

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Уральский государственный аграрный университет

Е. С. СМИРНОВА, О. В. ЧЕПУШТАНОВА,
Я. С. ПАВЛОВА

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ
БИОТЕХНОЛОГИИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ
ПРОДУКЦИИ СКОТОВОДСТВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Екатеринбург
Издательство Уральского ГАУ
2024

УДК 631.147(075)
ББК 65.9(2)
С56

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом ФГБОУ ВО Уральский ГАУ (протокол № 4 от 07.11.2023)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е. В. Ражина, кандидат биологических наук,
доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов
Уральского государственного аграрного университета
О. С. Чеченихина, доктор биологических наук,
профессор кафедры пищевой инженерии
Уральского государственного экономического университета

С56 **Современные** методы биотехнологии в производстве и переработке продукции скотоводства: учебное пособие / Сост. Е. С. Смирнова, О. В. Чепуштанова, Я. С. Павлова. – Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2024. – 140 с.

ISBN 978-5-87203-564-0

Биотехнология – комплексное научно-практическое направление, разрабатывающее вопросы применения естественных и инженерных наук для технологического использования живых организмов, клеток, их частей и молекулярных аналогов для производства товаров и услуг.

Учебное пособие содержит основные представления о биотехнологии, ее направлениях, этапах развития, современных методах и достижениях при производстве высококачественной продукции и ее переработке.

Пособие может быть использовано как для самостоятельного изучения материала, так и для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Современные методы биотехнологии в производстве и переработке продукции скотоводства» студентами направления подготовки 36.04.02 «Зоотехния» (уровень высшего образования – магистратура), направленность (профиль) «Управление качеством производства молока и говядины» очной и очно-заочной форм обучения.

УДК 631.147(075)
ББК 65.9(2)

ISBN 978-5-87203-564-0

© Смирнова Е. С., 2024
© Чепуштанова О. В., 2024
© Павлова Я. С., 2024
© Уральский государственный аграрный университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Тема 1. БИОТЕХНОЛОГИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ, ПРИМЕНЕНИЕ	9
1.1. История биотехнологии и современное состояние	9
1.2. Биосистемы, объекты и методы в биотехнологии	12
1.3. Современная биотехнология в животноводстве	14
1.4. Биотехнология и ветеринария	17
1.5. Биотехнология и медицина	19
Вопросы для самоконтроля	20
Тема 2. ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ	21
2.1. Классификация живых организмов	21
2.2. Методы биотехнологии	24
Вопросы для самоконтроля	25
Тема 3. ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	27
3.1. История развития генетической инженерии	27
3.2. Использование генетической инженерии в животноводстве	29
Вопросы для самоконтроля	32
Тема 4. КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	33
4.1. История развития клеточной инженерии	33
4.2. Трансплантация эмбрионов	35
4.3. Оплодотворение яйцеклеток вне организма животного (in vitro)	41
4.4. Клонирование животных	43
Вопросы для самоконтроля	44
Тема 5. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ МОЛОКА	45
5.1. Свойства молока	45
5.2. Общие сведения о заквасках	48
5.3. Закваски в производстве кисломолочных продуктов	50
5.4. Биотехнология кисломолочных напитков	52

5.5. Биотехнология сметаны	58
5.6. Биотехнология творога	69
5.7. Биотехнология молочных консервов	76
Вопросы для самоконтроля	78
Тема 6. BIOTEXHOЛOГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ	79
6.1. Микробиологическая сущность сыроделия	79
6.2. Созревание сыров	81
6.3. Закваски и бактериальные препараты, используемые в сыроделии	87
Вопросы для самоконтроля	92
Тема 7. BIOTEXHOЛOГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНОГО СЫРЬЯ	93
7.1. Свойства мясного сырья	93
7.2. Микрофлора охлажденного мяса	96
7.3. Микрофлора мороженого мяса	99
7.4. Дефростированное мясо	101
7.5. Виды порчи мяса	102
Вопросы для самоконтроля	104
Тема 8. BIOTEXHOЛOГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА	105
8.1. Общие принципы производства ферментированных мясных изделий	105
8.2. Микробиологические процессы при производстве ферментированных мясных продуктов	107
8.3. Сырокопченые и варено-копченые колбасные изделия	112
8.4. Способы улучшения качества мясных продуктов	116
8.5. Изменение физико-химических, биологических и органолептических свойств мясных изделий в процессе термовлажностной обработки	118
8.6. Микробиологическая порча мясных консервов	122
Вопросы для самоконтроля	125
ГЛОССАРИЙ	127
БИБЛИОГРАФИЯ	133

ВВЕДЕНИЕ

Биотехнология является в настоящее время одним из приоритетных направлений науки, с которым связывают благосостояние всего человечества в будущем. Однако достижения биотехнологии становятся реальной помощью народному хозяйству и отдельным людям лишь тогда, когда на их основе создаются промышленные производства, функционирование которых направлено на разработку практически ценных продуктов.

Впервые термин «биотехнология» предложил в 1917 г. венгерский инженер Карл Эрике. Он предложил процесс крупномасштабного промышленного выращивания свиней с использованием в качестве корма сахарной свеклы. При этом Эрике рассматривал превращение сырья (свеклы) в целевой продукт (свинину) как ряд биотехнологических этапов. Этот процесс был назван им биотехнологией, так как целевой продукт получался в результате жизнедеятельности биологических систем.

Второе рождение и популярность термин «биотехнология» приобрел после того, как в 1961 г. шведский микробиолог Карл Герен Хеден предложил изменить название научного журнала «Журнал микробиологической и химической инженерии и технологии» на «Биотехнология и биоинженерия». Этот журнал публиковал работы по прикладной микробиологии и промышленной ферментации. С этого момента биотехнология оказалась связанной с исследованиями в области промышленного производства товаров и услуг при участии живых организмов, биологических систем и процессов. Именно эти представления и начали вкладываться в термин «биотехнология».

Биотехнология – это совокупность промышленных методов, в которых используют живые организмы и биологические процессы для производства различных продуктов.

Биотехнология тесно связана с такими науками, как молекулярная биология, микробиология, ветеринария, генетика, инженерные тех-

нологии, биохимия, физиология растений, микробиология, генная инженерия.

Цель биотехнологии – дать представление о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии при использовании биообъектов и биомолекул в промышленном производстве, сельском хозяйстве, здравоохранении и окружающей среде.

Задачи биотехнологии:

- стимулировать обмен веществ клеток для производства запланированных продуктов при одновременном подавлении других реакций метаболизма;
- получение клеток или их составных частей, которые способны к направленному изменению других сложных биоструктур;
- создание рекомбинантных ДНК, которые способны кодировать биосинтез особо ценных соединений;
- создание безотходных и экологически безопасных биотехнологических процессов;
- совершенствование аппаратного оформления биотехнологических процессов с целью получения максимального выхода продукции;
- повышение технико-экономических показателей биотехнологических процессов по сравнению с существующими.

Биотехнология имеет ряд преимуществ:

- биотехнологическим путем можно получить специфичные и уникальные природные вещества, часть из которых (например, белки, ДНК) еще не удается получать путем химического синтеза;
- биотехнологические процессы можно вести при относительно невысоких температурах и давлении;
- микроорганизмы имеют значительно более высокие скорости роста и накопления клеточной массы, чем другие организмы. Так, с помощью микроорганизмов в ферментере объемом 300 м³ за сутки можно выработать 1 т белка (365 т/год). Чтобы такое же количество белка в год выработать с помощью крупного рогатого скота, нужно иметь стадо численностью 30 000 голов. Если же использовать для получения такой скорости производства белка бобовые растения, например горох, то потребуются иметь поле гороха площадью 5400 га;

ВВЕДЕНИЕ

- в качестве сырья можно использовать дешевые отходы сельского хозяйства и промышленности;
- биотехнологические процессы обычно более экологичны, имеют меньше вредных отходов, близки к протекающим в природе естественным процессам;
- технология и аппаратура более простые и дешевые.

Биотехнологии в сельском хозяйстве внесли большой вклад в развитие и становление отрасли. Несмотря на то что биологическая сущность биотехнологических процессов была раскрыта совсем недавно, использование их продолжается на протяжении тысячелетий.

С точки зрения современной науки биотехнология в сельском хозяйстве – это промышленное использование биологических процессов и агентов на основе получения высокоэффективных форм микроорганизмов, культур клеток и тканей растений и животных с заданными свойствами.

Таким образом, биотехнология является междисциплинарной областью научно-технического прогресса, возникшей на стыке биологических, химических и технических наук.

Тема 1. БИОТЕХНОЛОГИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

1.1. ИСТОРИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Название науки «биотехнология» происходит от греческих слов bios – «жизнь», tekhnē – «искусство», logos – «слово, учение, наука».

Термин «биотехнология» вошел в широкий обиход в 70-е годы XX столетия, хотя многие ее методы использовались испокон веков. Определение биотехнологии в довольно полном объеме дано Европейской биотехнологической федерацией, основанной в 1978 году. По этому определению, биотехнология – наука, которая на основе применения знаний в области микробиологии, биохимии, генетики, генной инженерии, иммунологии, химической технологии, приборостроения, машиностроения использует биотехнологические объекты (микроорганизмы, клетки тканей животных и растений) или молекулы (нуклеиновые кислоты, белки, ферменты, углеводы и др.) для промышленного производства полезных для человека и животных веществ и продуктов. На рис. 1 представлены возможности использования биотехнологии.

На III съезде Европейской ассоциации биотехнологов (Мюнхен, 1984 год) голландский ученый Е. Хаувинк разделил историю биотехнологии на 5 эр.

I. Допаастеровская эра (до 1865 года) – использование спиртового и молочнокислого брожения при получении пива, вина, сыра, хлеба. Получение ферментированных продуктов и уксуса.

II. Послепаастеровская эра (1866–1940 годы) – производство этанола, бутанола, ацетона, глицерина, органических кислот, вакцин. Аэробная очистка канализационных вод. Производство кормовых дрожжей из углеводов.

III. Эра антибиотиков (1941–1960 годы) – производство пенициллина и других антибиотиков путем глубоинной ферментации. Культивирование растительных клеток и вирусных вакцин.

IV. Эра управляемого биосинтеза (1961–1975 годы) – производство аминокислот с помощью микробных мутантов. Получение чистых ферментов. Анаэробная очистка сточных вод.

V. Эра новой биотехнологии (после 1975 года) – использование генной и клеточной инженерии в целях получения агентов биосинтеза, получение гибридов, моноклональных антител, трансплантация эмбрионов.



Рис. 1. Возможности использования биотехнологии

В настоящее время достижения биотехнологии перспективны в следующих отраслях:

Промышленность (пищевая, фармацевтическая, химическая, нефтегазовая) использование биосинтеза и биотрансформации новых веществ на основе сконструированных штаммов бактерий и дрожжей с заданными свойствами.

Экология – повышение эффективности защиты растений, разработка экологически безопасных технологий очистки сточных вод, утилизация отходов агропромышленного комплекса, конструирование экосистем.

Энергетика – применение новых источников биоэнергии, полученных на основе микробиологического синтеза, биоконверсии биомассы в биогаз.

Сельское хозяйство – разработка трансгенных агрокультур, получение трансгенных животных, разработка бактериальных удобрений, биологических средств защиты растений, создание кормовых препаратов из растительной, микробной биомассы и отходов сельскохозяйственного производства, репродукция животных на основе эмбриогенетических методов.

Медицина – разработка медицинских биопрепаратов, моноклональных антител, вакцин, развитие иммунобиотехнологии. В обозримом будущем будут определены новые краеугольные камни биотехнологии, и нас ждут новые открытия и достижения.

1.2. БИОСИСТЕМЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ

Одним из терминов в биотехнологии является биосистема. Обобщенные характеристики биологической (живой) системы могут быть сведены к трем присущим им основным признакам:

1. Живые системы являются гетерогенными открытыми системами, обменивающимися с окружающей средой веществами и энергией.
2. Эти системы являются самоуправляемыми, саморегулирующимися, т. е. способными к обмену информацией с окружающей средой для поддержания своей структуры и управления процессами метаболизма.
3. Живые системы являются самовоспроизводящимися (клетки, организмы).

По структуре биосистемы делятся на элементы (подсистемы), связанные между собой, и характеризуются сложной организацией (атомы, молекулы, органеллы, клетки, организмы, популяции, сообщества).

В качестве биологических объектов, или систем, которые использует биотехнология, прежде всего необходимо назвать одноклеточные микроорганизмы, а также животные и растительные клетки.

Выбор этих объектов обусловлен следующим:

1. Клетки являются своего рода «биофабриками», вырабатывающими в процессе жизнедеятельности разнообразные ценные продукты: белки, жиры, углеводы, витамины, нуклеиновые кислоты, аминокислоты, антибиотики, гормоны, антитела, антигены, ферменты, спирты и пр. Многие из этих продуктов, необходимые в жизни человека, пока недоступны для получения «небиотехнологическими» способами из-за дефицитности, высокой стоимости сырья или же сложности технологических процессов.
2. Клетки быстро воспроизводятся.
3. Биосинтез сложных веществ, таких как белки, антибиотики, антигены, антитела и др., значительно экономичнее и технологически доступнее, чем химический синтез. При этом исходное сырье для биосинтеза, как правило, проще и доступнее, чем сырье для других видов синтеза.

4. Возможность проведения биотехнологического процесса в промышленных масштабах, т. е. наличие соответствующего технологического оборудования, доступность сырья, технологии переработки и т. д.

Таким образом, природа дала в руки исследователям живую систему, содержащую и синтезирующую уникальные компоненты, в первую очередь нуклеиновые кислоты, с открытием которых и начали бурно развиваться биотехнология и мировая наука в целом.

Объектами биотехнологии являются вирусы, бактерии, грибы, протозойные организмы, клетки (ткани) растений, животных и человека, вещества биологического происхождения (например, ферменты, простагландины, лектины, нуклеиновые кислоты), молекулы.

Методы, применяемые в биотехнологии, определяются двумя уровнями: клеточным и молекулярным.

В первом случае дело имеют с бактериальными клетками (для получения вакцинных препаратов), актиномицетами (при получении антибиотиков), микромицетами (при получении лимонной кислоты), животными клетками (при изготовлении противовирусных вакцин), клетками человека (при изготовлении интерферона) и др.

Во втором случае дело имеют с молекулами, например с нуклеиновыми кислотами. Однако в конечной стадии молекулярный уровень трансформируется в клеточный.

Все микрообъекты, используемые в биотехнологии, относят к акариотам, прокариотам или эукариотам. В группу акариот входят вирусы, прокариот – клетки сине-зеленых водорослей и бактерий, эукариот – клетки простейших, водорослей и грибов. Биообъекты из микромира отличаются по размеру (например, от нанометров (вирусы, бактериофаги) до миллиметров и сантиметров (гигантские водоросли)) и характеризуются относительно быстрым темпом размножения.

В результате фундаментальных биологических исследований углубляются и расширяются знания о природе и тем самым о возможностях прикладного использования той или иной биологической системы в качестве активного начала биотехнологического процесса.

1.3. СОВРЕМЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Генетическое совершенствование популяций сельскохозяйственных животных было и остается ключевой проблемой животноводства, от решения которой зависят уровень его интенсификации, увеличение производства высококачественных продуктов питания. В основе системы крупномасштабной селекции животных, которая определяет и определяет темпы генетического улучшения мирового животноводства, лежат принципы популяционной генетики, система ускорения репродукции животных с использованием методов искусственного осеменения и консервации гамет.

Вместе с тем достижения и огромный объем исследований в области молекулярной биологии открыли новые перспективы в совершенствовании животноводства. Возникла новая отрасль биологии – биотехнология. Главными направлениями биотехнологии являются клеточная и генетическая инженерия.

К успехам клеточной инженерии в животноводстве следует отнести разработку метода трансплантации эмбрионов сельскохозяйственных животных, прежде всего крупного рогатого скота. В настоящее время этот метод широко используется в практике животноводства. С развитием искусственного осеменения была решена проблема ускорения распространения генетического потенциала мужских особей, что позволило на порядок повысить темпы селекции.

Была поставлена и решена задача созревания ооцитов, оплодотворения и раннего эмбрионального развития сельскохозяйственных животных *in vitro*. Это позволило использовать значительное количество женских генеративных клеток от животных с ценным генотипом уже после того, как данные особи закончили жизненный цикл. Кроме того, реализация данного метода способствовала получению идентичных по генотипу пар животных, которые широко используются в исследованиях влияния факторов внешней среды на животный организм. Являясь идеальными аналогами, эти особи позволяют повысить и достоверность исследований при меньшем числе животных в группах.

Микроманипуляции с эмбрионами, их разделение и присоединение позволяют получить химерных сельскохозяйственных животных.

Они не представляют интереса для селекционеров, но являются объектами для изучения взаимодействий фенотипа и генотипа.

Одним из направлений по клонированию животных является применение метода введения ядра соматической клетки в энуклеированную зиготу. С применением этой методики стало возможным создание стада стандартизированных высокопродуктивных животных.

Важнейшим аспектом исследований в области клеточной инженерии являются работы по созданию линий стволовых тотипотентных клеток сельскохозяйственных животных.

Существенным достижением биотехнологии в животноводстве является использование стимуляторов, полученных трансгенными микробами-продуцентами. Примером может служить технология производства бычьего и свиного соматотропинов.

Важнейшим направлением биотехнологии в сельском хозяйстве являются конструирование генов и интеграция их в геном. Одно из направлений исследований – получение трансгенных животных. Трансгенные мыши могут служить модельными системами для изучения болезней человека и тест-системами для исследования возможности синтеза продуктов, представляющих интерес для медицины. Используя целых животных, можно моделировать и возникновение патологии, и ее развитие.

Получен трансгенный крупный рогатый скот. Одна из целей трансгеноза крупного рогатого скота – изменение содержания в молоке различных компонентов. Другая важная задача – создание устойчивых к заболеваниям животных.

Опыты по трансгенозу овец и коз направлены на изменение молочных желез этих животных в своеобразные биореакторы для получения белковых продуктов, которые можно будет использовать в медицине.

Созданы трансгенные овцы и козы, в молоко которых секретировались белки человека. Также созданы трансгенные овцы с повышенной скоростью роста шерсти.

Положительные результаты были получены в ходе экспериментов с трансгенными свиньями. Например, созданы трансгенные свиньи, в геноме которых присутствовала следующая генетическая конструкция: регуляторная область гена β -глобина человека, два гена $\alpha 1$ -глобина человека и один ген βA -глобина человека. В результате ее экспрес-

сии в клетках крови свиней синтезировался человеческий гемоглобин. Продуцируемый трансгенными свиньями, он обладал такими же химическими свойствами, что и природный человеческий. Его можно очистить от гемоглобина свиней обычной хроматографией.

Получены трансгенные цыплята, которых можно использовать для улучшения генотипа уже существующих пород: для придания им устойчивости к вирусным инфекциям и заболеваниям, вызываемым кокцидиями, повышения эффективности усвоения пищи, снижения уровня жира и холестерина в яйцах, повышения качества мяса.

По мере истощения природных рыбных запасов все большую роль будет приобретать разведение рыбы в искусственных условиях. Основная цель исследований в этой области – создание рекомбинантных рыб путем трансгеноза. Получены трансгенные виды рыб – карпа, лосося, зубатки, форели и т. д. Трансгенные лососи крупнее и быстрее прибавляют в весе. Но оказалось, что этот лосось может вытеснить обычную рыбу. Самцы нормального лосося перестали обращать внимание на более мелких «натуральных» самок. К тому же мясо модифицированного лосося имеет не слишком приятный цвет и вкус. Нельзя до конца опытов и тестов выпускать трансгенные образцы на свободу, так как последствия могут быть непредсказуемыми.

1.4. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Генетическая и клеточная инженерия оказали большое влияние и на развитие современной ветеринарной науки, в частности, на создание нового поколения биологических препаратов, разработку методов диагностики и средств специфической профилактики инфекционных болезней животных. При этом на первый план выдвигается разработка высокочувствительных и высокоспецифичных методов диагностики, в том числе экспресс-методов на основе достижений в физико-химической биологии, технологии рекомбинантных ДНК, гибридной технологии.

В последнее время широкое распространение получил иммуноферментный метод индикации различных веществ. На его основе разрабатываются высокочувствительные диагностикумы для ряда инфекционных и инвазионных болезней животных. Так, уже освоено производство иммуноферментного диагностикума вирусного энтерита телят, изготовлены опытно-промышленные партии компонентов для иммуноферментной диагностики ряда других заболеваний.

На основе созданной рекомбинантной плазмиды разработан и испытан в России и Венгрии на большом клиническом материале гибридизационный зонд для идентификации возбудителя микоплазмоза свиней. Получена рекомбинантная плазида, разработан и испытан гибридизационный зонд для идентификации возбудителей туберкулеза паравирусной инфекции свиней, герпес-вируса, а также для идентификации микоплазменной контаминации клеточных культур.

Метод цепной полимеризации (ПЦР) позволяет амплифицировать любую нуклеотидную последовательность. Он высокочувствителен и специфичен, может широко использоваться как исследовательский тест для идентификации различных агентов, в том числе для выявления ретровирусов.

С помощью гибридной технологии получены гибридные культуры, продуцирующие моноклональные антитела к вирусам ящура, лейкоза крупного рогатого скота, ринопневмонии лошадей, классической и африканской чумы свиней, бруцеллам, микобактериям, листериям, антигенам эхинококка и т. д. На их основе разработаны различные диагностические тест-системы.

Применение биотехнологических методов позволяет получать вакцины, которые не могли быть созданы с помощью традиционных методов, против гельминтозов, болезней, вызываемых простейшими, риккетсиями, некоторыми бактериями и вирусами. Наиболее значительным достижением в этой области является производство нерепликативных вакцин, в которых используется лишь фрагмент вируса, имитирующий его иммуногенный участок.

Большое внимание уделяется исследованиям, в которых генам чужого вектора вводится ген, кодирующий иммуногенную фракцию паразита, бактерии или вируса. Такие вакцины предусматриваются для вакцинации против гельминтов (шистозомы), протозойных (бабезнозы), вирусных (бешенство, чума крупного рогатого скота) болезней.

1.5. БИОТЕХНОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

Нет такого экспериментального подхода или исследовательского направления в биотехнологии, которые бы не получили применения в медицине. Вот почему столь многообразны связи между биотехнологией и самой гуманной из всех наук – медициной.

С помощью биотехнологии получены антибиотики, гормоны, интерфероны, интерлейкины, моноклональные антитела и ДНК- или РНК-пробы, рекомбинантные вакцины и вакцины-антигены, ферменты медицинского назначения.

Таким образом, потенциал биотехнологии велик. Все направления биотехнологии должны служить человечеству. В современных условиях открываются широкие перспективы и возможности для использования новых научных исследований и разработок на благо человека и общества. Таким образом, мы ознакомились с этапами развития биотехнологии, методами и приемами, рассмотрели перспективы использования биотехнологии в народном хозяйстве.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение термину «биотехнология».
2. Назовите возможности использования биотехнологии.
3. Кем и когда история развития биотехнологии была поделена на пять периодов?
4. Охарактеризуйте допастеровскую эру развития биотехнологии.
5. Какие приемы использовались в допастеровскую эру?
6. Охарактеризуйте послепастеровскую эру. Производство каких веществ было налажено с помощью биотехнологических методов и приемов?
7. Охарактеризуйте эру антибиотиков. Какими достижениями биотехнологии отмечен этот период?
8. Охарактеризуйте эру управляемого биосинтеза.
9. Охарактеризуйте эру новой биотехнологии.
10. Дайте определение понятию «биосистема». Назовите обобщенные характеристики биологической (живой) системы.
11. На какие иерархические уровни можно подразделить все биосистемы?
12. Назовите объекты и методы биотехнологии.
13. Поясните, что означают термины «первичные метаболиты» и «вторичные метаболиты». Какие вещества к ним относят?
14. Расскажите о достижении современной биотехнологии в животноводстве.
15. Расскажите о достижении биотехнологии в ветеринарии и медицине.

