesville, Florida, 32631.

Предметный указатель

А

Абсорбция воды 50
Адгезия 305, 309, 311, 420
Актин 59-61, 243-246, 256
Альгинаты 261, 274
Антиоксиданты 268, 271-272, 276, 283, 332, 363

Б

Бактерии 52

Bacillus \28

Campylobacter 28, 165-179, 185, 187-188, 203-206

Clostridium 128-129, 173, 185, 187-188, 231, 269-270, 349

E. coli 88, 92, 125-129, 166, 174-175, 177, 186, 203, 210, 220, 231, 233

Listeria 124-125, 128, 167, 185, 187-188, 203-204, 210, 276-277

Pseudomonas 221-223, 226-229, 233-234

Salmonella 28-29, 88, 92-93, 126-128, 165-179, 185, 187-188, 203-206, 210, 230

Staphylococcus 128, 167, 185, 187, 189

Streptococcus 128, 223

Vibrio 128

Yersinia 128

мезофильные 187-192, 206, 216-220, 223, 226, 230-231

молочнокислые 29, 119, 171, 283, 295, 299

патогенные 28-29, 52, 119, 124, 200, 209, 284

порчи 117-118, 121, 220-228, 295, 298-299

психротрофные 117, 206, 216-227, 231-232, 284

В

Валидизация 91

Ванны обжарочные 356-359

Верификация 90-91, 186

Вещества антибактериальные (бактерицидные) 49, 124-127, 175, 178, 202-206, 230, 349

Вода

питьевая 197-198

поглощение 50-51, 85

сточная 204-205, 378, 394-404

Волчок 286-287, 289, 304, 329

Выборка 411-413

Выдержка предубойная 20-22, 26-30

Выход

продукта 57-58, 242, 253, 261, 320, 325, 328, 340-345, 347, 356, 358, 360, 362-363

тушек 29-33, 52

Вязкость фарша 248,330

Г

Гелеобразование 242, 253-255, 257

Герметизация 108,114

Гликоген 30

Говядина 17, 267-268

Голодание кормовое 20-30, 170-171

Гуси 72,97-100, 371, 377

Д

Денатурация 251-254, 290

Дефекты

тушек 33,37,41,78-79,83,86,**93-101**, 372

частей 41, 57

продуктов 156-157, 226, 262, 276, 283-286, 290-299, 330, 413-414, 419-420

Ж

Жарка 315-317, 356

Железа копчиковая 44

Желудок 25-27, 43, 46-48, 78, 85, 96

Желчь 26-27

Жир 17,241-242,246-247,249,251-254, 261-264, 267-268, 283, 288-295, 302, 317-318,324,327-333

З

Загрязнение

бактериальное — см. Контаминация

тушек 77-48, 83-85, 169-170, **191-192**

фекальное 20-25, 45, 49, 85-88, 92-93,166,186,191-192,203

Замораживание 96, 99, 116, 227-229, 265-266,304,317,420

Запах 116, 118, 134-135, 157-159, 218-219, 222-225, 234, 264, 283-284, 295, 331-332

Запекание 315-317, 358

Зоб 25-29, 48, 93, 169, 171-172, 191-192

И

Изоэлектрическая точка 245, 249, 251, **254**

Импеданс 231-233

Индейка 15, 29, 50, 72, 76, 97-101, 159, 175, 248-250, 270, 280-283, 323, 326, 330-331, 346, 356, 371-372, 377

Инспекция 25, 70-74

Интеграция вертикальная 16-18, 76

Инъектирование 260, 273, 281-282, 285, 346-347, 354

К

Каррагинан 275-276

Карты контроля 413-414

Категории качества 41, 95-100

Кишечник 23-29, 43-46, 93, 169-171, 176-177,187-189,388-389

Классификация 69, 78, 94-100

Классы птицы 15

Коагуляция 261, 272, 293, 329

Коалесценция 252, 254

Кожа40-41,43-44,48,50-52,80,167-168, 175, 191-193, 205-206, 246, 329-330

Коллаген 62,243, 246-247, 254,278-279, 287,290-291,327-328,333,342

Комиссия дегустационная 136-138, 152, 154-155

Комплект внутренностей 43-48, 388

Контаминация (обсеменение бактериальное) 18, 20-30, 45-46, 52, 88, 90-92, 166-179, 185-194, 197, 199-209, 218, 224, 261, 283, 298-299, 349, 362

Копчение 262, 293, 297-298, 361-363

Кошерное питание 369-375, 380-390

Кровоизлияния 37-38, 82, 96, 101, 286

Кровоподтеки 31-33, 36, 48

Куры 15-16, 72, 76, 323, 330, 390

Кутикула 40, 48, 191

Куттерование 242, 248, 262, 287-293, 305

Л

Лактобактерии — см. Бактерии молочнокислые

М

Маркировка 70-72, 75, 87, 104-105, 260, 262, 302, 321-322, 324, 347, 372-373, 383-387, 391-392

Массирование 344-345

Материалы упаковочные

бумага 106-108

иономеры (Сурлин) 107, 109, 111-112, 120-123

картон 106-107

полиамид (нейлон, ПА) 105-107, 111-113, 120-123

поливинилиденхлорид (Саран, ПВДХ) 105-107, 110, 112, 114, 120, 123-124

поливинилхлорид (ПВХ) 105-107, 109, 112, 114, 118

поликарбонаты (ПК) 111-112

полипропилен (ПП) 105-109, 112

полистирол (ПС) **105-107, 110**, 112, 120

полиэтилен (ПЭ) 105-108, 112, 118, 120-123

полиэферы (ПЭТ) 105-107, 112, 120

фольга 105-106, 108-109, 120

целлофан 106, **111**

этилвиниловый спирт (*EVOH*) 105, 110, 113, 120-124

Матрикс 254-255, 287-291

Мацерация 281-282

Методы

анализа сточных вод 394-396

инструментальные

усилие среза 146-151, 161

профиль текстуры 149-151

микробиологических исследований 230-234

Микотоксины 33, 286

Миоглобин 243, 246, 270, 284, 350-352

Миозин 59-61, 224-225, 243-247, 249, 252, 256-257, 291

Миофибриллы 243-244, 247, 249, 256, 327, 342

Мойка 44, 48-50, 124, 174-175, 190-193, 195-199, 205

Мышечные волокна 59-62, 243-247, 249

Мясо

PSEM, 264, 267, 284, 294-297

DFD 66, 264

механической обвалки (сепарирования, ММО) 155-156, 261-267, 287, 289, 302, 320-335, 348, 350

рубленое (измельченное) 117-118, 155-156, 246, 251-256, 283, 348, 354

Н

Набивка оболочки — см. Формование

Навешивание 37, 52

Напорная флотация 397-399

Нежность мяса 58, 62, 146-147, 152, 159-161, 245-246, 342, 360

Нитрит 260, 262, 268, 270-271, 284, 286-287, 289, 296-297, 347-354

Нитрозамин 348-349

О

Обвалка 58, 152, 154, 159-160, 326, 407-408, 411

Обескровливание 37-40, 96, 378-379

Обжаривание 316-317, 356

Облучение 127, 208-209

Оболочки 262, 278-282, 289, 291-296, 361

Обрезь 64, 265, 280, 289, 291, 301

Обсеменение — см. Контаминация

перекрестное 41, 44-47, 52, 168-169, 190-193

Обсыпка 304, 309-310, 313

Окоченение посмертное 58, 61, 159, 245-246, 267

Оперение 41-43, 84, 97, 168, 388, 391

Осмотр

птицы 75-76

тушек 48-49, 77-78, 85-86, 93

Отбор проб 263, 412, 419

Отлов 30-31, 286

Охлаждение 50-53, 78, 85, 116, 168, 172, 192-193, 203, 265, 281-282, 289-290, 296, 298, 331-332