Тема 2. ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Все живые существа на Земле представлены тремя надцарствами. В основу этой классификации положена морфологическая организация генетической системы: безъядерные (акариоты) – вирусы и вириды; предъядерные (прокариоты) – бактерии и сине-зеленые водоросли (цианобактерии); ядерные (эукариоты) – царства грибы, растения, животные.

Объекты биотехнологии: вирусы; бактерии; грибы (микро- и макромицеты); простейшие; клетки и ткани растений, животных и человека, а также некоторые биогенные и функционально сходные с ними вещества (ферменты, простагландины, лектины и др.). В настоящее время основным объектом биотехнологии являются прокариоты (таблица 1).

Вирусы – бесклеточные частицы размером несколько нанометров (нм), видимые только под электронным микроскопом. Они являются паразитами и могут размножаться только в клетках других организмов.

Вне клеток вирусы существуют в виде вирионов. Вирион представляет собой комплекс нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) с белком.

Белковые молекулы, которые окружают РНК или ДНК, создают оболочку вируса (капсид).

По типу нуклеиновой кислоты вирусы делятся на РНК-содержащие (вирусы растений; вирусы, вызывающие грипп, бешенство, СПИД и др.) и ДНК-содержащие (вирусы герпеса, оспы и др.).

Наряду с типичными вирусами открыты вириды. Они представляют собой частицы, которые состоят из низкомолекулярных РНК (240–400 нуклеотидов) и не содержат капсиды.

Микроорганизмы, используемые в промышленности
для получения целевых продуктов

Организм	Тип	Продукт
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Дрожжи	Пекарские дрожжи, вино, эль, sake
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Бактерии	Йогурт
<i>Propionibacterium shermanii</i>	Бактерии	Швейцарский сыр
<i>Gluconobacterium suboxidans</i>	Бактерии	Уксус
<i>Penicillium roquefortii</i>	Плесень	Сыры типа рокфора
<i>Aspergillus oryzae</i>	Плесень	Sake
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Дрожжи	Этанол
<i>Clostridium acetobutylicum</i>	Бактерии	Ацетон
<i>Xanthomonas campestris</i>	Бактерии	Полисахариды
<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Бактерии	L-Лизин
<i>Candida utilis</i>	Дрожжи	Микробный белок
<i>Propionibacterium</i>	Бактерии	Витамин B12
<i>Aspergillus oryzae</i>	Плесень	Амилаза
<i>Kluyveromyces fragilis</i>	Дрожжи	Лактаза
<i>Saccharomycopsis lipolytica</i>	Дрожжи	Липаза
<i>Bacillus</i>	Бактерии	Протеазы
<i>Endothia parasitica</i>	Плесень	Сычужный фермент
<i>Leocanostoc mesenteroides</i>	Бактерии	Декстран
<i>Xanthomonas campestris</i>	Бактерии	Ксантан
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Плесень	Пенициллины
<i>Chehalosporium acremonium</i>	Плесень	Цефалоспорины
<i>Rhizopus nigricans</i>	Плесень	Трансформация стероидов
Гибридомы	–	Иммуноглобулины и моноклональные антитела
Клеточные линии млекопитающих	–	Клетки млекопитающих
<i>E. coli</i> (рекомбинантные штаммы)	Бактерии	Интерферон
<i>Blakeslea trispora</i>	Плесень	Инсулин, гормон роста, интерферон
<i>Phaffia rhodozyma</i>	Дрожжи	β-Каротин
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Бактерии	Астаксантин
<i>Bacillus popilliae</i>	Бактерии	Биоинсектициды

Бактерии – это безъядерные, как правило, одноклеточные организмы размером 0,2–10,0 мкм, имеют определенную форму (палочки, кокки, спиралевидные формы). Внутреннее содержимое бактериальной клетки (цитоплазма) изолировано от внешней среды клеточной оболочкой, которая состоит из тонкой мембраны и стенки.

Клеточная стенка имеет сложное строение и придает бактериальной клетке определенную форму. Исключение составляют микоплазмы, у которых нет клеточной стенки и, соответственно, определенной формы. Бактериальные клетки, лишенные клеточной стенки, называются протопластами. Они используются в клеточно-инженерных исследованиях.

Для бактерий характерны разнообразные условия обитания, приспособляемость, способы питания и биоэнергообразования, отношение к микроорганизмам (животным и растениям).

Из биомассы бактерий получают различные органические вещества, в частности, аминокислоты, белковые вещества, в том числе ферменты. Бактерии являются удобным объектом для генетических исследований, так как быстро размножаются и содержат плазмидную ДНК, способную включать в свой состав чужеродные фрагменты.

В научно-исследовательских и промышленных целях используют генетически модифицированные и иммобилизованные на носителях клетки бактерий. Наиболее изученной и широко применяемой в генно-инженерных исследованиях клеткой является кишечная палочка, которая обитает в толстом кишечнике человека (*Escherichia coli*, *E. coli*).

Грибы насчитывают десятки тысяч видов. Они имеют клеточное ядро, сочетают в себе черты клеток растений (прочная клеточная стенка) и животных (нуждаются в некоторых витаминах и способны синтезировать свойственные животным полисахариды: хитин и гликоген).

Наибольший интерес для биотехнологии представляют микроскопические грибы (дрожжи, плесневые и другие микроорганизмы). Их применяют в хлебопечении, пивоварении и в молочной промышленности, для получения спиртов, органических кислот, антибиотиков, различных биологически активных веществ и кормового белка.

2.2. МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

1. Общие – методы органической, физической, коллоидной или биологической химии, микробиологии, цитологии, физиологии и других дисциплин (определение окислительно-восстановительного потенциала, электропроводности, рН, концентрации кислорода, диоксида углерода, аммиака, аминокислот и органических кислот, глюкозы, активности ферментов и многих других параметров).

2. Специальные – крупномасштабное глубинное культивирование биообъектов в периодическом, полунепрерывном или непрерывном режиме.

3. Специфические – методы генетической и клеточной инженерии.

Генетическая инженерия – это методы получения рекомбинантных ДНК, которые объединяют последовательности нуклеотидов разного происхождения.

В генетической инженерии выделяют следующие виды:

- 1) генная инженерия – целенаправленное изменение естественных генетических характеристик известных вирусов и клеток;
- 2) геномная инженерия – целенаправленная глубокая перестройка генома акариот, прокариот и эукариот, в том числе и создания новых видов;
- 3) хромосомная инженерия – перенос изолированных хромосом от клетки-донора одного организма в клетку-реципиент другого организма.

Клеточная инженерия – это создание ранее неизвестных клеточных систем с новыми свойствами на основе клеточных взаимодействий.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Назовите объекты биотехнологии.
2. Назовите примеры микроорганизмов, используемых в промышленности для получения молочных продуктов.
3. Дайте определение понятию «вирусы».
4. Почему бактерии являются удобным объектом для генетических исследований?
5. Что такое вирион?
6. Дайте определение понятию «бактерии».
7. Характеристика вирусов.
8. Какие органические вещества можно получить из бактерий?
9. Дайте определение понятию «грибы».
10. Какой вид грибов представляет наибольший интерес для биотехнологии и почему?
11. Перечислите методы биотехнологии.
12. Приведите примеры специфических методов биотехнологии.
13. Где, на ваш взгляд, используются общие методы биотехнологии?
14. Что такое протопласты?
15. В какой отрасли пищевой промышленности используют грибы? Приведите примеры.

Тема 3. ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

3.1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Генетическая инженерия – ветвь молекулярной генетики, исследующая возможности и способы создания лабораторным путем генетических структур и наследственно измененных организмов, т. е. создания искусственных генетических программ, с помощью которых направленно конструируются молекулярные генетические системы вне организма с последующим их введением в живой организм.

Обычно употребляют два названия данного научного направления: генетическая инженерия и генная инженерия, – являющиеся как бы синонимами. Однако их смысловое содержание неодинаково: генетическую инженерию связывают с генетикой, а генная инженерия имеет отношение только к генам. Кроме того, генетическая инженерия точнее раскрывает содержание дисциплины – создание генетических программ, основная задача которых – создание *in vitro* молекул ДНК посредством соединения фрагментов ДНК, которые в естественных условиях чаще не сочетаются благодаря межвидовым барьерам (рекомбинантные ДНК).

Согласно определению национальных институтов здоровья США, рекомбинантными ДНК называют молекулы ДНК, полученные вне живой клетки путем соединения природных или синтетических фрагментов ДНК с молекулами, способными реплицироваться в клетке.

Генетическая инженерия возникла на стыке многих биологических дисциплин: молекулярной генетики, энзимологии, биохимии нуклеиновых кислот и др.

Первая рекомбинантная ДНК получена в 1972 году. Формально 1972 год следует считать датой рождения генетической инженерии.

Генетическая инженерия имеет яркую историю благодаря тому общественному резонансу, который она вызвала с самых первых своих шагов. Начало этим событиям положило послание участников Гордоновской конференции (1973) президиуму АН США, в котором говорилось о возможной опасности технологий рекомбинантных ДНК для здоровья человека. Возможные блага генетической инженерии признавались с самого начала, но разногласия по данной проблеме не затихли и сейчас.

3.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Применение методов генетической инженерии в животноводстве открывает перспективу изменения ряда свойств организма: повышение продуктивности, резистентности к заболеваниям, увеличение скорости роста, улучшение качества продукции и др. Животных, несущих в своем геноме рекомбинантный (чужеродный) ген, принято называть трансгенными, а ген, интегрированный в геном реципиента, – трансгеном. Продукт этого гена (белок) является трансгенным.

Благодаря переносу генов у трансгенных животных возникают новые качества, а дальнейшая смена позволяет закрепить их в потомстве и создавать трансгенные линии.

Этапы получения трансгенных животных путем микроинъекции ДНК представлена на рис. 2.

Для исследования у трансгенных животных выделяют РНК из тех тканей, в которых предполагается наиболее высокий уровень экспрессии. Качественный и количественный анализы экзогенных белков позволяют судить об уровне трансляции инъецированного генного материала.

Генетический анализ родившихся трансгенных животных и полученного от них потомства показал, что, несмотря на инъекцию ДНК на ранних стадиях, в трансгенных линиях могут появиться так называемые мозаики. К мозаикам относят животных, происходящих из одной зиготы, но имеющих разные генотипы. Помимо клеточных линий, содержащих трансген, они имеют еще нетрансгенные клеточные линии. Около 30 % первичных трансгенных животных получены методом микроинъекции ДНК, мозаики, что затрудняет создание чистых трансгенных линий животных. Этим объясняется тот факт, что трансген передается потомству с ожидаемой в соответствии с законами Г. Менделя частотой 50 %. Часть мозаиков вообще не может дать начало трансгенным линиям, так как у них отсутствует передача трансгена по наследству.

Одна из важнейших задач сельскохозяйственной биотехнологии – выведение трансгенных животных с улучшенной продуктивностью и более высоким качеством продукции, резистентностью к болезням,

а также создание так называемых животных-биореакторов – продуцентов ценных биологически активных веществ.



Рис. 2. Схема получения трансгенных животных

В конце 70-х годов XX века на основе технологии рекомбинантной ДНК получили гормон роста микробного происхождения. Было доказано, что гормон роста оказывает такое же стимулирующее действие на лактацию и рост животного, как и гипофизарный. Гормон роста, полученный с помощью методов генетической инженерии, при крупномасштабном применении вызывал увеличение удоев на 23–31 % при дозе 13 мг в день. Разработаны формы препарата пролонгированного действия, позволяющие использовать его один раз в две недели и даже в месяц. При ежедневной инъекции гормона роста молодняку крупного рогатого скота, свиней и овец удалось увеличить суточные привесы на 20–30 % при значительном сокращении расхода кормов на единицу прироста. У молодняку свиней с ускорением роста увеличивалось содержание белка и уменьшалось содержание жира в тканях, что повышало качество мясопродуктов.

Первые трансгенные мыши с геном гормона роста были получены в 1982 году. У них отмечались повышение скорости роста и увеличе-

ние конечной живой массы. Однако у трансгенных свиней с геном гормона роста (1989 год) увеличение роста не наблюдалось.

Рассматривается возможность уменьшения лактозы в молоке путем создания животных, у которых присутствует специфический для молочной железы промотор, соединенный с геном фермента β -галактозидазы, катализирующий распад лактозы. Молоко таких животных, не содержащее лактозы, могут использовать люди, у которых не синтезируется β -галактозидаза. Ведутся работы по введению генных конструкций в организм трансгенных животных, вырабатывающих антитела, которые предотвращают маститы.

Другая важная задача – выведение трансгенных животных, устойчивых к заболеваниям. Ведутся исследования в целях получения трансгенных животных, резистентных к маститу за счет повышения содержания белка лактоферина в тканях молочной железы. Л. К. Эрнст продемонстрировал устойчивость трансгенных животных с геном антисмысловой РНК к лейкозу крупного рогатого скота, к заражению вирусом лейкоза.

Использование трансгенных животных в медицине является перспективным. Благодаря трансгенным животным можно получить новые биологически активные соединения, за счет включения в клетки организма животного новых генов. Например, выведение новых видов трансгенных коров и коз, в молоке которых содержится человеческий белок лактоферрин, который является из компонентов иммунной системы организма, принимает участие в системе врожденного гуморального иммунитета, регулирует функции иммунокомпетентных клеток.

В России группой ученых под руководством Л. К. Эрнста получены трансгенные овцы с геном химозина, в 1 л молока которых содержится 200–300 мг химозина, основного компонента для производства сыра. Из 3 л молока трансгенной овцы можно получить достаточное количество химозина для производства 1 т сыра из коровьего молока.

Таким образом, возможности генетической инженерии в животноводстве и других отраслях народного хозяйства огромны и перспективны. На основе методов генетической инженерии получены инсулин, соматотропин, интерфероны.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение понятию «генетическая инженерия».
2. Что подразумевается под понятием «рекомбинантная ДНК»?
3. Когда возникла генная инженерия?
4. Какие методы генетической инженерии используются в животноводстве?
5. Какие животные называются трансгенными?
6. На что может влиять трансгеном?
7. Опишите метод получения трансгенных животных.
8. Перечислите задачи биотехнологии. Какая, на ваш взгляд, основная задача сельскохозяйственной биотехнологии?
9. Когда был получен гормон роста микробного происхождения?
10. На что может повлиять гормон роста микробного происхождения?
11. Каким способом можно получить животных с уменьшенной долей лактозы в молоке?
12. Какие ученые внесли существенный вклад в биотехнологию?
13. Каким образом можно использовать трансгенных животных в медицине?
14. Какие приемы используют для трансформации генов в геном животного?
15. Дайте определение понятию «мозаики». Почему образуются организмы-мозаики?

Тема 4. КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

4.1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КЛЕТОЧНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Клеточная инженерия – одно из наиболее важных направлений в биотехнологии.

Основой клеточной инженерии является гибридизация соматических клеток – слияние неполовых клеток с образованием единого целого.

Бурное развитие клеточной инженерии пришлось на 50-е годы XX века, хотя попытки выращивания изолированных кусочков ткани были сделаны гораздо раньше. В конце XIX – начале XX века немецкие ученые Х. Фехтинг, С. Рехингер, Дж. Хаберландт сделали первую неудачную попытку стимуляции роста растительных тканей и органов, помещенных на фильтровальную бумагу, пропитанную сахарозой. Несмотря на отсутствие положительных результатов, их работы представляют большой интерес. В них были высказаны идеи, которые намного опередили развитие науки того времени и нашли свое подтверждение несколько десятилетий спустя. Так, Х. Фехтинг предположил, что полярность присуща не только организму или органу растения, но и самой клетке. С. Рехингер определил минимальный размер сегмента, образующего каллус. Согласно его исследованиям, в кусочках ткани тоньше 1,5–2 мм клетки не делились. Дж. Хаберландт впервые четко сформулировал идеи о возможности культивирования *in vitro* изолированных клеток растений и о тотипотентности клеток, т. е. способности любой соматической клетки полностью реализовать свой потенциал развития.

Первые успехи были получены в 1922 году американским исследователем В. Роббинсом и немецким ученым В. Котте. Независимо друг от друга они показали возможность выращивания меристем кончиков корней томатов и кукурузы на синтетической питатель-

ной среде. Считается, что их работы легли в основу метода культуры изолированных корней растений.

Настоящее развитие метода культуры тканей и клеток высших растений началось в 1932 году с работ французского ученого Р. Готре и американского исследователя Ф. Уайта. Ими разработаны методы культивирования объектов. В 1960 году Е. Коккинг разработал метод получения изолированных протопластов. Это послужило толчком к получению соматических гибридов. В это же время Дж. Морел и Р. Г. Бутенко предложили метод клонального микроразмножения, который сразу же нашел широкое практическое применение.

Большие успехи достигнуты в развитии методов получения трансгенных растений, технологий использования изолированных тканей и клеток.

Широкое распространение получили метод трансплантации эмбрионов и создание гибридов. Интерес представляет также получение химерных животных.

4.2. ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ЭМБРИОНОВ

Биотехнология имеет особое значение в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота. Крупный рогатый скот относится к одноплодным видам млекопитающих. От одной коровы можно получить в лучшем случае одного теленка в год. Однако в ее яичнике содержатся сотни тысяч незрелых половых клеток (ооцитов). Они представляют огромный генетический резерв. Ускорить воспроизводство скота можно при переходе к нетрадиционным способам увеличения плодовитости. В последнее время приобрела практическое значение трансплантация эмбрионов.

Трансплантация эмбрионов – нетрадиционный метод воспроизводства стада, включающий ряд биотехнологических приемов: суперовуляция у доноров, извлечение эмбрионов на ранних стадиях развития, их культивирование или криопрезервация, пересадка в матку реципиента.

Основное назначение трансплантации эмбрионов – получение самцов-трансплантантов для предприятий по искусственному осеменению. Наряду с этим трансплантация решает проблему быстрого создания стад с рекордной продуктивностью как путем интенсивного использования собственных коров-рекордисток, так и ввоза эмбрионов из других регионов страны и из-за рубежа. По данным Б. П. Завертяева, трансплантация эмбрионов усиливает ежегодный генетический прогресс на 3 %.

Первого теленка-транспланта у нас в стране получили в 1977 г. в Калужской области. Однако началом внедрения трансплантации эмбрионов в практику животноводства следует считать 1984 г. Этому предшествовало создание отделов трансплантации эмбрионов при головных и региональных научно-исследовательских институтах животноводства. Координация их деятельности была возложена на Всесоюзное научно-производственное объединение по племенному делу в животноводстве, а научно-методическое руководство осуществляло отделение животноводства ВАСХНИЛ.

За 1987 году в стране получили 7420 полноценных эмбрионов, родилось 1589 телят-трансплантантов. Наиболее успешно эта работа была организована в ВИЖ.

Импорт эмбрионов вместо племенных животных намного дешевле, к тому же исключаются транспортные проблемы, необходимость осуществления карантинных мероприятий, облегчается процесс акклиматизации пород и гибридов. Поэтому экспорт и импорт эмбрионов становится все более популярным средством обмена генофондом между странами и континентами.

При отборе коров-доноров важнейшим условием является высокая молочная продуктивность: она должна быть не ниже 7000 кг молока за 300 дней лактации при содержании жира 3,6–4,2 %. Оценка коров-доноров по собственной продуктивности охватывает 2–3 лактации, что повышает степень ее надежности. Кроме того, при этом учитывают результаты оценки по продуктивности отца и матери.

Технология трансплантации эмбрионов включает следующие этапы:

1. Отбор доноров. В качестве коров-доноров отбирают матерей потенциальных племенных быков. На первом этапе племенная ценность донора оценивается по главным признакам молочного скота – по уровню молочной продуктивности и жирности молока. На втором этапе число признаков в зависимости от цели селекции расширяется (форма вымени и сосков, свойства молокоотдачи, резистентность, крепость костяка и копыт, тип и воспроизводительные качества). Предпочтение отдают коровам, которые сохранили в течение трех отелов стабильную воспроизводительную способность. От таких коров можно регулярно получать эмбрионы через каждые два месяца. У коров-доноров при всех отелах должны отсутствовать осложнения (мертворождаемость, задержание последа, послеродовые заболевания половых органов).

2. Вызывание суперовуляции. В группу доноров переводят только тех коров, которые положительно реагируют на введение гормонов. Для стимуляции множественной овуляции используют:

- а) гонадотропин сыворотки жеребых кобыл (СЖК) в сочетании с простагландинами и другими биологически активными веществами. Вводят однократно. Этот способ позволяет вызывать суперовуляцию примерно у 70 % коров;
- б) фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) или его комбинация с лютеинизирующим гормоном (ЛГ) в соотношении 5 : 1. Вводят многократно.

Оптимальный результат суперовуляции – выход из яичника в воронку яйцепровода 10–20 яйцеклеток. Эмбрионы можно получить менее чем от половины первоначально отобранных потенциальных коров-доноров. Хорошими донорами считают коров, которые после многократных суперовуляций имеют хорошую реакцию яичника и производят большое число пригодных для пересадки эмбрионов за одно вымывание.

Кормление доноров должно быть таким, чтобы они находились в хорошем физиологическом состоянии. Рацион коровы-донора должен быть сбалансированным по основным питательным веществам, особенно по аминокислотам и микроэлементам.

3. Искусственное осеменение коров-доноров. Для этого используют сперму только выдающихся быков-производителей, достоверно оцененных по качеству потомства. Коров осеменяют дважды: первый раз при начале появления половой охоты, второй – через 12–24 часа. Со дня осеменения начинается отсчет развития эмбрионов *in vitro*.

4. Извлечение эмбрионов. Возможны три способа:

- 1) извлечение эмбриона после убоя коровы-донора – самый простой и надежный способ. Он практиковался только на первых этапах освоения метода трансплантации. В настоящее время не используется из-за потери генетически ценной коровы-донора;
- 2) хирургический способ – эмбрионы извлекают между 7 и 8 сутками после первого искусственного осеменения (разрез верхнего свода влагалища, лапаротомия по белой линии живота и лапаротомия в области голодной ямки). Этот способ трудоемкий, дорогостоящий, им нельзя пользоваться многократно. В настоящее время применяется редко, главным образом в научных целях;
- 3) нехирургический способ. Преимущество – простота манипуляций. Для этого не требуется специального операционного помещения. Эмбрионы можно извлекать непосредственно в производственных условиях. При правильном применении этого способа воспроизводительная способность доноров не нарушается, что позволяет многократно использовать генетически ценных коров-доноров для получения от них большого числа потомков. Эмбрионы извлекают под местной анестезией

путем вымывания (5–8 раз). Длительность манипуляции – 20–50 минут. После вымывания эмбрионов в матку вводят раствор антибиотика. В среднем из вымытых яйцеклеток до 25 % оказываются неоплодотворенными или дезинтегрированными.

5. Кратковременное культивирование и хранение эмбрионов. Манипуляции с ранними эмбрионами, находящимися на предимплантационных стадиях развития, т. е. от момента их получения до введения в рога матки реципиента, занимают от 1 до 5 часов. В этот период нужно создать оптимальные условия, обеспечивающие сохранение их биологических качеств. Кратковременное хранение эмбрионов дает также возможность транспортировать их в другие хозяйства.

Эмбрионы КРС можно сохранить путем пересадки их в яйцепровод самок других видов млекопитающих, например крольчих. Недостаток метода – трудоемкость и возможные потери зигот при их переносе.

В настоящее время распространен метод краткосрочного хранения эмбрионов *in vitro*. При этом жизнеспособные эмбрионы переносят в питательные среды с температурой 37 °С. В состав сред включены растворы солей, аминокислоты с бикарбонатным ионом как буферным агентом. Он обеспечивает рН в пределах 7,2–7,6. При этом биологические качества эмбрионов сохраняются до 95 часов.

6. Оценка эмбрионов. Производится несколькими методами:
- а) морфологический метод – при этом основное внимание обращают на форму зиготы, равномерность дробления и т. д.;
 - б) оценка по адсорбционным свойствам оболочек и цитоплазмы к различным красителям (например, синьке Эванса);
 - в) гистохимические методы основаны на специфических реакциях структурных элементов и веществ клеток к различным красителям.

При оценке качества эмбрионов в нашей стране принята 5-балльная шкала с учетом следующих показателей: соответствие стадии развития эмбриона его возрасту; правильность формы прозрачной оболочки и ее целостность; состояние цитоплазмы и др.

Идеальный эмбрион должен быть компактным, сферической формы, с однородной окраской, с клетками одинаковой величины и т. д. Эмбрионы с замедленным развитием выбраковываются. Наиболее пригодными для трансплантации являются эмбрионы, которые из-

влечены из матки коровы-донора на 7–8-е сутки после первого осеменения.

7. Пересадка эмбрионов реципиентам. В качестве реципиента отбирают гинекологически здоровых коров после двух-трех нормальных половых циклов; продуктивные, племенные и породные качества роли не играют. Основное условие хорошего приживания эмбрионов – синхронность проявления половой охоты у доноров и реципиентов.

В настоящее время пересадка эмбрионов реципиентам производится следующими способами:

- 1) хирургический способ – его эффективность 60–70 %, а число телят – 3 или 4 на донора. Этот способ использовали в основном до середины 70-х годов. Он требует больших затрат, его трудно применять в производственных условиях. Из-за возможных травм его нельзя многократного использовать;
- 2) нехирургический способ прост, экономичен, возможно многократное использование реципиента. Разработано несколько способов нехирургической пересадки эмбрионов. Метод основан на введении эмбриона в рог матки через шейку. Аппликацию зародышей – 50–60 %.

Эффективность трансплантации повышается при пересадке двух эмбрионов, по одному в каждый рог матки. Это позволяет получить двойные отелы. При пересадке двух эмбрионов в каждый рог матки частота двоен составляет 55–60 %, а при естественном многоплодии коров – всего 2 %. Также можно пересаживать эмбрион и оплодотворенной корове. При этом приживляемость эмбриона составит 50 %.

8. Консервация эмбрионов. Самый эффективный метод – глубокое замораживание (криоконсервация) в жидком азоте при температуре –196 °С. Долговременное хранение глубокомороженных эмбрионов имеет преимущества:

- а) пересадки могут быть проведены в любое время независимо от сроков взятия эмбрионов, поэтому нет необходимости в содержании больших групп реципиентов. В результате повышается рентабельность трансплантации;
- б) возможно создание эмбриобанков от генетически ценных животных. Это важно для сохранения генофонда редких и исчезающих пород, при транспортировке эмбрионов.

Выживаемость эмбрионов составляет 90 %, а стельность коров-реципиентов после нехирургической пересадки находится на уровне 50–55 %.

Эмбрионы замораживают в пробирках 50 × 6 мм или в ампулах вместимостью 1 мл. В них вносят 1–4 эмбриона от одного донора и 0,4 мл раствора криопротектора (например, 10-процентный раствор глицерина). Затем ампулы запаивают на пламени газовой горелки.

Возможны два режима охлаждения:

- 1) ампулы или пробирки охлаждают с +20 до –6 °С со скоростью 1 °С в минуту, проводят кристаллизацию, охлаждение со скоростью 0,3 °С в минуту и погружают в жидкий азот;
- 2) охлаждение от –7 до –35 °С со скоростью 0,3 °С в минуту; от –35 до –38 °С со скоростью 0,1 °С в минуту и погружение в жидкий азот.

Оттаивание эмбрионов производится на водяной бане с температурой +25 или +37 °С в течение 10–12 секунд.

4.3. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ ЯЙЦЕКЛЕТОК ВНЕ ОРГАНИЗМА ЖИВОТНОГО (IN VITRO)

Разработка системы оплодотворения и обеспечения ранних стадий развития эмбрионов млекопитающих вне живого организма (*in vitro*) имеет большое значение для решения ряда научных задач и практических вопросов по повышению эффективности разведения животных.

Оплодотворение яйцеклеток млекопитающих *in vitro* включает следующие этапы:

1. Созревание ооцитов *in vitro*. Ооциты получают из яичников коровы после убоя животных. Яичники доставляют в лабораторию в термостатированном контейнере в течение 1,5–2 часов. Там их дважды промывают свежим фосфатным буфером. Ооциты извлекают из фолликулов путем отсасывания или разрезания яичников на пластинки, собирают в среду ТСМ 199 с добавлением 10-процентной сыворотки крови от коровы в охоте, затем дважды промывают и отбирают для дальнейшего созревания *in vitro*.

В последнее время разработан способ прижизненного извлечения ооцитов из яичников коров с помощью ультразвукового прибора или лапароскопа. При этом ооциты отсасывают из фолликулов, диаметр которых не менее 2 мм, 1–2 раза в неделю от одного и того же животного. В среднем получают однократно 5–6 ооцитов на животное. Для созревания *in vitro* пригодно менее 50 % ооцитов.

Отобранные ооциты созревают в течение 24 часов в среде ТСМ 199 с добавлением 20-процентной обработанной теплом сыворотки крови от коровы в охоте, гранулезных клеток и небольшого количества антибиотиков (пенициллина, стрептомицина).

2. Капацитация сперматозоидов. До того как сперматозоид приобретает способность к оплодотворению, в нем должны произойти некоторые физиологические изменения. Этот процесс получил название капацитации.

Капацитация включает две фазы:

- 1) изменение мембраны спермия (собственно капацитация);
- 2) акросомная реакция.

Разработаны следующие методы капацитации спермиев: использование среды с высокой ионной силой; использование гликозаминогликана гепарина.

3. Оплодотворение *in vitro* и обеспечение ранних стадий развития эмбрионов (на примере КРС). Оплодотворение *in vitro* проводят в капле модифицированной среды тироида. После созревания *in vitro* ооциты частично очищают от окружающих кумулюсных клеток и переносят в микрокапле по пять ооцитов в каждой. Суспензия сперматозоидов объемом 2–5 мкл добавляется к среде с ооцитами, чтобы достичь концентрации сперматозоидов в каплях 1,0–1,5 млн/мл. Через 44–48 часов после осеменения определяют наличие дробления ооцитов. Затем эмбрионы помещают в монослой эпителиальных клеток для дальнейшего развития в течение 5 дней.

Пересадка эмбрионов, например, овец козам (и наоборот) сопровождается их приживляемостью, но не завершается рождением потомства. Во всех случаях межвидовых беременностей непосредственной причиной абортос является нарушение функции плаценты за счет иммунологической реакции материнского организма на инородные антигены плода. Эта несовместимость может быть преодолена получением химерных эмбрионов с помощью микрохирургии.

4.4. КЛОНИРОВАНИЕ ЖИВОТНЫХ

Ядро соматической клетки обладает полной генетической информацией о данном организме. Если создать условия для реализации этой информации, то можно получить неограниченное число генетических копий (клонов) определенной особи.

Получение однояйцовых близнецов имеет большое значение для животноводства. При этом увеличивается выход телят от одного донора, появляются генетически идентичные двойни. Для этого эмбрионы млекопитающих на ранних стадиях развития разделяют микрохирургическим путем на две или более частей. Они в последующем развиваются в отдельный организм. Разделенные эмбрионы коров могут храниться в замороженном состоянии.

Клонирование эмбрионов путем пересадки ядер эмбриональных клеток в энуклеированные (лишенные ядра) яйцеклетки включает следующие этапы: выделение интактного ядра донора; энуклеация ооцита; пересадка ядра в энуклеированную яйцеклетку; активация ооцита и слияние мембран яйца и ооцита под действием электрического импульса. Данная технология позволяет получить из отдельной эмбриональной клетки множественные копии генетически одинаковых животных (до 64). Повторное клонирование полученных этим методом эмбрионов повышает потенциальные возможности технологии в производстве большого числа клонов.

Клонирование животных путем пересадки ядер соматических клеток в энуклеированные яйцеклетки – метод позволяет получить не только одинаковых между собой животных, но и идентичных по генотипу с животными-донорами соматических клеток. Эта технология может быть использована для сохранения исчезающих пород животных.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Значение трансплантации эмбрионов для животноводства.
2. Перечислите основные этапы технологии трансплантации эмбрионов.
3. Назовите требования, предъявляемые к коровам-донорам и коровам-реципиентам.
4. Опишите технику вызывания суперовуляции и искусственное осеменение коров-доноров.
5. Перечислите способы извлечения эмбрионов.
6. Как проводится оценка эмбрионов?
7. Назовите способы пересадки эмбрионов реципиентам.
8. Что такое консервация эмбрионов? В чем ее суть?
9. Опишите технологию оплодотворения яйцеклеток млекопитающих *in vitro*.
10. Что такое межвидовая пересадка эмбрионов? Какова ее роль?
11. Назовите методы клонирования животных.
12. Что составляет основу клеточной инженерии?
13. На какие годы приходится бурное развитие клеточной инженерии?
14. Какие ученые внесли вклад в развитие клеточной инженерии?
15. Какой метод клеточной инженерии считается наиболее популярным и почему?

Тема 5. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ МОЛОКА

5.1. Свойства молока

Молоко является как продуктом питания, так и источником сырья для выработки широкого ассортимента продуктов общего, детского и функционального питания. Среди специалистов термином «молоко» обозначают только коровье молоко. Молоко других животных называют с добавлением названия животного, от которого оно получено: молоко овечьё, козье, кобылье.

Молоко является одним из наиболее питательных продуктов. По питательной ценности 1 кг молока заменяет 700 г говядины средней упитанности, 7–8 куриных яиц, более 3 кг овощей.

Химический состав молока следующий (%): вода – 87,5, сухое вещество – 12,5, в том числе молочный жир – 3,8, белки – 3,3 (казеин – 2,7, альбумин – 0,5, глобулин – 0,1), молочный сахар – 4,7, минеральные вещества – 0,7.

Молочный жир отличается особым составом, вкусом и высокой усвояемостью. В молоке его можно наблюдать под микроскопом в виде жировых шариков. Каждый шарик окружен оболочкой, содержащей сложный белковый комплекс. В капле молока насчитывается свыше 10 млрд жировых шариков. Размер их колеблется в пределах 0,5–5 мкм и зависит от природы, периода лактации, индивидуальных особенностей коровы.

Молочные белки содержат все незаменимые аминокислоты. 1 л молока или полученные из него продукты – кефир, творог, простокваша – удовлетворяет почти половину суточной потребности взрослого человека в незаменимых аминокислотах.

Молочный сахар (лактоза) является существенным источником энергии. Он содержит глюкозу и галактозу и по питательности равен обычному свекловичному сахару, но менее сладок.

Витаминов в молоке около 30 (А, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, Е, С, РР и др.), среди которых жиро- и водорастворимые. В основном они поступают в молоко из кормов, но некоторые синтезируются в организме коровы.

В снабжении организма витаминами молочные продукты играют особенно важную роль. В целом молоко не является высоковитаминным продуктом, но обеспечивает организм человека значительной долей их суточной потребности. Наибольшее количество всех витаминов содержится в парном молоке.

Свежевыдоенное молоко обладает также важной особенностью – уничтожать и задерживать развитие микробов, попадающих в него (бактерицидное свойство). Пока в молоке сохраняется это свойство, микробы в нем не развиваются и оно не портится. Чем чище молоко и чем быстрее его охладили, тем дольше сохраняется бактерицидное свойство.

Неохлажденное молоко начинает скисать через 2–4 часа после его выдаивания, а охлажденное до 8–10 °С остается свежим 48–60 часов.

Химический состав молока может изменяться под влиянием различных факторов: периода лактации, породы животных, уровня кормления, состава рациона и др. В большой степени состав его зависит от периода лактации.

Лактация у коров длится в среднем около 300 дней. За это время качество молока существенно меняется минимум 3 раза. Впервые 5–7 дней после отела из вымени выделяется молозиво, предназначенное для телят. Далее следует второй, длительный период, когда молоко имеет нормальный и обычный состав. Затем наступает третий период (за 10–15 дней перед запуском коровы). Молоко в этот период называется стародойным. В нем содержание жира, белков и минеральных веществ повышается, а молочного сахара – понижается; оно приобретает горьковато-соленый вкус.

Молоко, полученное от коровы в первые 5–7 дней после отела и за 8–10 дней до запуска, молочными заводами не принимается.

ТЕМА 5. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ МОЛОКА

Коровы различных пород продуцируют молоко различного химического состава. Отклонения по содержанию сухих веществ составляют 1,3 %, жира – 0,9 %, белка – 0,6 %, а по количеству лактозы – 0,5 %.

Корма оказывают влияние на качество молока, сливок, сыров, на консистенцию молочного жира. Так, зеленые подножные корма придают кремовато-желтый цвет молоку, сливкам, маслу.

Кормовая капуста, силос, морковь, травяная мука способствуют сохранению этого цвета молока и в зимний период.

5.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАКВАСКАХ

Впервые бактериальные закваски в промышленном масштабе стали применять в маслоделии в конце позапрошлого столетия. В качестве закваски использовали пахту, сквашенные сливки или кислое молоко. Такие закваски называются естественными. В настоящее время в молочной промышленности всех стран используют закваски на чистых культурах микроорганизмов, которые готовят в специальных лабораториях.

Наряду с заквасками все более широкое применение находят при производстве творога, сметаны и некоторых других кисломолочных продуктов бактериальные концентраты, при производстве сыров – бактериальные препараты. При производстве сыров, творога и сметаны используют также жидкие закваски. В 1 г сухих заквасок содержатся сотни миллионов – миллиарды клеток, в 1 г сухих бактериальных концентратов и препаратов – сотни миллиардов клеток. Соответственно, повышается и их активность.

Жидкие закваски – чистые культуры молочнокислых бактерий, выращенные в стерильном молоке. Преимущество этих заквасок – активное состояние микрофлоры и чистота, а недостаток – незначительный срок практической годности (до 2 недель при температуре хранения 4–6 °С). Поэтому их применяют на заводах, расположенных на небольшом расстоянии от лаборатории.

Сухие закваски – чистые культуры молочнокислых бактерий, выращенных в стерильном молоке, которое после сквашивания подвергается обезвоживанию.

Известны следующие способы приготовления сухих заквасок:

1. *Высушивание в сушильном шкафу*. Сгусток жидких заквасок высушивают в сушильном шкафу или в вакуум-сушилке при 35–40 °С в течение 1–2 часов.

2. *Высушивание в распылительной сушилке*. Стерильное обезжиренное молоко с повышенным содержанием сухих веществ сквашивают 1% закваски молочнокислых бактерий, нейтрализуют 20-процентным раствором едкого натра и высушивают на распылительной сушилке при температуре поступающего воздуха 130–140 °С.

3. *Высушивание методом сублимации*. Для высушивания закваску разливают тонким слоем в кюветы, замораживают сухим льдом и по-

мешают в сублиматор. Закваски, высушенные методом сублимации, наиболее активны и хорошо растворяются, в 1 г закваски содержатся миллиарды бактерий.

Обычно сухие закваски содержат небольшое количество посторонней микрофлоры, попадающей во время приготовления. Она плохо развивается в молоке, поэтому при наличии в нем энергичных рас молочнокислых бактерий при первых же пересадках она подавляется молочной кислотой, образующейся в процессе сквашивания.

Активность заквасок можно повысить путем пропускания молочной сыворотки, в которой были выращены молочнокислые бактерии, через суперцентрифугу при 20000 об/мин. Бактериальные клетки отходят к стенкам барабана. В полученном таким путем концентрате содержатся сотни миллиардов клеток в 1 г. При высушивании концентрата получается закваска с высокой активностью и более длительным сроком хранения.

Сквашивание молока нередко задерживается по причине низкого содержания в нем сухих веществ. Подобными свойствами обладает молоко, полученное от коров в конце лактационного периода из-за наличия в нем свободных жирных кислот, образующихся под воздействием фермента липазы, содержание которого увеличивается в молоке стародойных коров.

5.3. ЗАКВАСКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Кисломолочные продукты (сметана, творог, простокваша, кефир, кумыс и др.) имеют высокую усвояемость, повышенную стойкость, простоту технологии, из-за чего получили широкое распространение. Они имеют высокие вкусовые качества и обладают лечебными свойствами, быстрее по сравнению с цельным молоком подавляют развитие гнилостной микрофлоры.

Особенно ценное свойство кисломолочных продуктов заключается в том, что они помогают организму быстрее устранить вредное влияние антибиотиков, применяемых при лечении заболеваний, на микрофлору кишечника.

В 1 мл кисломолочного продукта содержится до 1–2 млрд клеток микробов; естественно, что легкоусвояемые организмом вещества, входящие в состав клеток (углеводы, липиды, белки, аминокислоты, нуклеиновые кислоты и растворимые в воде витамины), оказывают положительное влияние на больной организм.

При желудочно-кишечных заболеваниях часть микрофлоры кисломолочных продуктов может проникать в кишечник и оказывать отрицательное влияние на вредную (в особенности гнилостную) микрофлору.

Для получения *обыкновенной простокваши* молоко пастеризуют при температуре 85–90 °С в течение 10–15 минут и охлаждают до 30 °С, после чего вносят пять процентов закваски содержащей чистые культуры *мезофильных молочнокислых стрептококков* (*Str. lactis*, *Str. cremoris*) и ароматобразующих бактерий и заквашивают. При этих условиях молоко сквашивается через 6–8 часов. После образования сгустка простоквашу (при кислотности не ниже 75 °Т) направляют в помещение с температурой, близкой к 0 °С (но не выше 8 °С) для набухания белков. Готовая простокваша имеет ровный сгусток и слабокислый вкус (кислотность 85–110 °Т).

Для улучшения консистенции простокваши молоко заквашивают двумя заквасками:

- 1) смесь молочнокислых стрептококков 5–7,5 %;
- 2) болгарской палочкой (0,5–1 %) при температуре 38 °С.

Несмотря на повышенную температуру сквашивания, преобладающую микрофлору составляют молочнокислые стрептококки, а вкус ее остается близким к вкусу простокваши обыкновенной.

Для приготовления *творога* и *сметаны* применяют ту же закваску, что и для простокваши обыкновенной (смесь мезофильных молочнокислых стрептококков). Отличие в свойствах молочнокислых стрептококков заключается в том, что для приготовления сметаны используют *Str. lactis*, образующие вязкую сметанообразную консистенцию, тогда как для приготовления простокваши и творога применяют закваски, образующие при сквашивании молока ровный плотный сгусток. Для улучшения вкуса и аромата в закваску вводят ароматобразующие бактерии. Использование при выработке творога заквасок мезофильных и термофильных молочнокислых стрептококков в соотношении 1 : 1 позволяет при повышенной температуре сквашивания 38–40 °С значительно сократить продолжительность технологического процесса. Одновременно с этим наблюдается более интенсивное отделение сыворотки, ускоряющее процесс прессования творога до стандартной влажности.

5.4. БИОТЕХНОЛОГИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Кисломолочные продукты – это продукты, вырабатываемые сквашиванием молока или сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий с добавлением или без добавления дрожжей или уксуснокислых бактерий.

Некоторые кисломолочные продукты получают в результате только молочнокислого брожения, при этом образуется достаточно плотный однородный сгусток с выраженным кисломолочным вкусом, другие же продукты получают в результате смешанного брожения – молочнокислого и спиртового. К кисломолочным продуктам относятся кисломолочные напитки, творог и изделия из творога, сметана.

Диетические и лечебные свойства кисломолочных продуктов известны с давних времен. Русский физиолог И. И. Мечников долгие годы объяснял потребление йогурта. Из него он выделил молочнокислую палочку, которую назвал болгарской. Она сбраживает молочный сахар в молочную кислоту и при систематическом потреблении йогурта затормаживает гнилостные процессы в кишечнике, являясь антагонистом гнилостной микрофлоры. Позднее из кишечника грудного ребенка была выделена более устойчивая к воздействию щелочей и соляной кислоты, близкая по свойствам к болгарской палочка, названная ацидофильной. Она легче переваривается в кишечнике человека, сбраживает не только молочный, но и другие сахара, обладает более сильными антибиотическими свойствами, вырабатывает антибиотик низин. Этим свойством в некоторой мере обладают и молочные дрожжи.

Характерными особенностями молочнокислых микроорганизмов являются:

- способность усваивать лактозу в качестве основного источника углерода и энергии;
- образование молочной кислоты;
- высокая кислотоустойчивость (сохраняют жизнеспособность при pH 3,0–3,5);
- спиртоустойчивость;
- использование флавиновых оснований и коэнзима B12 в окислительно-восстановительных ферментах;

- отсутствие цикла трикарбоновых кислот (ЦТК) и окислительного фосфорилирования.

По биохимическим закономерностям и составу конечных продуктов метаболизма молочнокислые бактерии и палочки подразделяют на *гомоферментативные* и *гетероферментативные*. В первом случае образуется преимущественно молочная кислота (обнаруживаются лишь следовые количества летучих кислот, этанола, других побочных продуктов); во втором – наряду с молочной кислотой образуются значительные количества CO_2 , этанола, летучих ароматических веществ.

При гетероферментативном молочнокислом брожении, кроме молочной кислоты, могут образовываться углекислый газ, этанол, уксусная и пропионовая кислоты, ароматические вещества (диацетил, ацетоин), многоатомный спирт маннит. Метаболиты гетероферментативного брожения обеспечивают уникальные органолептические свойства кисломолочных напитков, а некоторые из них, например витамины группы В, повышают биологическую ценность продуктов. Гетероферментативное брожение, в свою очередь, подразделяют на идущее без выделения углекислого газа и сопровождающееся газо-выделением.

В производстве кисломолочных продуктов применяют также молочнокислый, сливочный и ароматобразующие лактококки, кефирные грибки, кумысные дрожжи, молочнокислую палочку, бифидобактерии. Под действием ферментов, выделяемых молочнокислой микрофлорой, происходит сбраживание молочного сахара с образованием молочной кислоты, иногда и других кислот, спирта, углекислого газа, диацетила. При сквашивании также происходит частичный гидролиз белков с образованием свободных аминокислот и гликолиз глюкозы, появляются метаболиты, значительно изменяющие биофизическую структуру мицелл казеинат-кальций-фосфатного комплекса (ККФК) и биоактивность минеральных солей. Молочнокислый стрептококк выделяет также антибиотик низин, сливочный – диплококцин (кристаллическое вещество антибиотика, выделенное из культур кокков, продуцирующих молочную кислоту, присутствующих в молоке, активно против лактобацилл и некоторых грамположительных кокков), ароматобразующий антибиотик, близкий к диплококцину, молочнокислую палочку лактонин.PRODU-

цируемые антибиотики с большой разрушающей силой действуют на микроорганизмы гниения.

Потребление молочнокислых продуктов улучшает здоровье человека, повышает его резистентность к инфекции и образованию опухолей. Диетические кисломолочные продукты, особенно ацидофильные, используют в процессе лечения кишечно-желудочных заболеваний, туберкулеза, фурункулеза, детской грудной астмы и др. Микроорганизмы диетических кисломолочных продуктов синтезируют витамины С, В6, В12. Диетические кисломолочные продукты не только оздоравливают желудочно-кишечный тракт, но и положительно действуют на нервную систему и обмен веществ. Кисломолочные продукты рекомендуется применять при малокровии, истощении, потере аппетита, в качестве профилактики многих заболеваний (в том числе сердечнососудистых) и злокачественных опухолей.

В результате биохимических процессов кисломолочная продукция усваивается значительно легче и быстрее, чем обычное молоко. Например, за 3 часа молоко усваивается организмом на 44 %, а простокваша – на 95,5 %. Это обусловлено частичной пептонизацией белков молока с получением легкоусвояемых простых веществ. Образующиеся молочная кислота, углекислый газ, спирт вызывают более интенсивное выделение соков и ферментов, ускоряющих усвоение с наименьшими затратами энергии.

Общим в производстве всех кисломолочных напитков является сквашивание подготовленного молока заквасками и при необходимости созревание. Специфика производства отдельных продуктов различается лишь температурными режимами некоторых операций, применением заквасок разного состава и внесением наполнителей. В настоящее время ассортимент кисломолочных напитков очень широк и насчитывает более 200 наименований.