Оценка органолептическая 134-145, 151-159

методы 136-137

треугольника 141

два-три 141-142

два из пяти 142

парного сравнения 142

определения профиля 143-145

Ошипка 41-42

П

Панировка 41, 260, 304, 309-315, 359-360, 392, 420

Патологии

аэросаккулит 78, 81-82, 93

лейкоз 80, 93

опухоли 82, 93

сепсис (токсемия) 80, 93

синовит 81, 83, 93

туберкулез 80, 93

ушибы 82

Переломы 36-38, 41

Перешпарка 83, 93

Перимизий 246

Печень 27, 30, 43, 48, 78, 80, 85, 96, 389-390

Печи 356-360

Плесени 121, 299

Повреждения — см. Травмы

Подстилка 20, 23-24, 27-28, 170-173

Показатели органолептические 133-145

Посол 62, 260, 281-282, 284-285, 297, 339-256, 363, 389, 392

Потери

целлюлит 78, 81, 84, 93

влаги 50, 105, 266, 362

живой массы 29-30, 33

продукции 52, 57-58, 114, 261, 364, 402-403

Потребление мяса 17, 259, 301

Правильная производственная практика {*Good Manufacturing Practices — GMP*} 89, 186, 194-195, 343, 347

Пределы контрольные 414-418

Программа НАССР — см. Система *НАССР*

Продукты из мяса птицы

реструктурированные 64-65, 146, 259-261, 274, 276, 354

рубленные 301-319, 345, 346

формованные 17, 247, 253, 259-261, 280-286, 310, 345-346, 360
цельномышечные 146, 151-154, 245, 273, 310, 344-345, 359
эмульгированные 122, 243, 252-253, 261-263, 275, 276, 286-299, 329-331, 360

Потрошение 22, 26-27, 41, 43-49, 77, 84, 168-169, 191-192

Р

Разделка 55-57, 96

Размораживание 266, 273

Рацион питания 19

С

Сбор птицы 19, 23-24

Свинина 17, 268, 294-297, 375-376

Сердце 43, 78, 81, 85, 96

Система *НАССР* 74, 86-91, 186, 194-196, 198, 201-202, 343, 406, 408-409, 413

Созревание 58-62

Соль 62, 242-243, 247-250, 256, 267, 269, 272, 280-283, 286-287, 303, 305, 333, 342, 348-349, 389

Сорбит 271

Сортировка 57-58, 64, 69, 93

Специи 277-278, 303, 342, 349

Способность

 влагосвязывающая 341-342

 влагоудерживающая 159, 242, 248-251, 254-256, 266, 269, 272, 275, 291, 294, 303, 329

 когезионная 149-150, 266

 эмульгирующая 159, 251-252, 257, 330

Спрос 17-18

Стандарты санитарно-гигиенические (СГС) 74, 86-89, 186, 195, 198

Стерилизация 127, 274

Стоимость дополнительная 54-57, 64, 104, 259, 268, 339

Сухари панировочные 304, 309, 313-315

Т

Темпура3П

Термическая обработка (термообработка) 121, 188-189, 193, 197, 242, 247-248, 253-256, 261-262, 274, 275, 284, 289-299, 304, 316-317, 347, 354-364, 374, 414-417

Травмы 30-33, 36-39

Тракт пищеварительный — см. Кишечник

Трансглутаминаза 261, 273

Требования по снижению контаминации патогенными микроорганизмами (*Pathogen Reduction*) 74, 86-87, 186

Тримминг — см. Обрезь

Тумбление 242, 247, 249, 251, 267, 281-282, 344-347

У

Упаковка 50, 104-129, 296, 304, 317-318, 352-353

 в модифицированной газовой среде 116-119, 121, 129, 350, 353

 под вакуумом 111, 117, 119, 128-129, 283, 296, 350, 352-53

 су-вайд 128-129

Утки 72, 76, 97-101, 175, 371, 377

Ушибы 31, 82, 93, 95

Ф

Фарш 248-255, 262, 273, 287, 291, 294, 303, 305, 331, 345, 348, 354

Фибриноген 261, 273

Филе 64-67, 96, 281, 343, 411

Формование 281-282, 289, 291-296, 304-309

Фосфаты 62, 247, 251, 260, 262, 267-270, 272-273, 276, 280-283, 287, 289, 295, 303, 305, 330, 333, 342-343, 347