Внешний вид и консистенция. Однородная консистенция с ненарушенным сгустком – при термостатном способе производства, с нарушенным сгустком – при резервуарном. Для кефира допускается газообразование в виде отдельных глазков, вызванных нормальной микрофлорой. Для напитков, приготовленных на ацидофильных культурах, характерна тягучая консистенция. Для кумыса характерна газированная пенящаяся консистенция с мелкими частицами белка; для йогурта плодово-ягодного – наличие мелких частиц плодов и ягод.

Йогурт плодово-ягодный, выработанный термостатным способом, должен состоять из двух слоев: наполнителя, расположенного на дне упаковки, и молочной основы. Простокваша, вырабатываемая резервуарным способом с использованием стабилизатора, отличается легкой желированностью; простокваша сливочная, вырабатываемая резервуарным способом, – нарушенным сгустком однородной консистенции.

Допускается незначительное отделение сыворотки на поверхности сгустка: для кефира – не более 2 % от объема продукта, простокваши и йогурта – 3 % от объема продукта, кумыса – 5 %; для ряженки – наличие пенек.

Вкус и запах. Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для кефира – освежающий, слегка острый вкус; для ряженки, варенца, напитка «Турах» – выраженный привкус пастеризации; для кумыса – дрожжевой привкус. Для напитков с плодово-ягодными наполнителями характерен привкус внесенного наполнителя и сладкий вкус; для напитков, вырабатываемых с сахаром, – сладкий вкус, для айрана – слабосоленый вкус.

Цвет. Молочно-белый цвет. Для варенца, ряженки, напитка «Турах» характерен выраженный светло-кремовый цвет, для напитков с наполнителями – цвет внесенного наполнителя, равномерный по всей массе.

Производство кисломолочных напитков осуществляется резервуарным или термостатным способом и состоит из ряда одинаковых для всех видов напитков технологических операций (рис. 3).

В целях сокращения производственных площадей и снижения затрат труда в настоящее время в основном применяется резервуарный способ.

Для выработки кисломолочных напитков пригодно молоко не ниже 2 сорта с кислотностью не более 19 °Т, плотность – не менее 1027 кг/м³; молоко обезжиренное с кислотностью не более 20 °Т, плотность – не менее 1030 кг/м³, сливки с массовой долей жира не более 30 % и кислотностью не менее 16 °Т, пахта от несоленого сладкосливочного масла, молоко и пахта сухие.

Отобранное по качеству молоко нормализуют по массовой доле жира и сухих веществ.

Если используется закваска на обезжиренном молоке и кисло-молочные напитки вырабатываются с сахаром и наполнителями, не содержащими жира, молоко нормализуют до более высокой жирности.

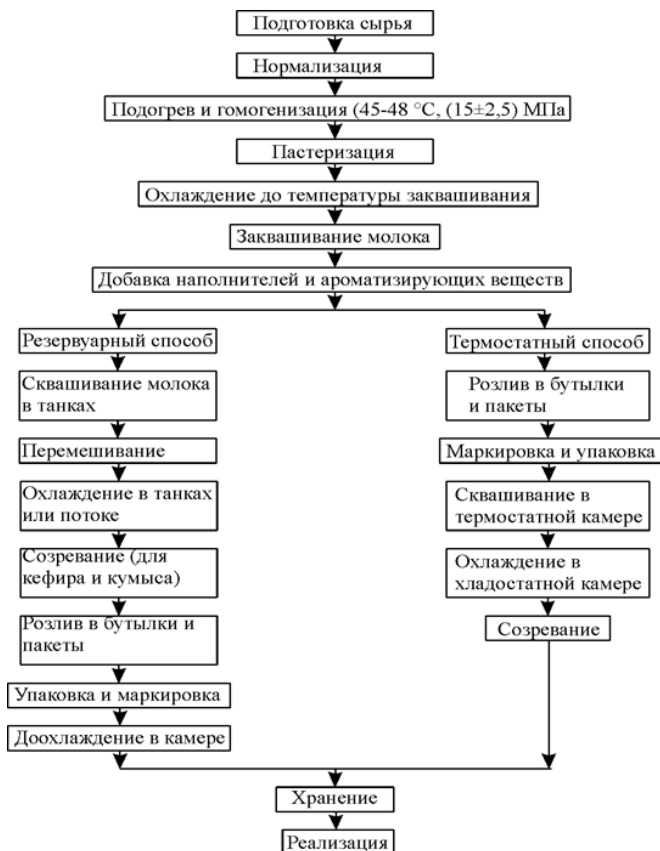


Рис. 3. Технологическая схема производства кисломолочных напитков

При выработке витаминизированных напитков витамины добавляют в закваску или нормализованную смесь. Очистка нормализованной смеси осуществляется при температуре 43 ± 2 °C. Смесь гомогенизируют при давлении $15 \pm 2,5$ МПа и температуре 45–48 °C, а затем ее пастеризуют.

Режимы пастеризации зависят от вида напитка: температура 85–87 °С с выдержкой 10–15 минут или при 92 ±2 °С с выдержкой 2–8 минут. Для ряженки и варенца температура пастеризации составляет 95–99 °С с выдержкой при этой температуре 3–5 часов для ряженки и 60 ±20 минут для варенца.

Пастеризованная смесь охлаждается до температуры заквашивания, характерной для различных видов микроорганизмов, на которых готовят кисломолочные напитки, и заквашивается специально подобранными заквасками. Закваску, приготовленную на пастеризованном молоке, вносят в смесь в количестве 3–5 % от объема смеси; закваску на стерилизованном молоке – в количестве 1–3 %. После заквашивания смесь перемешивается в течение 15 минут. Количество закваски можно уменьшить в зависимости от ее активности. Продолжительность сквашивания, которая обуславливается видом продукта и применяемой закваски, составляет от 2 до 12 часов.

Окончание сквашивания определяют по образованию достаточно прочного сгустка, а также по кислотности, которая в зависимости от вида продукта составляет 65–90 °Т.

По окончании сквашивания продукт сначала охлаждают ледяной водой в течение 30–60 минут, а затем сгусток перемешивают. Продолжительность перемешивания зависит от консистенции сгустка. По достижении сгустком однородной консистенции прекращают перемешивание. Дальнейшее перемешивание осуществляют периодически в целях охлаждения сгустка до заданной температуры напитка.

При необходимости в частично (до 25–30 °С) или полностью (6 °С) охлажденный сгусток вносят плодово-ягодные наполнители, перемешивают и подают на розлив. Перед началом розлива кисломолочные напитки снова перемешивают в течение 3–5 минут. Напитки разливают в стеклянную тару, бумажные пакеты или пакеты из полиэтиленовой пленки, бутылки из полимерных материалов. Упакованные кисломолочные напитки должны выпускаться с предприятия в проволочных или полимерных ящиках, а также в контейнерах или другой транспортной таре.

Кисломолочные напитки транспортируют в авторефрижераторах или машинах с изотермическим кузовом.

Продолжительность хранения напитков составляет от 36 часов до нескольких месяцев при температуре напитка не более 6 °С.

5.5. БИОТЕХНОЛОГИЯ СМЕТАНЫ

Сметана – кисломолочный продукт, произведенный путем сквашивания сливок с добавлением или без добавления молочных продуктов с использованием заквасочных микроорганизмов (лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков), в котором массовая доля молочного жира составляет не менее 10 %.

Сметана характеризуется высокими пищевыми достоинствами (таблица 2) благодаря изменениям, происходящим с белковой частью в процессе сквашивания, она лучше и быстрее усваивается организмом человека, чем сливки соответствующей жирности. В ней содержатся все витамины, имеющиеся в молоке, причем жирорастворимых витаминов А и Е в несколько раз больше. Некоторые молочнокислые бактерии в процессе сквашивания способны синтезировать витамины группы В, поэтому в сметане по сравнению с молоком выше содержание витамина В₁ и особенно В₂. Так, в сметане содержание витаминов (мг/100 г) составляет: В₁ – 0,03; В₂ – 0,1; А – 0,15. При повышении жирности сметаны количество витамина А увеличивается: например, в сметане 20–30-процентной жирности – 0,2 мг на 100 г.

Для производства сметаны используют пастеризованные, натуральные или восстановленные сливки, сквашиваемые молочнокислыми бактериями до кислотности 60–70 °Т с последующим созреванием при 3–5 °С в течение суток. Количество молочнокислых микроорганизмов продукта в течение срока годности должно быть не менее 10⁷ КОЕ в 1 г.

Изготавливают продукт двумя способами: резервуарным и термостатным. Эти способы различаются между собой только методами сквашивания сливок, как и в кисломолочных напитках (рис. 4).

При резервуарном способе подготовленные заквашенные сливки сквашивают в крупных емкостях (резервуарах, ваннах). Образовавшийся при сквашивании сгусток перемешивается и фасуется в потребительскую или транспортную тару, после чего направляется в холодильную камеру для охлаждения и созревания.

При термостатном способе производства сметаны сливки после заквашивания в емкости немедленно фасуют в потребительскую тару и сквашивают в термостатной камере, а затем направляют в холодильную камеру. Этот способ производства применяется в основном при

ТЕМА 5. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ МОЛОКА

выработке сметаны с низким содержанием жира в те периоды года, когда на переработку поступает сырье с низким содержанием СОМО и белка (например, весной).

Таблица 2

Показатели качества сметаны

НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ	ХАРАКТЕРИСТИКА				
<i>Органолептические показатели</i>					
Внешний вид и консистенция	Однородная густая масса с глянцевой поверхностью				
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из рекомбинированных сливок допускается привкус топленого масла				
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе				
<i>Физико-химические показатели</i>					
Жирность, %	10; 12; 14,0; 15; 17	19; 20; 22	25; 28	30; 32	34; 35; 37; 40; 42
Массовая доля белка, %, не менее	2,6	2,5	2,3	2,2	2,0
Кислотность, °Т, не более	65–100		60–100	60–90	55–85
Температура при выпуске с предприятия, °С	4 ± 2				
<i>Микробиологические показатели</i>					
Бактерии группы кишечной палочки (БГКП), в 0,001 см ³ (г) продукта	Не допускаются				
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, в 25 см ³ (г) продукта	Не допускаются				
Коагулазо-положительные <i>S. aureus</i> , в 1 см ³ (г) продукта	Не допускаются				
Фосфатаза отсутствует					

В зависимости от массовой доли жира сметану можно разделить на несколько видов:

- нежирная (10,0; 12,0; 14,0 %);
- маложирная (15,0; 17,0; 19,0 %);
- классическая (20,0; 22,0; 25,0; 28,0; 30,0; 32,0; 34,0 %);
- жирная (35,0; 37,0; 40,0; 42,0; 45,0; 48,0 %);
- высокожирная (50,0; 52,0; 55,0; 58,0 %).

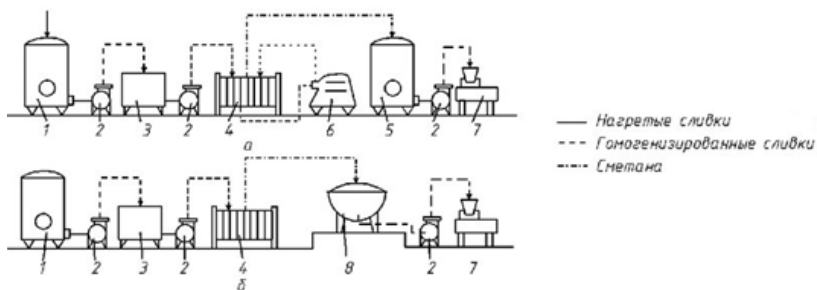


Рис. 4. Схема производства сметаны:
а) с применением гомогенизации;

б) применением физического созревания сливок:

- 1 – резервуар для сливок; 2 – ротационный насос; 3 – бак балансируемый;
4 – пастеризационно-охладительная установка; 5 – резервуар для сквашивания сливок; 6 – гомогенизатор; 7 – автомат для расфасовки; 8 – ванная для сквашивания сливок

1. Резервуарный способ производства

Технологический процесс производства сметаны резервуарным способом состоит из следующих операций:

- 1) приемка и подготовка сырья;
- 2) нормализация сливок;
- 3) гомогенизация, пастеризация и охлаждение сливок;
- 4) заквашивание и сквашивание сливок;
- 5) перемешивание сквашенных сливок;
- 6) упаковка, маркировка;
- 7) охлаждение и созревание.

Приемка и подготовка сырья. Молоко и другое сырье (молоко сухое) принимают по массе и качеству, установленному лабораторией предприятия, а также на основании сертификационных документов поставщиков.

Сухие закваски, бактериальные концентраты принимают согласно удостоверению качества и безопасности и сертификату соответствия по количеству, массе, внешнему виду и маркировке.

С целью улучшения качества продукта рекомендуется отбирать молоко коровье с общей бактериальной обсемененностью не более $5 \cdot 10^5$ КОЕ/см³, с содержанием соматических клеток не более $5 \cdot 10^5$ в 1 см³, не ниже второго класса по пробе на брожение, термо-

устойчивостью по алкогольной пробе не ниже второго класса, массовой долей белка не менее 2,8 %, кислотностью не более 20 °Т.

Принятое коровье молоко очищают от механических примесей на центробежных молокоочистителях или пропускают через фильтр. Затем молоко направляют на переработку или охлаждают до температуры 4 ± 2 °С и хранят в резервуарах промежуточного хранения. Хранение молока, до переработки охлажденного до температуры 4 °С, не должно превышать 12 часов; охлажденного до температуры 6 °С – 6 часов. Молоко с повышенной бактериальной обсемененностью (более 5×10^5 КОЕ/см³) длительно хранить до переработки не рекомендуется. Молоко сепарируют, соблюдая правила, предусмотренные технической инструкцией по эксплуатации сепараторов.

Нормализация сливок. Сливки, полученные при сепарировании молока, нормализуют по массовым долям жира и белка молоком, более жирными сливками, сухим молоком. Нормализацию сливок осуществляют с таким расчетом, чтобы массовые доли жира и белка в готовом продукте были не меньше показателей, предусмотренных государственным стандартом.

Гомогенизация, пастеризация и охлаждение сливок. Гомогенизация воздействует как на жировую, так и на белковую фазы сливок. При гомогенизации происходит дробление жировых шариков, увеличивается их количество, повышается стойкость жировой эмульсии.

Стабильность белков при гомогенизации снижается, изменяется структура и форма белковых частиц, наблюдается их агрегация. Эффективность гомогенизации зависит главным образом от применяемых давления и температуры, а также от содержания жира в продукте.

Оптимальные режимы гомогенизации сливок неодинаковы для разных видов сметаны. Чем выше жирность вырабатываемой сметаны, тем меньше величина применяемого давления гомогенизации сливок.

При выборе режима гомогенизации сливок учитывают качество и свойства сырья, а также сезон. Давление гомогенизации снижают при переработке несвежих сливок с низкой термоустойчивостью белков, а также сливок, получаемых в осенне-зимний период, когда в составе жира больше тугоплавких глицеридов, а сливки содержат больше сухих веществ.

Процесс гомогенизации можно осуществлять как перед пастеризацией сливок, так и после нее. Последовательность этих операций зависит от целей и задач, которые ставят при выработке продукта. Когда стремятся обеспечить необходимую однородную (без крупинок) консистенцию сметаны, гомогенизацию проводят после пастеризации сливок при 70 °С.

В целях повышения гигиенической надежности, улучшения микробиологических показателей готового продукта гомогенизацию осуществляют перед пастеризацией.

Нормализованные сливки гомогенизируют перед пастеризацией при температуре 60–85 °С. Сливки с пониженной термостойкостью допускается гомогенизировать сразу после пастеризации при температуре не ниже 70 °С.

При производстве сметаны с массовой долей жира от 10 до 22 % гомогенизации подвергают всю массу нормализованных сливок. При выработке сметаны с массовой долей жира от 25 до 40 % сливки гомогенизируют полностью или частично. Для сметаны с массовой долей жира от 25 до 28 % объемная доля сливок, направляемых на гомогенизацию, по отношению к общему объему может составлять 70–80 %, а для сметаны с массовой долей жира от 30 до 40 % – 50–70 %.

Гомогенизированные сливки пастеризуют при температуре 86 ± 2 °С с выдержкой 2–10 минут или при температуре 94 ± 2 °С с выдержкой 20 секунд. Продолжительность выдержки может быть увеличена с учетом термостойкости сырья.

Пастеризация сливок проводится не только для максимального уничтожения посторонней микрофлоры, инактивации ферментов, но и для обеспечения необходимой консистенции и вкуса сметаны, повышения ее стойкости при хранении. Для сохранения образовавшихся при пастеризации ароматических веществ и уменьшения степени разрушения витаминов сливки следует пастеризовать и выдерживать в закрытой системе. Режим пастеризации выбирают в зависимости от качества перерабатываемого сырья или вида сметаны.

При переработке сливок низкого качества с посторонними привкусами, с большой бактериальной обсемененностью используют более высокие температуры пастеризации 94 ± 2 °С. При переработке несвежих сливок с недостаточной термостойкостью белков следует ограничиваться более низкими температурами пастеризации 85 ± 1 °С.

При необходимости увеличивают выдержку в целях обеспечения надлежащего бактерицидного эффекта. Эффективность пастеризации должна быть не ниже 99,9 %.

Сливки с абсорбированными посторонними и кормовыми привкусами рекомендуется обрабатывать в вакуум-дезодорационных установках.

Пастеризованные гомогенизированные сливки охлаждают до температуры заквашивания, направляют в резервуар для сквашивания и немедленно заквашивают. Хранение пастеризованных сливок при температуре сквашивания без закваски не допускается.

В случае производственной необходимости допускаются охлаждение пастеризованных сливок до температуры 4 ± 2 °С и выдержка при этой температуре от 30 минут до 2 часов в емкостях, предназначенных для сквашивания сливок. В этих же емкостях после созревания сливки подогревают при перемешивании, используя греющую воду температурой не более 32 °С, до температуры заквашивания, которая должна составлять в этом случае не более 26 °С.

Допускается выработка сметаны массовой доли жирности от 20 до 40 % из пастеризованных негомогенизированных сливок. В этом случае сливки рекомендуется подвергать физическому созреванию – происходит массовая кристаллизация жира с образованием смешанных кристаллов. Большая часть жира, отвердевшего при физическом созревании, сохраняется во время сквашивания сливок и участвует в формировании структуры сгустка. Сливки, подвергнутые низкотемпературной обработке, осторожно нагреваются до температуры заквашивания не выше 30 °С во избежание расплавления отвердевшего жира.

Заквашивание и сквашивание сливок. Вкус и запах, а также консистенция сметаны во многом зависят от условий сквашивания сливок, состава и свойств применяемых заквасок.

Процесс заквашивания и сквашивания сливок осуществляют в резервуарах, имеющих охлаждающие рубашки и мешалки, рассчитанные на перемешивание продуктов повышенной вязкости.

При производстве сметаны используют многоштаммовые закваски, состоящие из кислотообразующих и ароматобразующих культур мезофильных молочнокислых стрептококков.

При выработке некоторых видов сметаны (жирности 10 %, 15 %, ацидофильной и др.) применяют комбинированные закваски, в состав

которых входят культуры мезофильных и термофильных стрептококков или культуры ароматобразующих стрептококков и ацидофильной палочки. Чистые культуры молочнокислых бактерий поступают на предприятия в виде сухих или жидких заквасок, сухого бактериального концентрата из специальных лабораторий.

На заводах закваски готовят на цельном или обезжиренном молоке высокого качества. Свойства применяемой закваски в значительной степени определяют органолептические и структурно-механические показатели сметаны. Закваски, обладающие вязкими свойствами, позволяют улучшить консистенцию и свойства сметаны, что особенно важно при получении низкожирных видов продукта. При использовании таких заквасок сметана получается с умеренно вязкой, более однородной и устойчивой к механическим воздействиям консистенцией, с большей влагоудерживающей способностью.

Перед использованием закваска тщательно перемешивается.

Для сквашивания сливок используют предназначенные для выработки сметаны закваски, приготовленные на чистых культурах, или бактериальные концентраты лактококков.

Сливки, подвергавшиеся физическому созреванию, заквашивают закваской (бакконцентратом) лактококков при температуре 24 ± 2 °С.

Для сквашивания сливок с массовой долей жира 10–22 % рекомендуется использовать закваски, образующие вязкие сгустки.

Закваску готовят в соответствии с действующей и утвержденной в установленном порядке технологической инструкцией по приготовлению и применению заквасок и бактериальных концентратов для кисломолочных продуктов на предприятиях молочной промышленности.

Объемная доля закваски по отношению к объему заквашиваемых сливок составляет 5–10 %. Оптимальную долю закваски устанавливают в зависимости от ее активности и условий производства.

Перед внесением в сливки закваску тщательно перемешивают до однородной консистенции. Закваску подают в сливки самотеком или насосом любой марки одновременно с подачей смеси (в потоке), спустя некоторое время от начала наполнения резервуара или сразу же после наполнения резервуара смесью при включенной мешалке.

При небольших объемах производства допускается внесение закваски вручную. Бактериальные концентраты используют согласно действующей инструкции по приготовлению и применению заквасок

и бактериальных концентратов для кисломолочных продуктов на предприятиях молочной промышленности.

Заквашенные сливки перемешивают в течение 10–15 минут и оставляют в покое для сквашивания. Допускается производить повторное перемешивание через 1–1,5 часа после заквашивания.

При сквашивании сливок в результате жизнедеятельности микрофлоры заквасок образуются не только молочная кислота, но и ароматические вещества (диацетил, ацетоин, летучие жирные кислоты, спирты, эфиры). Эти соединения в значительной степени определяют специфический вкус и запах сметаны. Большое значение для формирования определенных органолептических свойств сметаны имеют условия сквашивания и прежде всего температура.

Сквашивание сливок проводят до образования сгустка и достижения кислотности не менее 65 °Т для сметаны с жирностью 10 до 17 %, не менее 60 °Т – для сметаны жирностью от 19 до 22 %, не менее 55 °Т – для сметаны жирностью 25–28 %, не менее 50 °Т – для сметаны с массовой долей жира от 30 до 40 %. Наибольшей плотности сгусток достигает при рН 4,6–4,7.

Длительность процесса сквашивания сливок не должна превышать 10 часов при температуре сквашивания 28–34 °С, 12 часов при температуре сквашивания 22–26 °С и 6 часов при температуре сквашивания 38–40 °С.

Сквашивание сливок при температуре выше 30 °С приводит к образованию более грубой структуры сгустка, получению сметаны с недостаточно выраженным ароматом, меньшей способностью к восстановлению консистенции после перемешивания и перекачивания, к усилению выделения сыворотки. Кроме того, повышенные температуры сквашивания способствуют развитию посторонних микроорганизмов (термоустойчивых молочнокислых палочек, излишнему нарастанию кислотности).

Понижение температуры сквашивания сливок до 18–19 °С тормозит развитие молочнокислого процесса, приводит к образованию слабого, дряблого сгустка и получению сметаны с недостаточно густой консистенцией, невыраженным вкусом или посторонними привкусами. При выработке сметаны разного процента жирности применением комбинированной (смешанной) закваски, в которую входят мезофильные и термофильные культуры молочнокислых

стрептококков, сливки сквашивают при температуре 28–32 °С – при этом активно развивается как мезофильная, так и термофильная микрофлора и ускоряется процесс сквашивания.

Сливки являются менее благоприятной средой для развития молочнокислой микрофлоры, чем молоко, вследствие повышенного содержания жира, уменьшения количества плазмы и доступных питательных веществ. Поэтому процесс сквашивания сливок более длительный, чем процесс сквашивания молока. Продолжительность сквашивания зависит также от физиологических особенностей культур, входящих в состав заквасок. При использовании закваски, в состав которой входят мезофильные молочнокислые бактерии, продолжительность сквашивания при температуре 27 ±1 °С составляет до 10 часов. Нарастание кислотности и образование сгустка происходят быстрее при использовании комбинированной (смешанной) закваски, состоящей из мезофильных и термофильных молочнокислых стрептококков. В этом случае продолжительность сквашивания сливок при температуре 30 ±2 °С составляет 7–10 часов. Окончание сквашивания сливок устанавливают по кислотности и плотности образовавшегося сгустка. Для разных видов сметаны кислотность в конце сквашивания сливок неодинакова.