Х

Халалное питание 369-371, 375-386, 390-392

Холестерин 17, 323, 328

Холодовое сокращение 61

Хранение 117-118, 121, 215-220, 265-266, 280-285, 287, 289, 291, 294-299, 317-318, 331-332, 340-342, 349-354, 360, 362

Ц

Цвет 66, 96-99, 101, 156-157, 219, 263-264, 284-285, 295-299, 302, 330-331, 348

Цветообразование 106, 269-272, 284, 296-297, 350-353

Ч

Части тушки 54-59, 63-67, 95-100, 114, 343-345

 бедра 30, 55-57, 99-101, 114, 248-249, 262, 289, 302

 грудки 30-31, 54-59, 64, 97-101, 114, 139, 159-161, 248-249, 262, 287, 289, 302, 348, 360

 крылья 31, 54-57, 101, 114

 ноги 31, 41, 43, 54-57, 96-101, 114-115, 262, 289, 302

Ш

Шлам 402-403

Шпарка 40-41, 191, 391

Шрот 286-287

Э

Экспертиза ветеринарно-санитарная 47, 70-79

Экспорт 17, 70,

Электронный нос 158-159

Электрооглушение 37-39

Электростимуляция 62-63

Эмульгирование 242, 247, 251-253, 275, 287-292

Эндомизий 246

Эпидермис 40, 191

Эпимизий 304

ОСТРОВ

Солгод для жизни

ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ ДЛЯ СИСТЕМ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ



УСТАНОВКИ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ХЛАДОНОСИТЕЛЯ



УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕДЯНОЙ ВОДЫ



НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

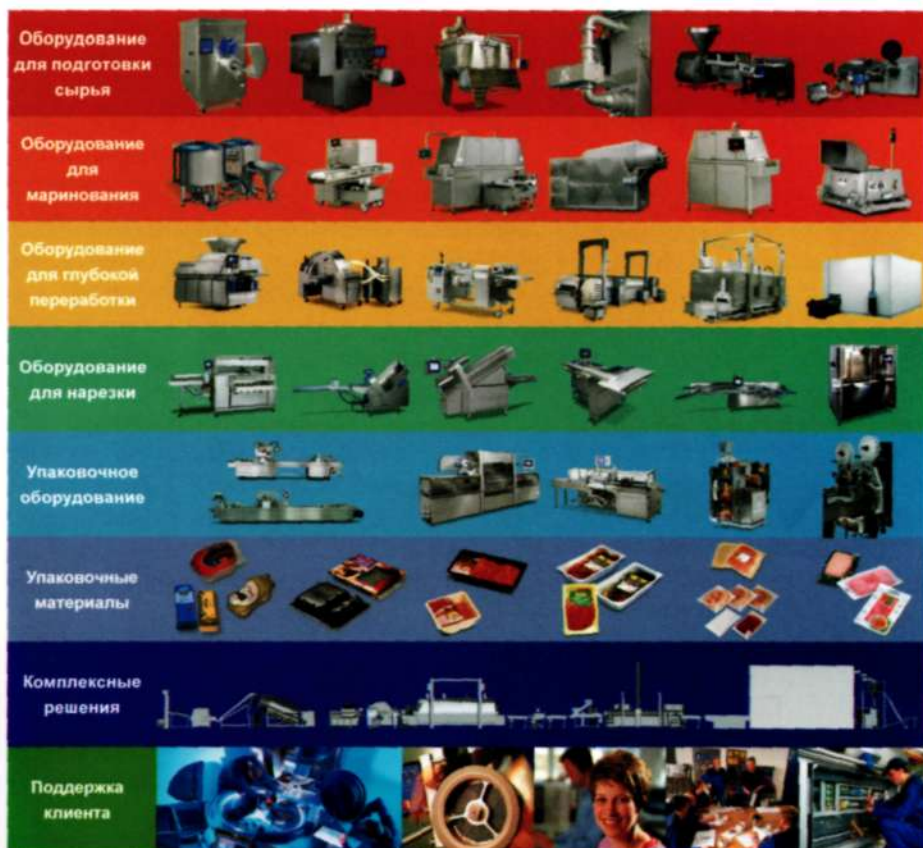


АММИАЧНЫЕ АГРЕГАТЫ И УСТАНОВКИ



ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ





Всё, что Вам нужно в мире меняющихся вкусов

Ваша цель - экономически эффективное, безопасное и экологичное производство пищевых продуктов и их продажа. Именно за такую организацию производства выступает компания CFS. Будучи лидером на мировом рынке производства оборудования для переработки и упаковки мяса, птицы, рыбы, морепродуктов и сыров, мы помогаем наладить Ваш производственный процесс самым лучшим образом. Для достижения максимальной окупаемости оборудования, предназначенного для подготовки сырья, маринования, глубокой

переработки, нарезки и упаковки, мы предлагаем Вам консультации профессионалов, программное обеспечение и качественный сервис,

Вам нужен партнер, который понимал бы все аспекты Вашего бизнеса? При покупке комплексной линии CFS Вы имеете дело с одной компанией, ответственной за все этапы производственного процесса. Вам не нужны сюрпризы и Вы хотите сначала испытать оборудование, а затем вкладывать в него средства? Вам нужна поддержка 24 часа в сутки? Сотрудничество с CFS - верное решение. С нами Вы можете быть спокойны.

Обращайтесь в CFS!



ООО «ММ ПРИС»

Оборудование для пищевой промышленности

Изготавливает:

Комплексы убой и первичной переработки скота
Линии для переработки непищевого сырья и кости
Оборудование для первичной переработки мяса
Оборудование для мясозирового производства
Оборудование для изготовления копченостей
Оборудование для переработки мяса, птицы, рыбы
Напольный транспорт, столы и инвентарь

Реализует:

Колбасное, консервное оборудование
Кулинарное оборудование
Инвентарь, пресс-формы для ветчин, тару
Упаковочное оборудование и расходные материалы

Осуществляет:

Поставку оборудования
Гарантийное, сервисное обслуживание изготавливаемого оборудования
Проектировочные, шеф-монтажные, монтажные,
пусконаладочные работы и обучение персонала.

По желанию заказчика фирма осуществляет поставку оборудования для дальнейшей переработки мяса на полуфабрикаты, колбасности, колбасные изделия.

Наш многолетний опыт работы как с крупными мясоперерабатывающими предприятиями, так и с небольшими колбасными цехами является надежной базой для плодотворного сотрудничества.

Возможна лизинговая продажа предлагаемого нами оборудования.



Россия, 109456, г. Москва, 1-ый Вешняковский пр., д. 2, тел.: (495) 105-0066, факс: 174-8884, www.mmpris.ru, e-mail: info@mmpris.ru

МЯСНАЯ ИНДУСТРИЯ

ежемесячный производственный научно-технический журнал

Основные задачи журнала «Мясная индустрия»:

- Оказание максимальной практической помощи предприятиям всех форм собственности в повышении эффективности производственно-хозяйственной деятельности;
- Установление взаимовыгодных деловых контактов между предприятиями, фирмами, компаниями, российскими и зарубежными партнерами;
- Обеспечение связи производства с наукой, смежными отраслями, иностранными фирмами и специалистами;
- Содействие продвижению товаров и услуг на внутреннем и мировом рынке;
- Широкое освещение новейших достижений как отечественной, так и зарубежной науки, техники и технологии, материалов по анализу и перспективе развития отрасли и ее отдельных структур, а также работы международных, наци-

ональных и региональных выставок, ярмарок, конгрессов, конференций, семинаров, деловых встреч.

Реклама, помещенная в журнале, несомненно, привлечет внимание Ваших потенциальных партнеров и заказчиков, создаст хороший имидж Вашему бизнесу.