Процесс сквашивания сливок можно регулировать путем изменения температуры и продолжительности сквашивания, количества вносимой закваски, путем использования закваски разной активности, а также путем применения не одновременного заквашивания сливок во всех емкостях (при наличии нескольких), а последовательного, с учетом времени фасования продукта из каждой емкости после сквашивания.

Перемешивание сквашенных сливок. Перемешивание производится в целях достижения однородности состава и консистенции продукта. Продолжительность перемешивания сгустка сквашенных сливок должна быть минимальной: от 3 до 15 минут. Она зависит от вязкости сгустка, отстоя жира при сквашивании, химического состава сливок, состава применяемых заквасок, режимов пастеризации и гомогенизации. Перемешивание сгустка следует осуществлять не слишком интенсивно (около 20 оборотов мешалки в минуту). Последующие перемешивания сквашенных сливок проводят во время фасования в течение 3–6 минут каждый час.

При перемешивании, перекачивании и фасовке сквашенных сливок рекомендуется избегать интенсивного механического воздействия

(длинных и узких трубопроводов, насосов, приводящих к значительному повреждению сгустка и др.), подсоса воздуха, отрицательно влияющих на качество готового продукта. На фасовку сквашенные сливки желательнее направлять самотеком при минимальном перепаде уровней по высоте. Для вытеснения сквашенных сливок из резервуаров, оснащенных соответствующими предохранительными устройствами, применяют сжатый очищенный воздух под давлением $0,15 \pm 0,2$ МПа.

Допускается частичное охлаждение сквашенных сливок до температуры 16–18 °С путем подачи в рубашку резервуара ледяной воды и перемешивания сгустка через каждые 30–60 минут в течение 3–5 минут.

Упаковка и маркировка. Сметану фасуют в потребительскую тару, разрешенную к применению учреждениями Госсанэпидслужбы для контакта с молочными продуктами. Продолжительности фасовки сметаны из одной емкости не должна превышать 4 часа. Тара и упаковочные материалы, применяемые для фасовки и упаковки сметаны, должны соответствовать требованиям действующих стандартов или технических условий. Упакованную сметану направляют на охлаждение и созревание в холодильную камеру.

Охлаждение и созревание. Упакованную сметану охлаждают в холодильных камерах до температуры 4 ± 2 °С. Одновременно с охлаждением происходит процесс созревания, в течение которого продукт приобретает оптимальную кислотность, накапливаются ароматические вещества и происходят процессы структурообразования, приводящие к более густой консистенции. Во время охлаждения и созревания продукт не должен подвергаться механическому воздействию (переворачиванию, встряхиванию, упаковке и т. п.).

Длительность охлаждения и созревания упакованной сметаны не должна превышать 12 часов. После охлаждения и созревания технологический процесс считается законченным, продукт готов к реализации.

2. Термостатный способ производства

Технологический процесс производства сметаны термостатным способом состоит из следующих операций:

- 1) приемка и подготовка сырья;
- 2) нормализация сливок;

- 3) гомогенизация, пастеризация и охлаждение сливок;
- 4) заквашивание сливок;
- 5) упаковка, маркировка;
- 6) сквашивание сливок;
- 7) охлаждение и созревание.

Приемку и подготовку сырья, нормализацию сливок, гомогенизацию, пастеризацию, охлаждение сливок и заквашивание производят так же, как и при производстве сметаны резервуарным способом.

Заквашенные сливки перемешивают в течение 10–15 минут и немедленно направляют на фасовку. В процессе розлива заквашенные сливки перемешивают через каждые 30–40 минут в течение 3–5 минут. Продолжительность розлива заквашенных сливок из одной емкости не должна превышать 2 часа.

Затем проводят упаковку, маркировку. После упаковки заквашенные сливки направляют в термостатную камеру для сквашивания.

Сквашивание сливок. Заквашенные сливки сквашивают до образования сгустка и достижения кислотности от 60 до 80 °Т. Длительность процесса сквашивания сливок не должна превышать 10 часов при температуре сквашивания 28–34 °С и 6 часов при температуре сквашивания 38–40 °С.

Охлаждение и созревание. Сквашенные сливки охлаждают в холодильных камерах до температуры 4 ± 2 °С. Одновременно с охлаждением происходит созревание. Длительность охлаждения и созревания для продукта в потребительской таре не должна превышать 12 часов. В процессе охлаждения и созревания сметаны приостанавливаются биохимические процессы, нарастание кислотности затормаживается или прекращается, значительная часть молочного жира кристаллизуется, сметана приобретает более густую консистенцию.

После охлаждения и созревания технологический процесс считается законченным, продукт готов к реализации.

Сметану транспортируют специализированными транспортными средствами в соответствии с правилами перевозок скоропортящихся грузов, действующими на данном виде транспорта.

Условия хранения и конкретные сроки годности сметаны устанавливает организация-изготовитель согласно СанПиН 2.3.2.1324-03.

Контроль качества готового продукта проводят по физико-химическим, микробиологическим и органолептическим показателям.

5.6. БИОТЕХНОЛОГИЯ ТВОРОГА

Творог – национальный кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием молока чистыми культурами лактококков или смесью чистых культур лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков в соотношении (1,5–2,5) : 1 при использовании методов кислотной, кислотно-сычужной или термокислотной коагуляции белков с последующим удалением сыворотки самопрессованием или прессованием. Содержание молочнокислых бактерий в готовом продукте в конце срока годности – не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, массовая доля белка – не менее 14,0 % без добавления немолочных компонентов.

В зависимости от молочного сырья творог подразделяют на группы: из натурального молока, из нормализованного молока, из восстановленного молока, из рекомбинированного молока, из их смесей.

В зависимости от массовой доли жира творог подразделяют на обезжиренный, нежирный классический, жирный. В таблице 3 представлены основные характеристики продукта.

Высокую пищевую и биологическую ценность творога обуславливает значительное содержание в нем не только жира, но и полноценных по аминокислотному составу белков, что позволяет использовать творог для профилактики и лечения некоторых заболеваний печени, почек, атеросклероза.

В твороге содержится значительное количество кальция, фосфора, железа, магния и других минеральных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности сердца, центральной нервной системы, мозга, для костеобразования и обмена веществ в организме. Большое значение имеют соли кальция и фосфора, которые находятся в твороге в наиболее удобном для усвоения состоянии.

Кроме непосредственного потребления, творог используется для приготовления различных кулинарных изделий и большого ассортимента творожных продуктов.

По методу образования сгустка различают два способа производства творога: кислотный и сычужно-кислотный.

Кислотный способ основан на кислотной коагуляции белков путем сквашивания молока молочнокислыми бактериями с последующим нагреванием сгустка для удаления излишней сыворотки. Таким спо-

собом изготавливается творог нежирный и пониженной жирности, т. к. при нагревании сгустка происходят значительные потери жира в сыворотку. Кроме того, этот способ обеспечивает выработку нежирного творога более нежной консистенции. Пространственная структура сгустков кислотной коагуляции белков менее прочная, формируется слабыми связями между мелкими частицами казеина и хуже выделяет сыворотку. Поэтому для интенсификации отделения сыворотки требуется подогрев сгустка.

Таблица 3

Показатели качества творога

НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ	ХАРАКТЕРИСТИКА				
<i>Органолептические показатели</i>					
Внешний вид и консистенция	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая с наличием или без ощутимых частиц молочного белка. Для нежирного продукта – незначительное выделение сыворотки				
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного и рекомбинированного молока – привкус сухого молока				
Цвет	Белый или с кремовым оттенком, ровный по всей массе				
<i>Физико-химические показатели</i>					
Жирность, %	МАССОВАЯ ДОЛЯ БЕЛКА, %, НЕ МЕНЕЕ	МАССОВАЯ ДОЛЯ ВЛАГИ, %, НЕ БОЛЕЕ	Кислотность, °Т, НЕ БОЛЕЕ	Фосфатаза или пероксидаза	ТЕМПЕРАТУРА ПРОДУКТА ПРИ ВЫПУСКЕ С ПРЕДПРИЯТИЯ, °С
Обезжиренный (менее 1,8)	18,0	80,0	240	Не допускается	4±2
2,0		76,0	230		
3,0					
3,8					
4,0	16,0	75,0	220		
5,0					
7,0					
9,0	14,0	73,0	210		
12,0		65,0			
15,0					
18,0					
19,0					
20,0	60,0	200			
23,0					

При **сычужно-кислотном способе** молочный сгусток формируется комбинированным воздействием сычужного фермента и молочной кислоты. Казеин при переходе в параказеин смещает изоэлектрическую точку с рН 4,6 до 5,2. В связи с этим образование сгустка под действием сычужного фермента происходит быстрее при более низкой кислотности, чем при осаждении белков молочной кислотой, полученный сгусток имеет меньшую кислотность, на 2–4 часа ускоряется технологический процесс. При сычужно-кислотной коагуляции кальциевые мостики, образующиеся между крупными частицами, обеспечивают высокую прочность сгустка. Такие сгустки лучше отделяют сыворотку, чем кислотные, т. к. в них быстрее происходит уплотнение пространственной структуры белка. Поэтому подогрев сгустка для интенсификации отделения сыворотки не требуется совсем или температура подогрева снижается.

Сычужно-кислотным способом изготавливают жирный и полужирный творог. При кислотном свертывании кальциевые соли отходят в сыворотку, а при сычужно-кислотном сохраняются в сгустке. Это необходимо учитывать при производстве творога для детей, которым необходим кальций для костеобразования.

Для изготовления творога применяют сырье: молоко коровье не ниже второго сорта; молоко цельное сухое высшего сорта; молоко сухое обезжиренное; сливки сухие; масло сливочное несоленое; концентрат бактериальный сухой мезофильных молочнокислых стрептококков; концентрат бактериальный сухой; закваски; фермент сычужный; пепсин пищевой говяжий; пепсин пищевой свиной; препараты ферментные; кальций хлористый кристаллический фармакопейный; кальций хлористый двуводный; вода питьевая.

Сырье, применяемое для изготовления продукта, по показателям безопасности должно соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078, СанПиН 2.1.4.1074.

Допускается использование импортного сырья, по показателям качества и безопасности не уступающего требованиям, указанным в стандартах РФ, разрешенного к применению органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России и не изменяющего природу продукта.

Технологический процесс производства творога в ваннах кислот-но-сычужным способом (традиционный)

Технологический процесс производства творога с массовой долей жира (м. д. ж.) 2,0; 3,0; 3,8; 4,0; 5,0; 7,0; 9,0; 12,0; 15,0; 18,0; 19,0; 20,0; 23,0 % и обезжиренного осуществляется в следующей последовательности:

- 1) приемка и подготовка сырья;
- 2) подогрев и сепарирование молока;
- 3) нормализация молока и составление смеси;
- 4) пастеризация и охлаждение смеси;
- 5) заквашивание и сквашивание смеси;
- 6) разрезание сгустка, отделение сыворотки и розлив сгустка;
- 7) самопрессование и прессование сгустка;
- 8) охлаждение творога, упаковка, маркировка;
- 9) доохлаждение упакованного творога;
- 10) замораживание творога.

Технологическая схема производства творога в ваннах представлена на рис. 5.

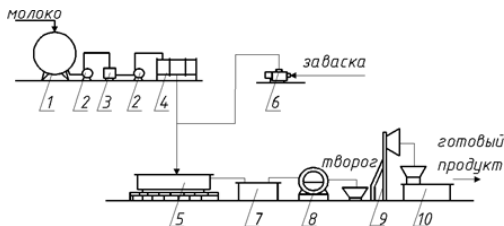


Рис. 5. Технологическая схема производства творога:

- 1 – резервуар для нормализованного молока; 2 – насос центробежный;
- 3 – уравнильный бачок; 4 – пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка; 5 – насос для закваски; 6 – ванна для сквашивания молока;
- 7 – ванна самопрессования; 8 – охладитель творога; 9 – подъемник для тележки; 10 – автомат для фасовки и упаковки продукта

Приемка и подготовка сырья. Молоко и другое сырье принимают по массе и качеству, устанавливаемому лабораторией предприятия, а также на основании сертификационных документов поставщиков.

Принятое молоко очищают от механических примесей на центробежных очистителях или фильтруют. Затем молоко подают на

переработку или охлаждают до температуры 4 ± 2 °С и направляют в резервуары промежуточного хранения. Хранение охлажденного до 4 °С молока до переработки не должно превышать 12 часов, до температуры 6 °С – 6 часов.

Подогрев и сепарирование молока. Молоко подогревают до температуры 37 ± 3 °С и направляют в сепаратор-сливкоотделитель. Молоко сепарируют, соблюдая правила, предусмотренные технической инструкцией по эксплуатации сепараторов.

Нормализация молока и составление смеси. При выработке творога с массовой долей жира от 1,8 до 23,0 % молоко нормализуют с целью установления правильного соотношения между массовой долей жира и белка в нормализованной смеси, обеспечивающего получение стандартного по массовой доле жира и влаги продукта.

Нормализация проводится с учетом фактической массовой доли белка в перерабатываемом сырье и коэффициента нормализации. Коэффициент нормализации устанавливают применительно к конкретным условиям производства, для чего ежеквартально проводят контрольные выработки творога.

Пастеризация и охлаждение смеси. Нормализованную смесь пастеризуют при температуре 78 ± 2 °С с выдержкой от 15 до 20 секунд.

После пастеризации смесь охлаждают до температуры заквашивания. Если нормализованная смесь после пастеризации не поступает непосредственно на переработку в творог, ее охлаждают до температуры 6 ± 2 °С и при этой температуре хранят в резервуарах не более 6 часов. После хранения смесь подогревают до температуры заквашивания.

Заквашивание и сквашивание смеси. Нормализованную пастеризованную смесь заквашивают закваской, приготовленной на чистых культурах лактококков, при температуре 30 ± 2 °С в холодное время года и 28 ± 2 °С в теплое время года. При ускоренном способе сквашивания применяют симбиотическую закваску, приготовленную на культурах лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков в соотношении (1,5–2,5) : 1. В этом случае смесь заквашивают при температуре 32 ± 2 °С. При производстве творога используют также бакконцентрат.

Закваску и бакконцентрат готовят согласно действующей технологической инструкции по приготовлению и применению заквасок

для кисломолочных продуктов, утвержденной в установленном порядке. Доза закваски в зависимости от ее активности и необходимой продолжительности сквашивания составляет от 30 до 50 кг на 1000 кг заквашиваемой смеси. С целью ускорения процесса сквашивания в смесь вносят до 100 кг закваски на 1000 кг заквашиваемой смеси.

При ускоренном способе сквашивания на каждые 1000 кг смеси вносят от 30 до 50 кг симбиотической закваски.

В случаях применения бактериального концентрата прямого внесения его используют согласно действующей технологической инструкции по приготовлению и применению заквасок для кисломолочных продуктов.

После внесения в смесь закваски или бакконцентрата добавляют хлористый кальций из расчета 400 г безводного хлористого кальция на 1000 кг заквашиваемой смеси. Хлористый кальций вносят в виде водного раствора с массовой долей хлористого кальция от 30 до 40 %, которую уточняют по плотности при 20 °С.

После внесения раствора хлористого кальция в смесь вносят сычужный порошок, или пепсин пищевой, или ферментный препарат в виде раствора с массовой долей фермента не более 1 %.

Сычужный порошок или ферментный препарат растворяют в питьевой воде, предварительно подогретой до температуры 36 ± 3 °С, пепсин растворяют в свежей профильтрованной сыворотке, подогретой до такой же температуры. Продолжительность сквашивания смеси активной бактериальной закваской или бакконцентратом при указанных температурах составляет от 6 до 10 часов с момента внесения закваски, при ускоренном способе – от 4 до 6 часов.

Разрезание сгустка, отделение сыворотки и розлив сгустка. Готовый сгусток разрезают проволочными ножами на кубики размером 2,0 × 2,0 × 2,0 см. Сначала сгусток разрезают по длине ванны на горизонтальные слои, затем по длине и ширине – на вертикальные. Разрезанный сгусток оставляют в покое от 30 до 60 минут для выделения сыворотки.

В случаях получения сгустка с плохим отделением сыворотки его нагревают до температуры сыворотки 40 ± 2 °С с выдержкой при этой температуре от 30 до 40 минут для творога с массовой долей жира от 9,0 до 23,0 %; до 38 ± 2 °С с выдержкой при этой температуре от 20 до 40 минут – для творога с массовой долей жира от 2,0 до 7,0 %;

до температуры 36 ± 2 °С с выдержкой при этой температуре от 15 до 20 минут – для обезжиренного творога.

С целью равномерного нагревания сгустка верхние слои его осторожно перемещают от одной стенки ванны к другой, благодаря чему нижние нагретые слои сгустка постепенно поднимаются вверх, а верхние слои (непрогретые) опускаются вниз.

Выделившуюся сыворотку выпускают из ванны сифоном или через штуцер и собирают в отдельную емкость.

Сгусток разливают в бязевые или лавсановые мешки размером 40×80 см, заполняя их не менее чем на три четверти.

Самопрессование и прессование сгустка. Мешки со сгустком завязывают и укладывают в установку для прессования и охлаждения творога или в пресс-тележку для самопрессования. Продолжительность прессования творога в установке для прессования и охлаждения составляет от 1 до 4 часов в зависимости от качества полученного сгустка и от вида хладоносителя (ледяная вода, рассол).

В пресс-тележке самопрессование продолжается не менее 1 часа. После самопрессования на мешки помещают металлическую пластину, на которую через специальную раму передается давление от винта пресса.

Прессование продолжают до достижения творогом требуемой массовой доли влаги, но не более 4 часов. Допускается отпрессовка творога в пресс-тележке в холодильной камере в течение не более чем 10 часов. Для ускорения отделения сыворотки мешки со сгустком периодически встряхивают.

При выработке обезжиренного творога обезвоживание сгустка можно также осуществлять с использованием творожного сепаратора.

Охлаждение творога, упаковка, маркировка. Творог охлаждают в установках для прессования и охлаждения творога, на охладителях, а также в мешках или пресс-тележках в холодильной камере до температуры 12 ± 3 °С и направляют на упаковку и маркировку. Творог упаковывают в потребительскую тару, разрешенную к применению органами и учреждениями Госсанэпидслужбы РФ для контакта с молочными продуктами.

Доохлаждение упакованного продукта. Упакованный творог доохлаждают в холодильной камере до температуры 4 ± 2 °С. После доохлаждения творога технологический процесс считается законченным, продукт готов к реализации.

5.7. БИОТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

Производство молочных консервов в России непрерывно растет. Стойкие и транспортабельные, они дают возможность потреблять молоко в тех регионах, в которых отсутствует молочное скотоводство.

Долгое время многие специалисты считали данный рынок недостаточно перспективным, т. к., по оценкам некоторых экспертов, значительная доля (до 40 %) приходилась на заказ со стороны силовых структур государства. На сегодняшний день к одним из основных потребителей сгущенного молока относят различных производителей других пищевых продуктов. Его используют в кондитерской промышленности для производства ириса, молочных, сбивных, помадных и ликерных конфет, ассорти, начинок для конфет; в производстве мороженого; в хлебопекарной промышленности – для производства тортов, пирожных, рулетов, кремов.

Сухое молоко, жиры и специальные смеси, используемые в качестве ингредиентов при производстве рекомбинированных молочных консервов, должны быть хорошего качества и обладать необходимыми функциональными характеристиками, обеспечивающими готовый продукт определенными свойствами.

Сухое молоко выбирают с учетом его состава, физических, химических и микробиологических характеристик. Наиболее важной характеристикой является его способность придавать продукту нужную вязкость. Важно знать условия производства, поскольку и тепловая обработка, и гомогенизация могут повлиять на вязкость вырабатываемого сгущенного молока с сахаром.

Технологический процесс производства вареного сгущенного молока состоит из операций:

- 1) приемка и хранение сырья;
- 2) подготовка сырья и восстановление смеси;
- 3) сгущение смеси;
- 4) ферментативный гидролиз смеси;
- 5) внесение наполнителей;
- 6) розлив, охлаждение, упаковка, маркировка, транспортирование, хранение готовой продукции.

Приемка и хранение сырья. Молочное и другое сырье принимают по массе и качеству, установленному лабораторией предприятия.

Допускается хранение сырья в транспортной таре. Срок хранения исчисляется со дня выработки этих продуктов и устанавливается в зависимости от режимов хранения.

Подготовка сырья и восстановление смеси. Питьевую воду подают в резервуар, нагревают до температуры 10 ± 5 °С.

Рассчитанную массу сухого молока растворяют в питьевой воде и выдерживают при этой температуре с целью набухания белков, устранения «водяного» привкуса, улучшения консистенции восстановленного молока.

Восстановленную смесь нагревают до температуры 70 ± 5 °С, вносят масло сладкосливочное, эмульгируют и пастеризуют при 95 ± 5 °С. Требуемое количество сахара вносится в твердом виде. Смесь тщательно вымешивается. После этого проводят сгущение смеси до массовой доли влаги 25–26 % при температуре 95 ± 5 °С.

Сгущенную вареную смесь охлаждают до температуры ферментации 38 ± 2 °С, вносят 0,02 % фермента β-галактозидаза при рН смеси 6,0–6,5; проводят ферментативный гидролиз, перемешивая непрерывно в течение 3 часов. Затем смесь нагревают до температуры 95 ± 5 °С, выдерживают в течение 60–120 минут до получения требуемой окраски.

Продукт должен храниться при температуре не более +10 °С. Срок годности продукта – не более 8 месяцев с момента окончания технологического процесса.

Транспортирование и хранение. Транспортирование продуктов должно производиться всеми видами транспорта в соответствии с установленными Правилами перевозок скоропортящихся грузов и с соблюдением гигиенических требований, а в пакетированном виде – по ГОСТ 24597, ГОСТ 26663, а также в соответствии с требованиями по транспортированию молочных продуктов транспортными пакетами.

Хранение продукта должно производиться при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 85 %.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение понятию «закваска».
2. Перечислите виды заквасок. Кратко охарактеризуйте их.
3. Назовите способы приготовления сухих заквасок.
4. Какие продукты называют кисломолочными?
5. Назовите основные свойства кисломолочных продуктов.
6. Какие закваски использует при производстве молочнокислой продукции?
7. Дайте определение понятию «кисломолочные напитки».
8. Назовите основные свойства кисломолочных напитков.
9. Перечислите характерные особенности молочнокислых микроорганизмов.
10. Какие молочнокислые бактерии относятся к гомоферментативным, а какие – к гетероферментативным?
11. Назовите основные органолептические показатели молочнокислых напитков.
12. Дайте определение понятию «сметана». Назовите способы получения сметаны.
13. Дайте определение понятию «творог». Перечислите виды творога.
14. Какие микроорганизмы используются при производстве сметаны и творога?
15. Какие молочные продукты относят к молочным консервам? Чем молочные консервы отличаются от других молочных продуктов?

Тема 6. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ

6.1. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ СЫРОДЕЛИЯ

Процесс сыропроизводства включает в себя следующие операции: образование казеинового сгустка и его обработка, прессование и придание сырной массе определенной формы, посол и созревание продукта. Для производства сыров используют пастеризованное и сырое молоко. Парное молоко непригодно. Во время пастеризации уничтожаются микроорганизмы, которые могут быть причиной вспучивания сыров и других пороков. Нагревание молока замедляет процесс свертывания, так как при этом происходит осаждение солей кальция.

Свертывание молока (метод получения белка в сыроделии) осуществляется с помощью молочнокислых микробов (при выработке кисломолочных сыров) и микробов в сочетании с сычужным ферментом (при выработке других видов сыров).

Под действием микробов в сырной массе происходят сложные биохимические процессы: созревание, формирование органолептических и других свойств, характерных для определенного вида сыра. Из пастеризованного молока сыр можно приготовить путем внесения чистых культур молочнокислых бактерий (закваски). При этом учитывается их способность образовывать молочную кислоту, ароматические вещества, а также разрушать белки. Штамм микроорганизма придает продукту определенные свойства, поэтому для каждого вида сыра должна быть своя закваска. Многоштабмовые закваски одного и того же вида бактерий лучше приспосабливаются к непостоянным условиям молочной среды.

При выработке твердых сычужных сыров бактериальную закваску вносят в количестве 0,2–0,5 %, при изготовлении мягких сыров – 3–4 %. В состав бактериальных заквасок входят кислотообразователи (*Str. lactis*, *Str. cremoris*), а также микроорганизмы, образующие кис-

лоту и ароматические вещества (*Str. d-lactilactis*, *Str. paracitrovorum*). В зависимости от режима технологии применяют также *Lactobact. helveticum*, *Str. thermophilus* и др., из антагонистов маслянокислых бацилл – *Lactobact. plantarum*.

Сычужный фермент получают из сычугов 2–3-недельных телят. Он представляет собой порошок, который вносят в молоко для получения сгустка (геля). Активность сычужного фермента должна быть 1 : 100 000, т. е. при температуре 35 °С в течение 40 минут 1 г фермента должен свернуть 100 000 г (100 кг) молока.

В промышленности применяют более высокую концентрацию фермента – 2,5 : 100 000 (2,5 г на 100 кг молока). Оптимальная температура действия фермента составляет 40–41 °С, рН = 6,2. Ускорение действия фермента происходит при добавлении 100 кг молока 15–20 г хлорида кальция.

Состав заквасок в зависимости от видов сыров неодинаков.

Производство сыров на всех этапах – от заквашивания молока до созревания – основано на использовании микробиологических процессов. Условия, при которых вырабатываются сыры, являются благоприятными для развития микроорганизмов. Молоко обрабатывается в сырной ванне при температуре, способствующей быстрому размножению молочнокислых бактерий. При разрезании сгустка основное количество бактерий переходит в сырное зерно. Высокое содержание белков, повышенная буферность среды, состояние водной фазы создают благоприятные условия для равномерного и быстрого развития молочнокислых бактерий.

6.2. СОЗРЕВАНИЕ СЫРОВ

Целью созревания сыра является придание продукту определенных органолептических свойств (вкус и запах, консистенция, рисунок). Этого добиваются созданием направленного и регулируемого изменения составных частей молока, перешедших в сыр. При этом в зависимости от вида сыра при его созревании изменяются все составные части молока (молочный сахар, белки, жир, соли и др.).

Свежая сырная масса имеет чистый молочный вкус и эластичную, резиноподобную, грубую консистенцию. В процессе созревания сыр приобретает вкус и аромат. Консистенция становится более пластичной, мягкой, а для некоторых сыров – мажущейся.

Созревание сыра представляет собой сложный комплекс микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, протекающих в сырной массе. Основной движущей силой этого процесса является микрофлора. При этом все составные части (молочный сахар, белки, жир, минеральные вещества) претерпевают определенные изменения с образованием различных веществ, формирующих присущие данному виду сыра органолептические показатели (вкус, запах, консистенция) и рисунок.

Изменения составных частей сырной массы происходят под влиянием главным образом микробных и частично молокосвертывающих экзо- и эндоферментов.

Максимальное число микроорганизмов накапливается в сыре в первые дни после его выработки. Развитие микроорганизмов продолжается до тех пор, пока остается несброженный молочный сахар. После полного его сбраживания число микроорганизмов постепенно снижается.

Ферментативный гидролиз лактозы и дальнейшее сбраживание продуктов гидролиза – глюкозы и галактозы (гликолиз) – происходит под действием ферментов микрофлоры закваски. Молочный сахар подвергается брожению с образованием молочной кислоты и других веществ и в течение 5–10 суток после выработки сыра сбраживается полностью. Молочная кислота отщепляет от казеина фосфат кальция и органический кальций в виде лактата кальция, в результате чего к концу созревания в сыре повышается количество растворимого кальция. При излишне большом накоплении молочной кислоты казеин

теряет значительную часть кальция и плохо связывает влагу, при этом сыр приобретает ломкую крошливую консистенцию и плохой рисунок. Если молочной кислоты образуется мало, то отщепление кальция от казеина задерживается, в результате сыр имеет резинистую консистенцию. Следовательно, в процессе созревания сыр должен достигнуть оптимальной для каждого вида кислотности.

Количеством молочной кислоты определяется кислотность сыра, которая влияет на скорость созревания и консистенцию продукта. Содержание молочной кислоты в процессе созревания сыра снижается.

Ферментативный гидролиз белков (**протеолиз**) считают основным в процессе созревания сыра. Белки сырной массы распадаются с образованием многочисленных растворимых в воде азотистых соединений: высоко-, средне- и низкомолекулярных пептидов и, наконец, аминокислот и целого ряда веществ, играющих большую роль в формировании вкуса и аромата сыра: карбоновых кислот, окси- и кетокислот, альдегидов, кетонов, аминов, аммиака и др.

Накопление растворимых азотосодержащих соединений: пептидов различной молекулярной массы, аминокислот, аминов, амидов, аммиака (общий растворимый азот) – в сырах различных групп неодинаково и характеризует ширину протеолиза. Сыры с высокой температурой второго нагревания («Советский») характеризуются большей глубиной протеолиза, чем сыры с низкой температурой второго нагревания («Голландский») и мягкие («Латвийский»). Это объясняется тем, что при выработке сыров с высокой температурой второго нагревания используют молочнокислые палочки, имеющие высокую пептидазную активность, которые обеспечивают глубокое расщепление белков. Наибольшая ширина протеолиза характерна для мягких сыров.

С переходом белков из нерастворимого состояния в растворимое увеличивается количество связанной воды, что способствует улучшению консистенции сыра.

При нормальном брожении в сыре образуется рисунок, состоящий из шарообразных пустот (глазков), более или менее равномерно распределенных в массе сыра. У одних сыров («Швейцарский») глазки достигают в диаметре 1–2 см, у других («Голландский») – 0,3–0,5 см. Глазки образуются в результате накопления в сыре газообразных продуктов.

В сырах происходит также ферментативный гидролиз молочного жира (**липолиз**). Основным источником липаз служит микрофлора заквасок, плесени и сырной слизи. В мягких сырах жир гидролизуется более интенсивно, а в твердых – значительно слабее. В процессе липолиза образуются свободные жирные кислоты, которые обуславливают характерные острые вкус и запах мягких сыров.

Режимы и условия созревания сыра. При созревании сыра необходимо поддерживать соответствующую температуру и влажность воздуха в камере созревания сыра. После посолки сыр сначала обсушивают на стеллажах в соляном помещении в течение 2–3 суток при температуре 10 °С. Большинство мягких сыров сразу после посолки помещают в камеру созревания при температуре 12–14 °С и выдерживают там до окончания созревания.

При повышении температуры воздуха в камере созревания по сравнению с оптимальной происходит интенсивное брожение, в результате чего сыр вспучивается. При излишне низкой температуре задерживается созревание и появляются пороки сыра (невывраженный вкус, горечь и др.).

При пониженной влажности воздуха в камере созревания сырная масса теряет много влаги, созревание сыра замедляется, а на корке образуются трещины.

Высокая относительная влажность воздуха способствует развитию плесени на сыре и подпреванию корки, размягчению сырного теста. Относительную влажность воздуха для сыров с высокой температурой второго нагревания вначале устанавливают на уровне 90–94 %, снижая ее до 87–90 % после выхода сыра из бродильной камеры, а для сыров с низкой температурой второго нагревания – 88–92 %, снижая ее после месячного возраста до 80–85 %. Если сыры имеют защитное покрытие, то влажность сыра поддерживают на уровне 75–85 %.

На протяжении всего периода созревания для равномерного наведения корки и равномерной осадки сыры периодически (в зависимости от их состояния и условий созревания) переворачивают через 7–15 суток.

Прессуемые твердые сыры с гладкой плотной коркой, не требующие развития на поверхности какой-либо микрофлоры, периодически моют, освобождая корку как от плесени, так и от слизи. Уход за сырами типа «Швейцарского» состоит из периодических моек и незначительного подсаливания их корки для поддержания ее во

влажном состоянии, чтобы не допустить образования толстых корки и подкоркового слоя, а также развития на корке плесени и слизи.

Чтобы предупредить развитие поверхностной микрофлоры и ускорить наведение корки, сыры после мойки рекомендуется подвергать тепловой обработке. Для этого сыр помещают на 3–5 секунд в горячие воду или рассол температурой 88 °С. Массовая доля поваренной соли в рассоле составляет 16–18 %. В процессе посолки и созревания масса сыра из-за усушки уменьшается.

Наибольшая потеря массы, наблюдаемая в период посолки сыра за счет извлечения из него влаги, составляет 4,5 % массы сыра. После посолки масса сыра продолжает уменьшаться вследствие испарения влаги с его поверхности.

При обработке сыра (мойка, тепловая обработка и др.) происходит потеря жира и белка. Общие потери массы сыра в процессе созревания в результате усушки и потерь жира и белка составляют 5–11 %. Потери сырной массы, в свою очередь, влияют на выход сыра.

Применение прогрессивных способов ухода за сыром, использование защитных покрытий значительно уменьшают усушку, но не предотвращают ее. Чем раньше применяют защитное покрытие поверхности сыра, тем меньше усушка, так как наибольшая потеря массы сыра наблюдается в первые дни созревания.

Защитные покрытия твердых сыров. Предупредить разрушение корки сыра и развитие на ней слизи и плесени, снизить потери массы сыра, повысить качество готового продукта и сократить затраты по уходу за сыром при созревании можно с помощью защитных покрытий поверхности сыров на основе парафина, различных полимерных пленок и комбинированных покрытий.

Полимерное покрытие (сплав СКФ-15). Сплав относится к пленкообразователям на основе парафина с полимерными и другими наполнителями. Этот сплав используют как самостоятельное покрытие, а также в качестве защитного слоя.

Для покрытия сыров сплавами используют парафинеры различных конструкций. Поверхность сыра перед нанесением покрытия должна быть сухой. Температура сыра – 10–12 °С. Для нанесения защитного покрытия сыр погружают в расплав на 2–3 секунды, а затем вынимают и выдерживают 2–3 секунды над парафином для отекаания излишков расплава и его застывания, после чего осторожно снимают с держателя.

Температура парафино-полимерного сплава СКФ-15 составляет 160–170 °С, а при раннем парафинировании – 130–140 °С. Температуру парафино-воскового сплава поддерживают на уровне 140–150 °С.

Уход за парафинированным сыром сводится к обтиранию его поверхности мягкой сухой салфеткой, переворачиванию через каждые 10–15 суток. При необходимости сыры перед отгрузкой парафинируют вторично.

Полимерные пленки (полиэтиленцеллофан, повиден, *саран*) применяют для созревания, хранения и реализации сыров с низкой температурой второго нагревания.

Пленочные материалы, применяемые в сыроделии, должны быть достаточно прочными, иметь низкую паро-, газо- и влагопроницаемость, быть нетоксичными, не сообщать привкуса и запаха продукту, легко свариваться, плотно облегать упаковываемый сыр. При созревании в пленке усушка сыра почти полностью устраняется. Это обстоятельство следует учитывать при производстве сыров. Вырабатывать их надо с пониженной на 2,0 % массовой долей влаги после прессования по сравнению с сырами, созревающими в парафино-восковом или парафино-полимерном покрытии. В противном случае возможно получение продукта с повышенным содержанием влаги. Кроме того, при этом возможно нарушение нормального развития микробиологических и биохимических процессов при созревании сыра и, как следствие, возникновение ряда пороков (нечистый горький вкус, неправильный рисунок); консистенция в этом случае может быть мажущейся или рыхлой. При излишней начальной влажности сыров возможно выделение жидкости (сыворотки) под пленкой во время созревания, что недопустимо.

На предприятиях, вырабатывающих сыры в пленках, чтобы исключить обсеменение продукта плесенью и другой посторонней микрофлорой, в помещениях для посолки, обсушки и упаковывания сыра в пленку устанавливают бактерицидные лампы.

Перед упаковкой в пленку сыр после посолки выдерживают при температуре 12 °С от 5 до 12 суток в зависимости от состояния поверхности сыров.

За 2–3 суток до упаковывания в пленку сыр рекомендуется обработать суспензией сорбиновой кислоты, что способствует предотвращению развития на сыре под пленкой поверхностной микрофлоры.

Комбинированное покрытие (новаллен) применяют в производстве различных твердых сыров. Комбинированное покрытие новаллен состоит из двух слоев – каркасного и защитного. Каркасный слой новаллена представляет собой смесь латексов, в которую входит бактериостатический наполнитель, предохраняющий поверхность сыра от воздействия посторонней микрофлоры, а защитный слой – парафино-восковой или парафино-полимерный сплав.

Защитный слой характеризуется высокой адгезией к каркасному слою и низкой паропроницаемостью, что обеспечивает защиту сыра от усушки и плесневения. В свою очередь, каркасный слой улучшает прочностные свойства защитного слоя, устраняет такой дефект, как осыпание парафинового слоя.

6.3. ЗАКВАСКИ И БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЫРОДЕЛИИ

Закваски и бактериальные препараты имеют решающее значение в производстве сыра. Микрофлора, вносимая этими заквасками, играет важную роль в формировании специфического вкуса, аромата и общей биологической ценности сыра. В процессе производства и созревания сыра в нем культивируется целый ряд микроорганизмов, каждый из которых придает уникальные свойства различным сортам сыра.

Бактериальные препараты в сыроделии служат прежде всего для стимулирования роста молочнокислой микрофлоры. Эта специализированная микрофлора отвечает за ферментацию лактозы в ряд кислот, особенно в молочную, уксусную и пропионовую.

В производстве сыра используются разнообразные микроорганизмы, в том числе *молочнокислые бактерии*, пропионовокислые бактерии и даже плесень, но молочнокислые бактерии играют решающую роль. Они осуществляют преобразующий процесс при производстве сыра, метаболизируют основные компоненты молока, такие как лактоза, белки и жиры, превращая их в соединения, которые придают сыру уникальный вкус и аромат. Помимо вкуса, молочнокислые бактерии играют роль в физическом формировании сыра. Они активируют ферменты, ответственные за свертывание молока, ускоряя **синерезис** – процесс отделения жидкости от гелеобразной матрицы. Это определяет не только текстуру и консистенцию сыра, но и его общее качество. Быстрая ферментация лактозы этими бактериями регулирует активную кислотность сыра и окислительно-восстановительный потенциал. Эта корректировка создает среду, враждебную нежелательным микроорганизмам. Кроме того, молочнокислые бактерии способствуют безопасности сыра, подавляя рост вредных и потенциально патогенных организмов благодаря вырабатываемым ими антибактериальным соединениям.

Основные функции заквасок:

1. Подвергаются гликолизу, при этом лактоза превращается в молочную кислоту, за счет чего продукт приобретает острый вкус.
2. Участвуют в протеолизе – расщеплении молочного белка на более простые вещества, такие как пептоны, пептиды и ами-

ноокислоты. Это расщепление имеет решающее значение для улучшения усвояемости, текстуры и вкуса продукта.

3. Процесс липолиза, при котором закваски превращают молочный жир в кетокислоты и сложные эфиры. Этот процесс влияет не только на вкусовой профиль конечного продукта, но и на его запахах, придавая закваске характерный и привлекательный аромат.

В совокупности эти функции подчеркивают важность заквасок в достижении желаемого вкуса, текстуры и аромата ферментированных продуктов.

Классификация заквасочных культур

Закваски играют решающую роль в производстве сыра, определяя вкус, текстуру и общее качество готового продукта. Эти культуры можно разделить на общие категории в зависимости от типа сыра, для которого они используются. Например, в сырах, требующих низкотемпературного нагрева, таких как «Русский» и «Голландский», преимущественно используются штаммы молочнокислых стрептококков, такие как *Str. lactis*, *Str. cremoris* и *Str. acetylactis*. Напротив, те сыры, которые подвергаются высокотемпературному нагреву, такие как «Швейцарский» и «Маасдам», содержат смесь штаммов термофильного стрептококка (термофилиус), пропионовой кислоты и молочнокислого стрептококка.

В *рассольных сырах* и *сырах, проходящих процесс чеддеризации*, таких как «Брынза» и «Чечил», используются разнообразные культуры, включая болгарскую палочку (*bolgaricum*), молочнокислые стрептококки и термофильные стрептококки (*termofilii*). В *голубых сырах*, таких как «Рокфор» и «Дорблю», используются молочнокислые стрептококки, а также штаммы плесени, такие как *pinicilinforti*, которые придают им особый вкус и внешний вид.

Кроме того, уникальные формы связаны с определенными типами сыра. *Geotrichum candidum* – белая плесень, часто встречающаяся на мягких сырах, таких как «Бри» и «Камамбер». Однако это не доминирующий штамм в этих сырах. *Penicillium camberti* – еще одна белая плесень, ответственная за характерный вкус и аромат «Камамбера». Синие-зеленые плесени, такие как *Penicillium roqueforti* и *Penicillium glaucum*, необходимы для образования творага в голубых сырах, таких как «Стилтон» и «Рокфор». Другая плесень, *Mucor rasmussen*, необходима для производства норвежских сыров из обезжиренного молока,

примером может служить Gammelost. Эти специфические формы влияют не только на вкус и текстуру, но и на внешнюю привлекательность сыров, в которых они используются.

Температура, уровень аэрации, концентрация растворенных веществ, реакция среды и свойства субстрата имеют решающее значение в регулировании активности микрофлоры при создании как закваски, так и конечного продукта. В нормативно-технической документации четко обозначены процессы и условия, необходимые для обеспечения активности данной микрофлоры. Это очень важно, поскольку гарантирует, что закваска и конечный продукт будут обладать заданными специфическими свойствами.

Гомоферментативные молочнокислые бактерии приводят к типичному виду молочнокислого брожения, известному как гомоферментативное брожение. В этом процессе молочная кислота является преобладающим конечным продуктом, составляющим более 90 % результата.

Гетероферментативные молочнокислые бактерии ответственны за особый процесс ферментации, известный как гетероферментативное брожение. В отличие от других методов ферментации, где молочная кислота является основным продуктом, при гетероферментативном брожении молочная кислота составляет лишь около 50 % конечных продуктов. Наряду с молочной кислотой образуется несколько побочных продуктов, в частности уксусная кислота, этиловый спирт и диоксид углерода. Признание этой разницы жизненно важно при изучении процессов бактериальной ферментации. Конкретные бактерии, участвующие в ферментации, определяют состав и характер получаемых продуктов.

Методы приготовления заквасок

При приготовлении кисломолочных продуктов можно использовать как жидкие, так и сухие закваски, полученные из чистых бактериальных культур. Сухие культуры имеют более длительный срок хранения, часто превышающий 5–8 месяцев, тогда как жидкие культуры хранятся от 10 до 15 дней. Хотя жидкие культуры могут представлять проблемы при транспортировке из-за своей формы, они имеют преимущество на этапе подготовки. После размораживания они проявляют высокий уровень активности, что делает их пригодными для прямого введения в молоко. Оба вида размножаются одинаково,

особенно при приготовлении рабочей закваски из вторичной или трансферной закваски. К этим культурам полезно добавлять такие вещества, как экстракт поджелудочной железы и фосфатные соли, поскольку они действуют как ингибиторы бактериофагов.

Лаборатории, производящие сухие бактериальные культуры, часто удовлетворяют специфические потребности предприятий. Они отправляют культуры в пробирках, каждая весом от 1 до 2 г, и включают инструкции с подробным указанием даты производства продукта и срока его годности.

Как сухие, так и жидкие бактериальные культуры имеют уникальные этапы приготовления. Например, сухие культуры перед использованием нуждаются в активации, или «оживлении». Это включает в себя подготовку первичных, вторичных и рабочих заквасок. Когда закваска готова к использованию, ее смешивают с хлоридом кальция при температуре коагуляции обычно в пропорциях от 0,5 до 2 % от массы смеси.

В промышленном процессе производства сыра бактериальные закваски играют решающую роль. В целом можно выделить два преобладающих типа этих культур. Первый тип предназначен для небольших твердых сыров, подвергающихся низкой температуре второго нагрева. В эту категорию входят *мезофильные лактококки*, которые далее подразделяются на две группы: гомоферментативные, или кислотообразующие, типы, такие как *Str. lactis*, *Str. cremoris*, *L. casei*, а также *гетероферментативные типы*, такие как *Str. diacetylactis* и *Leulactic Leucremoris*.

Второй тип используется для сыров, требующих высокой температуры второго нагрева, с участием преимущественно термофильных стрептококков и палочки. Примечательно, что пропионовые бактерии широко используются при создании таких сыров, как «Швейцарский» и «Советский», которые имеют четкий рисунок и также требуют высокой температуры второго нагрева.

При производстве натуральных сыров принято использовать *профильные мультиштаммовые комбинированные закваски*. Эти культуры имеют преимущество, поскольку проявляют повышенную устойчивость к бактериофагам, адаптируются к изменяющемуся составу и свойствам молока и могут развиваться в широком диапазоне температур. Двумя важными типами этих культур являются закваски

и концентраты бактерий. Эти концентраты можно непосредственно использовать в сыроделии либо после активации, либо даже без предварительной активации. Кроме того, из бактериальных концентратов можно получать промышленные закваски.

Однако процесс производства стартовых культур не лишен проблем. Серьезную озабоченность вызывают риски загрязнения чужеродной микрофлорой и бактериофагами. Для решения этих проблем отечественная промышленность в последние годы все чаще применяет стартеры прямого введения (DVS), которые вводятся в смесь за 30–45 минут до фазы свертывания. Преимущества использования стартовых культур прямого введения многообразны. Они позволяют использовать молоко более низкого качества, обеспечивают простоту применения, поскольку их можно добавлять в неразбавленном виде непосредственно в оборудование для производства сыра, обеспечивают постоянный видовой состав бактерий и устойчивость к фагам (вирусам, заражающим бактериальные клетки).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Перечислите операции, которые включает процесс сыропроизводства.
2. Опишите сущность процесса свертывания молока.
3. Объясните сущность процесса созревания сыра.
4. Перечислите режимы созревания сыра.
5. Назовите условия, при которых будет происходить процесс созревания сыра.
6. Какие существуют защитные покрытия твердых сыров?
7. Охарактеризуйте защитные покрытия сыров. Какой вид покрытия, на ваш взгляд, лучший и почему?
8. Дайте определение понятию «закваска».
9. Дайте определение понятию «бактериальный препарат».
10. С какой целью в сыроделии применяют бактериальные препараты?
11. Перечислите основные функции заквасок.
12. Дайте классификацию заквасочных культур.
13. Какие существуют методы приготовления заквасок?
14. При производстве каких видов сыров применяются гетероферментативные типы бактериальных заквасок?
15. Где чаще всего применяют профильные мультиштаммовые комбинированные закваски?

Тема 7. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНОГО СЫРЬЯ

7.1. СВОЙСТВА МЯСНОГО СЫРЬЯ

Традиционно в качестве основного сырья для производства ферментированных мясных изделий используют охлажденную или замороженную говядину, свинину, конину, баранину.

Считалось, что лучшим мясным сырьем является мясо бугаев 5–7-летнего возраста и мясо свиней 2–3-летнего возраста. Однако большие объемы современного производства далеко не всегда дают возможность подбора такого сырья. Поэтому современные технологии, как правило, адаптированы под применение обычного мясного сырья, в том числе и замороженного.

Для производства мясных изделий не допускается использование мяса, замороженного более одного раза, или мяса, изменившего свой цвет на поверхности, а также замороженной свинины, хранившейся более 3 месяцев. Использование в рецептурах сырых колбас конины, баранины, мяса лося, оленины и других видов мясного сырья позволяет расширить область их применения, разнообразить ассортимент колбасных изделий и в то же время получить мясопродукты с высокими потребительскими свойствами.