Распространение:

Журнал распространяется по подписке через агентство «Роспечать», редакцию и АО «Международная книга», а также на международных и региональных выставках. Подписку можно оформить с любого месяца в отделении связи или в редакции. Подписной индекс журнала в каталоге «Роспечать» — 72625



Редакция журнала «Мясная индустрия»
Россия, 109316, Москва, ул. Талалихина, 26, офис 204.
Телефон: +7 (095) 676-69-91. Факс: +7 (095) 676-67-11
E-mail: meatindustry@mail.ru

ПОЛИСОМИН-ФTM

ПЕРВЫЙ РОССИЙСКИЙ МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫЙ СТАБИЛИЗАТОР
предназначен для выработки всех видов колбас, паштетов, консервов
пельменей и рубленых полуфабрикатов



ПОЛИСОМИН-ФTM

- Заметно уменьшает себестоимость колбасных изделий, изготовленных по ГОСТ
- Существенно улучшает вкус и консистенцию изделий 1-го и 2-го сортов

ПОЛИСОМИН-ФTM

- маскирует вкус **мяса птицы**
- позволяет использовать в рецептурах до 35% **мяса птицы**
- эмульгирует жир и связывает влагу (гидратация варьируется от 1:6 до 1:9), при этом количество препарата составляет от 1 до 3% от массы фарша
- увеличивает выход за счет снижения потерь при термической обработке
- снижает риск образования бульонно-жировых отеков
- улучшает функциональные свойства мяса с признаками PSE и DFD, а также жирного сырья
- уменьшает адгезию оболочки копченых колбас, сокращает продолжительность сушки

ПОЛИСОМИН-ФTM

Производится в России "Экологическим объединением Фермент".

Склад и офис в Москве, тел.: (495) 930-44-17, 245-02-62

Представительства:

- г. Ростов-на-Дону, тел.: (863) 255-30-04, 255-30-05
- г. Новосибирск, тел.: (383) 348-65-52, 348-71-36
- г. Челябинск, тел.: (3512) 55-22-80, 53-77-55
- Республика Беларусь, г. Минск, тел.: (37517) 237-00-76

ПОЛИСОМИН-ФTM

НЕ СОДЕРЖИТ РАСТИТЕЛЬНЫЕ БЕЛКИ

Подробная информация на сайте www.polisomin.ru



www.meat-industry.ru, info@meat-industry.ru

МЯСНАЯ ИНДУСТРИЯ

Москва, КДЦ "Гостиный Двор"

30 января-2 февраля 2007г.

VI Международный Форум «МЯСНАЯ ИНДУСТРИЯ 2007»

- главное событие отрасли, определяющее стратегию развития мясной и птицеперерабатывающей промышленности России, место встречи деловых партнеров, самый полный обзор инноваций и достижений в области производства мясной продукции



В ПРОГРАММЕ ФОРУМА:

- VI международная выставка «Мясная Индустрия 2007»
- VI научно-практическая конференция
- Техсалон 2007 «Техника третьего тысячелетия»
- Широкая конкурсная программа

УЧАСТНИКИ ФОРУМА:

Ведущие производители и торговые компании из 26 стран мира: Австрии, Беларуси, Болгарии, Великобритании, Германии, Голландии, Дании, Израиля, Ирландии, Испании, Италии, Канады, Литвы, Нидерландов, Норвегии, Польши, России, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Чехии, Швейцарии, Швеции, ЮАР.

Среди постоянных участников Форума:

SCHALLER-MOSKWA, MATIMEX GMBH, АГРО-3, АГРОС, АНТЕС, ПКФ «Атлантис-Пак», ТД «БЕЛКОЗИН», БОРИСОВСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ, ГНУ ВНИИ мясной промышленности, ГУ ВНИИ ПП, KALLE NALO, ИНТЕР-ТЕХНОЛОГИЯ, МОГУНЦИЯ-ИНТЕРРУС, НПП «Метра», ОКАНТ & К, ПентоПак, ПОЛИ-ПАК, ППТК-Техника, ПРОСТОР Л, СВ-ПОВОЛЖСКОЕ, СПКБ «УРАЛМЯСОМАШ», ТОРГОВЫЙ ДИЗАЙН и многие другие.

По итогам регистрации Международный Форум 2006 года посетили 15665 специалистов из России и 30 стран мира



VI Международный Форум «МЯСНАЯ ИНДУСТРИЯ 2007» -
- МЕСТО ВСТРЕЧИ ПРОФЕССИОНАЛОВ МЯСНОЙ
И ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