При производстве мясных изделий используются следующие виды мяса:

- говядина жилованная высшего сорта;
- говядина жилованная первого сорта;
- говядина жилованная второго сорта;
- говядина жилованная колбасная;
- говядина жилованная односортная;
- говядина жилованная жирная;
- свинина жилованная нежирная;

- свинина жилованная полужирная;
- баранина жилованная;
- баранина жилованная односортная;
- конина жилованная высшего сорта;
- конина жилованная первого сорта;
- конина жилованная односортная;
- мясо лося односортное;
- оленина жилованная;
- мясо птицы;
- шпик хребтовый и боковой;
- грудинка свиная;
- жир говяжий;
- жир-сырец бараний подкожный и курдючный;
- блоки из жилованного мяса (говядина, свинина, баранина) замороженные.

Химический состав, так же как и физико-химические и функционально-технологические свойства мяса различных животных, варьируется в широком диапазоне и даже в пределах одного сорта зависит от большого числа факторов, прежде всего вида, пола, возраста животных, условий их кормления и содержания.

Существующие схемы жиловки и сортировки мяса, в том числе и трехсортная, не в состоянии обеспечить однородность химического состава мясного сырья в каждой партии. В таблице 4 представлены значения массовой доли влаги и жира обобщенные по литературным данным. Здесь же приведены требования стандарта на содержания жировой (ЖТ), соединительной (СТ) и мышечной (МТ) в различных видах жилованного мяса.

Моделирование химического состава мясных продуктов на основе химического состава рецептурных компонентов позволяет рассчитать химический состав фарша и готовых продуктов с учетом сушки и потерь при термообработке. Однако большой разброс химического состава мясного сырья создает проблемы для получения продуктов заданного химического состава и обеспечения потребителей достоверной информацией о содержании жира и белка.

В европейских странах, например в Австрии, при сортировке мясного сырья также используется разделение его на три сорта.

В таблице 5 приведены данные по химическому составу говядины.

Таблица 4

Химический состав мясного сырья

Вид мясного сырья	Массовая доля, %:		
	влаги	ЖИРА	
		ОБОБЩЕННАЯ	НОРМИРОВАННАЯ
Говядина:			
высший сорт	75,7–76,7	2,4–3,2	< 3 (ЖТ+СТ)
первый сорт	73,2–76,6	2,7–6,4	< 6 (ЖТ+СТ)
второй сорт	69,4–74,9	4,8–11,1	< 20 (ЖТ+СТ)
жирная	51,1–61,1	21,5–33,8	< 35 (ЖТ+СТ)

Таблица 5

Химический состав мяса

КАТЕГОРИЯ МЯСА	Массовая доля, %				ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ 100 Г, КДЖ
	Вода	Белок	Жир	Зола	
I категория	67,7	18,9	12,4	1	782
II категория	71,7	20,2	7	1,1	602
Телятина молочная	78	19,7	1,2	1,1	377

В Германии применяется дробная схема жиловки и сортировки мясного сырья – ГЕНА, позволяющая более рационально использовать мясное сырье при производстве различных видов колбасных изделий.

В европейских технологиях при разработке мясных продуктов и определении их сорта обязательно учитывается содержание в мясном сырье соединительной ткани. В австрийских технологиях наряду с содержанием соединительно-тканых белков (СТБ) используется и их отношение к общему белку – так называемое коллагеновое число (Kollagenwert). В немецких технологиях используется термин BEFFE – bindegewebeiseiweißfreies Fleischseiweiß, т. е. мясной белок свободный от соединительно-тканного белка.

Австрийский термин Kollagenwert относится не только собственно к коллагену, но и совокупно к другим видам СТБ. При этом чем меньше количество СТБ, тем выше качество мясного сырья и, соответственно, получаемой из него мясной продукции, конечно, с учетом качества других видов сырья и используемых технологий.

7.2. МИКРОФЛОРА ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА

Мясо и мясопродукты являются хорошей питательной средой для микроорганизмов. Поэтому в целях сохранения качества мяса и мясопродуктов их подвергают посолу, холодильному хранению и другим видам консервирования.

Микрофлора мяса, поступающего на хранение в камеры охлаждения, разнообразна по составу и обычно представлена мезофилами, термофилами и психрофилами, т. е. микроорганизмами, имеющими неодинаковые температурные пределы роста.

В камерах охлаждения температуру перед загрузкой мяса поддерживают от -1 до -3 °С, а во время охлаждения от -1 до 0 °С. Относительная влажность воздуха в начале охлаждения составляет 95–98 %, а после окончания загрузки и до конца охлаждения – 90–92 %. Во время охлаждения испаряется влага, температура мяса снижается. К концу процесса охлаждения температура в мясной туше (в ее глубоких слоях) снижается и становится близкой к температуре воздуха в камере. Поверхностный слой туши подсыхает, образуемая корочка препятствует росту микрофлоры и проникновению ее вглубь тканей туши. К концу охлаждения в глубоких слоях мяса температура должна достигать $0-4$ °С. Следовательно, на охлажденном мясе в процессе хранения могут развиваться только те микроорганизмы, которые имеют наиболее низкие температурные пределы роста и размножения, т. е. психрофильные.

Термофильные и большинство мезофильных микроорганизмов, которые не развиваются при температурах, близких к 0 °С, после охлаждения мяса полностью приостанавливают свою жизнедеятельность, переходя в анабиоз. В процессе последующего хранения продукта эти микроорганизмы постепенно отмирают, их количество уменьшается. Но некоторые патогенные и токсигенные бактерии из группы мезофиллов (сальмонеллы, токсигенные стафилококки и др.) длительное время сохраняют жизнеспособность при низких температурах и не отмирают при хранении охлажденного мяса.

Размножение психрофильных микроорганизмов в мясе при низких температурах происходит в несколько фаз (лаг-фазу, логарифмическую, максимальную стационарную и фазу отмирания). В начальный период хранения охлажденного мяса психрофильные микро-

организмы, находясь в лаг-фазе (фазе задержки роста), некоторое время не размножаются или их размножение происходит в очень незначительной степени. По этой причине состав микрофлоры мяса в этот период почти не изменяется. Продолжительность фазы задержки роста психрофильных микроорганизмов зависит от того, при какой температуре находилось мясо перед поступлением на хранение.

Если мясо поступает из камер с более высокой температурой (3–4 °С) и в нем содержатся психрофильные микроорганизмы в состоянии активного роста, то лаг-фаза будет менее продолжительной. На продолжительность фазы задержки роста психрофилов влияют также скорость охлаждения, температура и влажность воздуха при хранении мяса. При резком и быстром охлаждении, более низкой температуре и влажности лаг-фаза увеличивается.

На длительность лаг-фазы влияет степень обсемененности микроорганизмами мясных туш. Чем ниже степень обсемененности мяса, тем более длительной будет задержка роста микроорганизмов.

При соблюдении установленного температурно-влажностного режима (от –1 до +1 °С, 85–90 %) на охлажденном мясе, полученном в результате убоя здоровых животных с соблюдением всех санитарных норм, размножение микроорганизмов задерживается на 3–5 дней.

При высокой степени загрязнения мяса микроорганизмами фаза задержки роста сокращается до одних суток, а иногда и нескольких часов.

По истечении лаг-фазы начинают усиленно размножаться психрофильные микроорганизмы, и их число возрастает. Первое место из психрофильных неспорообразующих форм микроорганизмов занимают бактерии, относящиеся к группам *Pseudomonas* и *Achromobacter*, реже и в небольшом количестве – *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Aerobacterium* и некоторые микрококки.

Многие виды бактерий из групп *Pseudomonas* и *Achromobacter* при низких температурах обладают способностью вызывать порчу мяса и мясопродуктов.

При длительном хранении мяса в охлажденном состоянии некоторые виды бактерий группы *Pseudomonas* образуют слизь зеленоватого или бурого цвета. Такая же окраска придается продукту. Во время роста эти бактерии используют большое количество кислорода, вследствие чего ощущается недостаток кислорода на поверхности туши,

что способствует потемнению мяса. Изменение окраски мяса может быть вызвано также окислением гемоглобина мышц до метгемоглобина. Перечисленные изменения снижают товарный вид мяса, но не являются вредными для здоровья человека и незначительно влияют на вкусовые свойства продукта.

В условиях, неблагоприятных для развития психрофильных аэробных бактерий, наблюдается рост плесневых грибов и аэробных дрожжей, которые имеют низкие температурные пределы роста и менее требовательны к влажности.

Из плесневых грибов находятся представители из рода *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium* и *Thamnidium*. Появляются такие пороки, как ослизнение, плесневение, появление постороннего запаха.

Охлажденное при 0 °С мясо хранится не более 2–3 недель, а при большой исходной бактериальной обсемененности – еще меньше.

Для продления сроков хранения охлажденного мяса используют антибиотики (хлортетрациклин, окситетрациклин). Проводятся опыты по обработке мяса ионизирующим облучением. Углекислота также задерживает рост многих гнилостных бактерий.

7.3. МИКРОФЛОРА МОРОЖЕНОГО МЯСА

При замораживании из мяса вымораживается вода, превращаясь в кристаллы льда. Концентрация солей в мясе при этом увеличивается, а температура замораживания оставшихся соков понижается.

Мороженым считается мясо, когда в толстой части мышц бедра на глубине 8–10 см температура не превышает -6°C .

Во время замораживания мяса отмирает значительное количество микроорганизмов, содержащихся в охлажденном мясе.

Отмирание микроорганизмов во время замораживания находится в прямой зависимости от скорости и степени понижения температуры. Чем ниже температура (от -18 до -20°C) и выше скорость замораживания, тем больше погибает микроорганизмов. При медленном неглубоком замораживании до температуры не ниже $-10\text{...}-12^{\circ}\text{C}$ микроорганизмов отмирает значительно меньше.

При одинаковых условиях замораживания скорость отмирания микроорганизмов зависит от видовой и родовой принадлежности, возраста и состояния микробных клеток в момент замораживания.

Неспорообразующие бактерии и вегетативные клетки спорообразующих бактерий погибают быстрее, чем споры. Среди неспорообразующих бактерий энтерококки (фекальные стрептококки) и стафилококки более устойчивы к замораживанию, чем, например, такие, как палочка протей и кишечная палочка. Наиболее устойчивы к действию низких температур плесневые грибы и дрожжи. Плесневые грибы могут расти даже на мороженом мясе, что объясняется их способностью роста при ограниченном содержании воды (около 6 % от исходного содержания в тканях), а также высоким содержанием растворенных в тканевой жидкости солей. Грибница развивается обычно 3 месяца, споры – 4–5 месяцев.

Плесневые грибы и *другие микроорганизмы* попадают в камеры холодильника извне с поступающим на хранение мясом, с инвентарем, воздухом, который вводится в камеры, и т. д. Несмотря на то что при замораживании и хранении уменьшается число жизнеспособных микробных клеток, полного отмирания микроорганизмов в мороженом мясе не происходит. Даже после длительного его хранения оно не становится стерильным и может содержать много живых сапрофитных микроорганизмов – возбудителей порчи, а иногда и патогенных

бактерий. Большинство плесневых грибов и дрожжей на мороженом мясе при температуре $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ не погибают в течение 3 лет. При температуре от -15 до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ токсигенные стафилококки сохраняют жизнеспособность на мороженом мясе до 30 дней, а сальмонеллы – до 6 месяцев и более. При температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ содержание кишечной палочки уменьшается только через 6 месяцев, а энтерококков – остается практически постоянным в течение 9 месяцев хранения мороженных продуктов.

При температуре хранения выше $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ на мясе могут размножаться *психрофильные микроорганизмы*, при температуре от -5 до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ размножаются плесени *гроздевидная* и *тамнидиум*; при температурах около $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше – плесени *кистевидная* и *головчатая* и некоторые дрожжи, при $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ – отдельные виды бактерий.

Развиваясь на мороженом продукте при температурах выше $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, микроорганизмы могут вызывать во время длительного хранения его порчу.

7.4. ДЕФРОСТИРОВАННОЕ МЯСО

Мороженое мясо перед употреблением подвергается оттаиванию (*дефростации*). Процесс оттаивания считается законченным, когда температура в толще мышц достигает 0 °С.

Размножение микробов на оттаянном мясе происходит быстрее, чем на мясе, не подвергавшемся замораживанию. Микроорганизмы, выжившие в процессе хранения мороженого мяса, при его оттаивании начинают размножаться, так как происходит выделение мышечного сока и увлажнение поверхности, т. е. создаются благоприятные условия.

Интенсивность размножения бактерий зависит от способа замораживания. При медленном неглубоком замораживании в мышечной ткани образуются крупные кристаллы льда, что обуславливает разрыв оболочек большого количества клеток мышечных волокон и выделение значительного количества мышечного сока. В результате быстрого глубокого замораживания в мышечной ткани образуются мелкие кристаллы льда, которые не травмируют оболочки окружающих их клеток ткани. После оттаивания мышечный сок проникает обратно в мышечные волокна и почти не выделяется.

На активность размножения микроорганизмов во время размораживания влияет также температура. Если размораживание проводят при повышенной температуре от 20 до 25 °С, то к тому времени, когда оттают глубинные участки мышечной ткани, на поверхности туши происходит интенсивное размножение микробов. При медленном размораживании (низкой плюсовой температуре 1–8 °С и относительной влажности 75–90 %) микроорганизмы размножаются на поверхности мясных туш менее активно.

7.5. ВИДЫ ПОРЧИ МЯСА

При нарушении режимов и сроков холодильного хранения мяса в результате размножения микроорганизмов может измениться его качество, что приводит к порче продукта.

Различают несколько видов порчи охлажденного, мороженого и размороженного мяса: ослизнение, гниение, кислое брожение, пигментация, свечение, плесневение.

Ослизнение. Оно обычно наблюдается в начальный период хранения охлажденного мяса. На поверхности мясных туш появляется сплошной слизистый налет, состоящий из различных бактерий, дрожжей и иногда других микроорганизмов. Основные возбудители ослизнения – аэробные психрофильные грамотрицательные бактерии, чаще всего из рода *Pseudomonas*. Кроме этих микроорганизмов, на поверхности мяса размножаются и участвуют в ослизнении аэробные дрожжи. Размножающиеся на мясе микроорганизмы сначала образуют отдельные колонии, которые затем сливаются в виде сплошного слизистого налета мутно-серого или буровато-зеленого цвета.

Гниение. При хранении мяса с признаками ослизнения происходит дальнейшая его порча – гниение. Его вызывают различные аэробные и факультативно-аэробные неспорообразующие бактерии, а также спорообразующие аэробные и анаэробные бактерии. При температуре около 0 °С гниение в основном обуславливается жизнедеятельностью психрофильных бактерий, чаще всего рода *Pseudomonas*. При повышении температуры хранения гниение вызывают мезофильные гнилостные микроорганизмы: неспорообразующие бактерии – палочка обыкновенная протея (*Proteus vulgaris*) и чудесная палочка (*Serratia marcescens*) сенная палочка (*Bac. subtilis*), картофельная палочка (*Bac. mesentericus*) и другие аэробные бациллы; анаэробные клостридии – палочка спорогенес (*Cl. sporogenes*), палочка путрификус (*Cl. putrificus*) и палочка перфрингенс (*Cl. perfringens*).

Гниение может происходить как в аэробных, так и в анаэробных условиях.

В процессе гниения под влиянием протеолитических ферментов гнилостных бактерий осуществляется постепенный распад белков мяса с образованием неорганических конечных продуктов: аммиака, сероводорода, диоксида углерода, воды и гипофосфатов (при аэроб-

ном процессе) или накопление большого количества органических веществ, образующихся в результате неполного окисления продуктов дезаминирования аминокислот индола, скатола, масляной и других органических кислот, спиртов, аминов (при анаэробном процессе).

Многие из продуктов распада белков придают мясу неприятный, гнилостный запах.

Кислое брожение. Иногда мясо подвергается кислому брожению, которое сопровождается появлением неприятного, кислого запаха или зеленовато-серой окраски на разрезе и размягчением мышечной ткани. Возбудителями этого вида порчи являются психрофильные лактобациллы, микробактерии и дрожжи, которые способны развиваться в глубине мышечной ткани, где создается низкая концентрация кислорода. Эти микроорганизмы, размножаясь в продукте, ферментируют углеводы мышечной ткани с выделением органических кислот.

К процессу кислого брожения может присоединиться процесс гниения, поэтому мясо с признаками порчи можно использовать только на основании результатов лабораторного исследования.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. С какой целью мясо подвергают посолу, холодильному хранению и другим видам консервирования?
2. Какие микроорганизмы называют психрофильными?
3. Что такое лаг-фаза и чем она характеризуется?
4. Какие группы бактерий образуют в мясе слизь зеленоватого или бурого цвета?
5. С чем связано изменение окраски мяса?
6. Какое мясо считается мороженым?
7. Чем мороженое мясо отличается от охлажденного мяса?
8. Какие микроорганизмы устойчивы к замораживанию?
9. Как плесневые грибы и другие микроорганизмы попадают в мясо?
10. Дайте определение понятию «дефростация».
11. От чего зависит интенсивность размножения бактерий в процессе разморозки мяса?
12. Перечислите факторы, которые могут влиять на активность размножения микроорганизмов во время размораживания мяса.
13. Какие факторы, на ваш взгляд, оказывают влияние на порчу мяса?
14. В каком случае мясо необходимо подвергать лабораторному исследованию?
15. Опишите процесс кислого брожения мяса.

Тема 8. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА

8.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сырокопченые и сыровяленые (ферментированные) мясные изделия, прежде всего колбасы, относятся к классу уникальных продуктов, не подвергающихся высокотемпературной обработке при их изготовлении. Они обладают высокой пищевой и биологической ценностью, имеют ярко выраженные специфические органолептические показатели: приятный вкус с кислинкой, тонкий аромат и своеобразную текстуру.

Кулинарная готовность и микробиологическая безопасность таких продуктов достигаются комплексом биохимических, микробиологических и физико-химических изменений, происходящих в колбасном полуфабрикате под воздействием тканевых и микробных ферментов при соблюдении определенных термовлажностных условий процесса. При этом используется биотехнологический потенциал имеющихся в мясном сырье микроорганизмов, а также специально вносимых бактериальных препаратов или так называемых «стартовых» культур ряда микробов.

При производстве сыровяленых мясных изделий, прежде всего колбас, традиционно используются «защитные» культуры микроорганизмов, состоящих преимущественно из грибов различных видов, искусственно наносимых на оболочку колбас.

Традиционные сырокопченые и сыровяленые мясные изделия относятся к пищевым продуктам длительного хранения и могут сохранять свои потребительские свойства в течение нескольких месяцев даже в обычных условиях хранения.

В последние годы увеличивается количество видов ферментированных изделий с укороченным процессом производства, как правило, за счет быстрой ферментации, часто при повышенных температурах и вследствие этого имеющих ограниченные сроки хранения.

Технологии производства сырокопченых и сыровяленых мясных изделий по продолжительности изготовления в настоящее время принято делить на *ускоренные* и *традиционные*.

Если цикл производства при ускоренном способе составляет не более 20–25 суток, то при традиционном – от 30 до 40 суток, а для некоторых видов эксклюзивных колбас – 100 и более суток. Для ферментированных окороков, например для испанского хамона и итальянской пармской ветчины, цикл производства достигает полутора лет. Основной особенностью технологии мясопродуктов этого класса является применение умеренных режимов термообработки с диапазоном температур основных процессов от 2 до 4 °С (холодная осадка) и до 22–30 °С (теплая осадка, копчение, созревание, сушка).

Различие между технологиями приготовления сырокопченых и сыровяленых мясных изделий заключается в наличии или отсутствии копчения мясного полуфабриката дымом. Так, сыровяленые колбасы относят к экологически чистым деликатесным мясным продуктам, имеющим высокую пищевую и биологическую ценность. Благодаря пробиотическим свойствам доминирующих в готовом продукте молочнокислых микроорганизмов и возможности использовать биологически активные добавки без потери их эффективности в процессе термической обработки они пригодны для использования в детском и специальном питании.

В последнее время как в европейских странах, так и в России существенно возрос интерес к сырокопченым и сыровяленным изделиям, вырабатываемым по ускоренным технологиям и имеющим достаточно обоснованные экономические перспективы производства. Следует учитывать технологическую сложность производства мясопродуктов этого класса, обусловленную многоплановыми и тонкими связями между различными процессами, происходящими под воздействием внешних и внутренних факторов в сырье, колбасном полуфабрикате и готовом продукте на всех этапах изготовления, хранения и транспортирования.

8.2. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Наиболее важным фактором внешней среды, определяющим жизнедеятельность микроорганизмов, является температура. Развитие микробов возможно только при определенных температурах, которые неодинаковы для различных видов и групп микроорганизмов. Для каждого вида микробов существуют три температурные границы (кардинальные температуры), в пределах которых они способны развиваться: оптимальная, минимальная и максимальная.

Оптимальная температура – температура, при которой микроорганизмы растут и размножаются наиболее интенсивно, соответствует так называемой физиологической норме микробов.

Минимальной температурой считается такая температура, ниже которой микроорганизмы не способны развиваться. Клетки переходят в состояние анабиоза: их жизненные функции прекращаются, однако они восстанавливаются при соответствующих температурных условиях и наличии питательного субстрата.

Максимальная температура является предельной, выше которой рост микроорганизмов не происходит. Жизненные функции клеток ослабевают, или же они могут погибнуть совсем.

Таким образом, при минимальной и максимальной температурных границах еще возможно слабое развитие микроорганизмов (замедленный рост и размножение), а за их пределами оно полностью прекращается. Для разных видов микроорганизмов эти температурные границы неодинаковы. Поэтому они условно подразделяются на три физиологические группы: психрофилы, мезофилы, термофилы (таблица 6).

Кардинальные температуры могут быть сдвинуты в ту или иную сторону под влиянием других факторов существования микроорганизмов. Например, в южных районах некоторые бактерии (молочнокислые и др.) имеют более высокий температурный оптимум роста, чем такие же виды микроорганизмов в средней полосе и северных районах. Это свидетельствует о широкой приспособляемости микроорганизмов.

Температурные границы роста
разных физиологических групп микроорганизмов

Группы микроорганизмов	Кардинальные значения температуры, °С		
	Минимальные	Оптимальные	Максимальные
Психрофилы	-7...0	10...35	30...40
облигатные	–	< 20	–
психотрофные	–	>20	–
Мезофилы	10	25...35	40...55
термотолерантные	–	25...37	55
Термофилы	20...45	40...70	55...84
экстремальные	40...45	70	74...84
облигатные	30	55...65	82
эвритермные	20...25	40...50	–

Психрофильные микроорганизмы развиваются при относительно низких температурах. К данной группе условно относятся все микроорганизмы, которые хорошо растут при 0 °С в пределах двух недель и имеют продолжительность генерации в логарифмической фазе роста при этой температуре не более 48 часов. Температурный оптимум различных представителей группы психрофилов неодинаков. Существует много микроорганизмов (некоторые гнилостные бактерии, плесени, дрожжи), имеющие оптимальную температуру развития 25–30 °С, но довольно быстро размножающиеся также при температуре, близкой к 0 °С.

К психрофильным микроорганизмам относятся светящиеся бактерии, железобактерии, некоторые виды неспоровых гнилостных бактерий, плесневых грибов, дрожжей, актиномицетов.

Мезофильные микроорганизмы, хорошо развивающиеся при средних температурах (10–45 °С), являются наиболее распространенной и самой многочисленной группой. В нее входит большинство сапрофитных микробов (гнилостные бактерии, возбудители молочнокислого и других типов брожения, дрожжи, плесневые грибы, актиномицеты и др.), а также все патогенные микроорганизмы.

Термофильные микроорганизмы размножаются при относительно высоких температурах. Температурные границы представителей этой

группы неодинаковы. Кроме термофильных, при высоких температурах могут развиваться некоторые виды мезофильных микроорганизмов (факультативные термофилы или термотолерантные мезофильные виды), которые имеют температурный оптимум развития 25–37 °С, но могут расти и при 55 °С.

Высокие и низкие температуры по-разному влияют на микроорганизмы. *Низкие температуры*, т. е. температуры, лежащие ниже температурного минимума развития (особенно низкие положительные, т. е. выше 0 °С), обычно не вызывают гибели микроорганизмов. При низких температурах происходит замедление или полное прекращение процессов обмена веществ микробных клеток с внешней средой, вследствие чего прекращаются их рост и размножение.

Жизнеспособность многих микроорганизмы сохраняется даже при температуре, близкой к абсолютному нулю. Отмирание микроорганизмов при низких температурах возможно вследствие их старения или голодания во время длительного нахождения в состоянии анабиоза. При температуре ниже 0 °С (замораживание) разрушающее действие на микроорганизмы оказывают кристаллы льда и повышенное осмотическое давление, создающееся в клетке при замерзании воды. Губительно действуют на микробы повторное замораживание и оттаивание.

При *высоких температурах*, т. е. выше максимальной, резко ослабляются жизненные функции клеток, так как уменьшается ферментативная активность и нарушаются осмотические процессы, протекающие в клетках. При дальнейшем повышении температуры происходят необратимые изменения (денатурация белков цитоплазмы, инактивация ферментов) и микроорганизмы теряют жизнеспособность.

В таблице 7 приведены минимальные значения температуры для развития некоторых видов микроорганизмов, характерных для мясных продуктов и важнейших для безопасности питания.

Конкурирующая микрофлора. Первой предпосылкой безупречного проведения процессов изготовления сырых колбас является применение мясного сырья с низкой бактериальной обсемененностью, в результате чего можно обеспечить низкую обсемененность колбасного фарша.

Минимальные значения температуры для роста некоторых микроорганизмов

ТЕМПЕРАТУРА, °С	ВИДЫ МИКРООРГАНИЗМОВ	
	ПАТОГЕННЫЕ	ВЫЗЫВАЮЩИЕ ПОРЧУ
32	<i>Campylobacter</i> spp. ^a	<i>Bacillus</i> sp.
20		<i>Clostridium perfringens</i>
12	<i>Clostridium perfringens</i>	
12...10	<i>Clostridium botulinum</i> A, B	
9	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
8...7	Enteropathogene <i>Escherichia coli</i>	
6,7	<i>Staphylococcus aureus</i>	
5,2	<i>Salmonella</i> spp. ^b	<i>Bacillus</i> sp. [*]
4	<i>Bacillus cereus</i>	
4...0	<i>Aeromonas</i> spp.	
3,3	<i>Clostridium botulinum</i> E, B', F [*]	
2		<i>Micrococccen</i>
2...0		<i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc</i> sp.
0	<i>Yersinia enterocolitica</i>	<i>Brochothrix thermospacta</i> , <i>Enterobacter</i> sp., <i>Hafnia</i> sp., <i>Klebsiella</i> sp., <i>Enterococcus</i>
-0,4	<i>Listeria monocytogenes</i>	
-4		<i>Penicillium</i>
-5		<i>Pseudomonas</i> sp., <i>Acinetobacter</i> sp., <i>Flavobacterium</i> sp., <i>Psychrobacter</i> sp.
-7		<i>Alcaligenes</i> sp.
-6...-10		<i>Cladosporium</i> sp., <i>Sporotrichum</i> sp.
-12		Плесневые грибы
-18		<i>Penicillium</i> sp. [*] , <i>Fusarium</i> sp. [*]

Примечание. * некоторые штаммы; *a* – кампилобактеры переживают хранение в замороженном состоянии (от -15 до -70 °С); *b* – большинство сальмонелл растут при температуре выше 7 °С.

Качественный состав микроорганизмов в фарше ферментированных колбас многообразен, и наряду с нежелательными в фарше изначально имеется определенное количество позитивно технологических микроорганизмов, в том числе молочнокислых бактерий, стафилококков, микрококков, доля которых в ассоциации

микроорганизмов отформованного колбасного батона составляет от 10 % до 50 %.

Внесение в фарш бактериальных препаратов существенно меняет микробную ситуацию в колбасном полуфабрикate на всех стадиях производства колбас.

Считается, что не только при высокой, но и при слишком низкой микробной обсемененности мясного сырья могут возникнуть проблемы с желаемым ходом процесса созревания сырых колбас. В этих случаях предполагается обязательное использование «стартовых культур». При небольшом количестве в мясном сырье собственных позитивно технологических микроорганизмов внесение бактериального препарата компенсирует этот недостаток. При слишком большой микробной обсемененности мясного сырья использование стартовых культур повышает конкурентоспособность позитивно технологических микроорганизмов и создает предпосылки для желаемого изменения качественного и количественного состава в процессах осадки, копчения и созревания-сушки.

Микробы, входящие в состав стартовых культур, обеспечивают подавление развития негативно технологических микроорганизмов следующим образом:

- снижением показателя рН;
- продуцированием молочной кислоты;
- продуцированием уксусной кислоты;
- конкуренцией за питательный субстрат;
- продуцированием перекиси водорода;
- продуцированием бактериоцинов и антибиотиков.

В этой связи следует отметить следующие моменты. Снижение рН и образование молочной кислоты в процессе созревания сырых колбас определяется прежде всего составом бактериального препарата и качественным и количественным составом применяемых углеводов и других компонентов рецептуры. Используемые режимы, особенно температура, также влияют на ход кислотообразования и снижения показателя рН.

Молочнокислые бактерии в процессе их жизнедеятельности вырабатывают ряд специфических метаболитов белкового и небелкового происхождения, тормозящих развитие других видов микроорганизмов, – бактериоцины и антибиотики.

8.3. СЫРОКОПЧЕННЫЕ И ВАРЕНО-КОПЧЕННЫЕ КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Сырокопченые и варено-копченые колбасные изделия готовят по особой технологии. При этом бактерицидными агентами являются соль, антисептические вещества копильного дыма, которыми пропитывается продукт (формалин, фенол, альдегиды и др.).

Сырокопченые колбасы по сравнению с варено-копчеными и вареными значительно медленнее подвергаются порче. В них содержится меньше влаги (30–40 %) и больше антисептиков, чем в варено-копченных и вареных колбасах.

При изготовлении сырокопченых колбас батоны подвергают длительной осадке, холодному копчению и сушке.

Разновидностью сырокопченых колбас являются сыровяленые (вяленые) колбасы, которые после осадки сушат без предварительного копчения (вялят).

В процессе изготовления сырокопченых колбас не применяют тепловой обработки, обеспечивающей уничтожение неспорообразующих микроорганизмов; микрофлора этих колбас изменяется иначе, чем вареных и полукопченых.

В ходе технологического процесса изготовления сырокопченых и вяленых колбас создаются условия, хотя и замедляющие, но не исключаящие жизнедеятельности микроорганизмов в продукте. Поэтому в фарше этих колбас размножаются некоторые группы микроорганизмов. В результате общая обсемененность фарша постепенно возрастает во время длительной осадки, копчения (у сырокопченых колбас) и в начале процесса сушки, достигая к 10–20-му дню созревания продукта миллионов и более микробных тел в 1 г продукта. Затем общее количество микроорганизмов постепенно снижается и к концу сушки, примерно через 30–50 дней, уменьшается в несколько раз. Микрофлора сырокопченых и сыровяленых колбас во время созревания в количественном и качественном составе подвергается значительным изменениям.

На начальных стадиях технологического процесса в сырокопченной колбасе чаще обнаруживают: из спорообразующих видов *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*, реже – *Bacillus megatherium* и *Bacillus mycoides*.

В готовой, хорошо созревшей сырокопченой колбасе встречаются совершенно другие микроорганизмы. Из кокковых форм чаще обнаруживают *Micr. aquatilis*, *Str. cereus albus*, *Micr. pellicidum*, *Micr. casei amorii*, из молочнокислых бактерий – *Str. lactis* и *Enterococci*, *Lactobacterium plantarum*.

Среди молочнокислых бактерий, выделяемых из сырокопченых колбас, выявлены штаммы, обладающие антагонистическими свойствами по отношению к *Bact. proteus vulgaris*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*.

Обычно в конце созревания сырокопченых и вяленых колбас молочнокислые бактерии и микрококки составляют наибольшую часть от общего количества микрофлоры продукта. Грамотрицательные бактерии, преобладающие в начальный период процесса, по мере созревания колбас постепенно отмирают; бактерии рода *Proteus* отмирают и не обнаруживаются в фарше примерно к 18–30 дню, а кишечная палочка – через 30–50 дней сушки. В готовых созревших колбасах эти микроорганизмы, как правило, всегда отсутствуют.

Изменение состава микрофлоры сырокопченых и вяленых колбас связано с тем, что на состав и развитие микроорганизмов воздействуют такие факторы, как обезвоживание среды, повышение концентрации соли и связанное с ними снижение активности воды, применение коптильных веществ (на поверхностную микрофлору сырокопченых колбас), изменение рН продукта и микробный антагонизм.

В процессе копчения продукт пропитывается антисептическими веществами коптильного дыма, подавляющими развитие неспорообразующих микроорганизмов (особенно палочки протей, кишечной палочки, стафилококков и вегетативных форм споровых микроорганизмов).

Споры аэробных бацилл, анаэробных клостридий и плесени обычно при копчении не погибают. В значительном количестве коптильные вещества проникают только в поверхностные слои фарша, а в толще колбасных изделий их концентрация обычно в 10–15 раз ниже. Следовательно, коптильные вещества играют второстепенную роль в подавлении жизнедеятельности микрофлоры фарша.

Бактерицидный эффект копчения заключается главным образом в создании на поверхностных участках продукта бактерицидной зоны, защищающей его от проникновения и размножения микроорганизмов из внешней среды.

Существенное, определяющее воздействие на развитие микроорганизмов в сырокопченых и вяленых колбасах оказывают обезвоживание продукта и повышение вследствие этого концентрации соли как фактора, определяющего величину осмотического давления и активности воды в фарше. Обезвоживание и повышение концентрации соли происходят по всей толще продукта неравномерно. Поэтому в центральных (менее обезвоженных) участках колбасных батончиков благоприятные условия для размножения микроорганизмов сохраняются дольше, чем в поверхностных слоях. При концентрации соли 10 % и более происходит резкое снижение количества микроорганизмов в колбасном фарше. Дальнейшее уменьшение содержания микроорганизмов находится в прямой зависимости от повышения концентрации соли.

Существенно влияют на изменение состава микрофлоры при созревании колбас *антагонистические взаимоотношения* между различными микроорганизмами. Многие штаммы молочнокислых бактерий, выделяемых из копченых колбас, обладают выраженным антагонизмом в отношении тест-культур кишечной палочки, обыкновенного протей, гнилостных аэробных бацилл, стафилококков. Штаммы дрожжей из рода *Debaryomyces* оказывают антагонистическое действие на плесневые грибы. Микробы-антагонисты обладают солеустойчивостью, что позволяет им активно размножаться в процессе обезвоживания продукта. Антагонизм молочнокислых бактерий и микрококков обуславливается выработкой антибиотических веществ и сдвигом pH фарша в кислую сторону, неблагоприятную для размножения гнилостных и условно-патогенных бактерий.

Основная микрофлора сырокопченых и вяленых колбас (молочнокислые бактерии, микрококки, дрожжи) влияет на созревание и формирование специфического запаха, вкуса, цвета и других органолептических свойств продукта.

Варено-копченые колбасы в отличие от сырокопченых подвергаются менее длительной осадке (около 2 суток), горячему копчению (при 50–60 °С), варке, вторичному копчению при температуре от 32 до 45 °С и менее продолжительной сушке (от 7 до 15 суток). Во время осадки и горячего копчения, как при изготовлении сырокопченых колбас, размножаются микрококки и молочнокислые бактерии; количество микробов в фарше увеличивается.

При варке значительная часть микрофлоры фарша погибает, в том числе отмирают палочка протей, кишечная палочка, часть молочно-кислых бактерий, микрококков и спорообразующих бактерий.

В процессе вторичного копчения и сушки часть микроорганизмов, выживших при варке (главным образом молочнокислые бактерии и микрококки), размножаются. Однако по сравнению с содержанием микроорганизмов в сырокопченых колбасах общее количество микроорганизмов в фарше готовых варено-копченых колбас значительно ниже.

Состав микрофлоры варено-копченых колбас в конце сушки (созревания) почти не отличается от состава микрофлоры сырокопченых колбас. В нем преобладают те же микроорганизмы (микрококки, молочнокислые бактерии), жизнедеятельность которых играет определенную роль в процессе формирования цвета, специфического запаха и вкуса продукта.

8.4. СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Мышечная ткань – наиболее важный по пищевым и вкусовым достоинствам компонент мяса.

Улучшение вкусовых качеств мяса, появление специфически приятного вкуса и аромата, сочности и нежности называется **созреванием мяса**.

Для ускорения процесса созревания мяса используют следующие способы:

1. Физические способы: повышение температуры среды; избыточное давление; ультразвуковая вибрация; электростимуляция.
2. Химические способы основаны на введении в мясо под давлением различных жидких и газообразных компонентов: воды; 0,9-процентного раствора хлорида натрия; водного раствора триполифосфата; воздуха; смеси N_2 , CO_2 , CO .
3. Механические способы: накалывание; отбивание; массажирование.
4. Биологические способы:
 - 1) *применение ферментов*. При ферментации мяса наиболее важное значение играют ферменты подкласса пептидгидролаз. Они ускоряют гидролиз пептидных связей в белках и пептидах. Среди пептидгидролаз различают *протеиназы (эндопептидазы)* – катализируют гидролиз внутренних пептидных связей в белковой молекуле с образованием пептидов; *пептидазы (экзопептидазы)* – отщепляют от пептидной цепи свободные аминокислоты. Из поджелудочной железы выделен фермент *коллагеназа*. Он разлагает коллагеновые волокна до пептидов. Аналогичные препараты получены из бактерий, актиномицетов, мицелиальных грибов. Распространено использование *трипсина*. Он имеет высокую протеолитическую активность по отношению к актомиозину. *Папаин* вызывает деструкцию белков соединительной ткани.

В настоящее время используют следующие способы обработки мяса протеолитическими ферментами:

- прижизненное введение раствора ферментного препарата в организм животного через кровеносную систему;
- обработка поверхности мышцы путем разбрызгивания или нанесения порошкообразных размягчителей;

- погружение мяса в раствор фермента;
 - внутримышечное шприцевание;
- 2) *применение стартовых культур*. Выявлено действие многих штаммов молочнокислых бактерий на мышечную ткань: *Streptococcus cremoris*; *Streptococcus lactis*; *Streptococcus diacetylactis*; *Leuconostoc citrovorum*; *Leuconostoc lactis*. В результате углеводного обмена микроорганизмов образуются продукты, которые играют важную роль в формировании долго сохраняющегося вкуса и аромата. Это молочная, пировиноградная, винная, уксусная кислоты, этиловый спирт, ацетон. В формировании аромата важны продукты расщепления жиров: свободные жирные кислоты и карбонильные соединения. Известны белково-бактериальные препараты (ББП), Ацид-СК-1, Ацид-СК-2, Ацид-СК – их получают из штаммов *L. acidophilum*. ПК-СМ готовят на основе натуральной творожной сыворотки. Он содержит мезофильные лактококки, ароматобразующие и термофильные молочнокислые бактерии.

Перспективно создание бифидосодержащих стартовых культур для выработки мясных продуктов. Бифидобактерии составляют в среднем 90 % микрофлоры кишечника здоровых людей. Они используются в медицине и ветеринарии для создания препаратов-пробиотиков для лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Применение стартовых культур, состоящих из молочнокислых и бифидобактерий, позволяет получать мясные продукты с лечебно-диетическими свойствами.

Промышленным способом производят стартовые культуры микроскопических (плесневых) грибов. Они продуцируют специфические ферменты, которые придают мясным продуктам характерные вкус и аромат.

8.5. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ, БИОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

В большинстве технологий ферментированных мясных изделий предполагается обезвоживание сырья, при этом глубина обезвоживания существенно зависит от вида изделий и предполагаемых сроков хранения.

При производстве ферментированных изделий из мяса типа пармской ветчины и испанских окороков – хамона и серано – потерю влаги осознанно ограничивают несколькими процентами, для чего при подготовке сырья оставляют шкуру или поверхностный жир, который препятствует нежелательной потере влаги.

При производстве ферментированных колбас мажущейся консистенции также потеря влаги составляет несколько процентов, но это в отличие от производства окороков обеспечивается кратковременностью процесса.

При производстве же большей части ферментированных колбас (как полусухих, так и сухих) потери массы изделий в процессе обезвоживания (преимущественно конвективной сушки) составляют от 10 % до 50 % к массе исходного продукта. При этом потери влаги в разной мере происходят на всех стадиях термической обработки – осадки, копчения или созревания и последующей сушки.

Осадка является первой стадией термовлажностной обработки батонов сырых колбас. При осадке происходят подсушка оболочки, созревание фарша, его уплотнение и фиксация окраски, обусловленная ферментативными и микробиальными процессами. В процессе осадки сырых колбас происходят постепенное обезвоживание содержимого колбасного батона, некоторое снижение величины рН, понижение показателей липкости, влагоудерживающей способности, гидролитический распад белков с увеличением количества свободных аминокислот и полипептидов.

Обычно рекомендуют перед проведением осадки произвести в течение нескольких часов темперирование колбасного полуфабриката при небольшой относительной влажности парогазовой среды. Это дает возможность подсушить поверхность колбасного батона и снизить риск выпадения на нем конденсата.

Осадка делится на два вида: теплую и холодную. Холодная осадка, проводимая при температуре 0–4 °С, обеспечивает большую плотность и монолитность батона, и более интенсивную окраску. Продолжительность ее составляет до 5–7 суток. Относительная влажность парогазовой среды поддерживается на уровне 85–95 %, а скорость ее движения – 0,1–0,5 м/с.

При холодной осадке применяют температуры ниже минимальных значений для роста молочнокислых микроорганизмов стартовых культур, которые составляют 10–12 °С. Следовательно, стартовые культуры при таких условиях еще не работают. Существенно замедлены при проведении холодной осадки и биохимические процессы.

При теплой осадке существенно интенсифицируются процессы ферментации, при ней эффективнее работают стартовые культуры и быстрее идет окисление фарша. Теплая осадка проводится в течение 8–72 часов при температуре от 15 до 25 °С. Но в то же время в некоторых технологиях, в частности американских, температура при осадке и созревании может быть выше и достигать 38 и даже 43 °С. Следует отметить, что эти значения температуры достаточно близки к оптимальным для большинства штаммов стартовых культур (30–37 °С). Иногда теплая осадка сопровождается кратковременным копчением и (или) прессованием.

На стадии осадки и в начале созревания нежелательны большие влагопотери колбасного полуфабриката – обычно их ограничивают 2–3 % от массы в сутки.

Большие значения их могут привести к негативным последствиям: повышается риск образования закала, то есть пересушенного внешнего слоя батона, который препятствует переносу влаги из внутренних слоев продукта к зоне испарения. Образование закала ведет к повышенным значениям влажности в сердцевине продукта, возможности закисания фарша, расслоению батона в поперечном сечении с образованием пустот и нарушению хода естественного процесса созревания колбасы;

Чрезмерное снижение значений показателя может привести к угнетению на этом ответственном этапе активности молочнокислой микрофлоры бактериальных препаратов, в первую очередь лактобацилл. Это связано с тем, что оптимум жизнедеятельности их находится в диапазоне от 0,97 до 0,95, близком к параметрам исходного фарша.

Осадку желательно проводить в камерах с регулируемым термовлажностными режимами.

Копчение – один из древнейших способов повышения микробиологической стабильности пищевых продуктов при хранении. Консервирующий эффект основывается на снижении влажности и активности воды, а также бактериостатическом действии ряда компонентов дыма, проникающих в фарш, прежде всего фенолов и кислот.

При копчении происходят значительные потери влаги – в сутки до 3% и даже более. При копчении сырокопченых колбас снижается эластичность и влагосвязывающая способность фарша, значительно снижается его липкость, что указывает на существенные денатурационные изменения белковых веществ в процессе копчения. Копчение приводит к некоторому снижению показателя pH, в основном за счет проникновения в фарш из дыма ряда кислот, прежде всего пропионовой, янтарной и уксусной.

При холодном копчении изменения миоглобина ведут к появлению вишнево-красной окраски – это обусловлено тем, что содержащаяся в дыме закись углерода (СО), способствует образованию СО-миоглобина, имеющего яркую окраску.

Жиры, содержащиеся в фарше, при копчении активно сорбируют компоненты копильного дыма. В результате антиокислительного действия фенолов в жирах затормаживается протекание окислительных реакций. Продукты взаимодействия фенолов с радикалами жиров имеют характерный привкус, что вносит специфический оттенок во вкусоароматические ощущения.

При анализе образования специфического аромата и вкуса следует различать аромат копильного дыма и аромат и вкус копченого мяса. Аромат копильного дыма зависит от вида древесины и условий получения дыма.

Аромат и вкус готового копченого продукта – это следствие совместного взаимодействия компонентов дыма, продукта и веществ, образующихся в результате реакций компонентов дыма друг с другом, а также с компонентами продукта. Существенный вклад в аромато- и вкусообразование сырых колбас вносят биохимические превращения фарша под действием прежде всего липаз, а также протеаз.

Характеристику аромату и вкусу копченых продуктов пока можно дать только методами дегустационного анализа (органолептической

оценки), так как инструментальные методы до настоящего времени не могут в полной мере охарактеризовать всю вкусоароматическую ситуацию.

В отечественной мясной промышленности копчение традиционно подразделяют на холодное (18–22 °С) и горячее (35–50 °С).

При производстве ряда вареных мясopодуKтов применяется обработка дымом с более высокой температурой (до 85–90 °С) – это так называемая обжарка.

Температура является одним из важнейших факторов производства сырых колбас. При этом следует учитывать несколько аспектов. Так, вследствие биотехнологической природы большинства важнейших процессов от величины температуры зависят развитие как позитивно технологической микрофлоры, так и негативно технологической, а также скорость протекания биохимических изменений, которая обычно уменьшается со снижением температуры при умеренных ее значениях.

8.6. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОРЧА МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ

Мясными баночными консервами называют мясо и мясные продукты, уложенные в тару (банку), герметически укупоренные и обработанные при высокой температуре (100 °С и выше). При таком изготовлении мясopодуKтов происходит гибель микроорганизмов в самом продукте (в том числе споровых форм) и исключается их проникновение извне при сохранении герметичности тары.

По виду сырья консервы делятся:

- на мясные (из говядины, свинины, баранины, конины, мяса птицы, субпродуктов, дичи);
- мясорастительные (мясо различных животных и птицы, субпродукты и другое мясное сырье с крупами, изделиями из муки, бобовыми, овощами и т. д.);
- растительно-мясные.

Такая классификация общепринята в производственных условиях.

По температуре обработки:

- консервы, стерилизуемые при температуре выше 100 °С (стерилизованные);
- консервы, стерилизуемые при температуре ниже 100 °С (пастеризованные);
- двукратно термически обработанные при температуре ниже и выше 100 °С с межварочной выдержкой между ними – тиндализованные.

Мясосодержащие консервы **в зависимости от массовой доли мясного сырья** подразделяются на мясорастительные, растительно-мясные и комбинированные.

Консервированные продукты могут длительно храниться без порчи только в том случае, если в них полностью подавлена жизнедеятельность микроорганизмов. Процесс воздействия на продукт различных факторов с целью уничтожения в нем микроорганизмов называют **стерилизацией**.

Стерилизацией не всегда достигается стерильность консервов, но обеспечиваются их стойкость и доброкачественность.

Стойкость консервов определяется длительностью сохранения доброкачественности продукта при различных условиях и зависит от состава микрофлоры.

Наиболее стойкие при хранении без изменений органолептических свойств после термостатирования при 37 °С в течение 10 суток (промышленная стерильность) – стерилизуемые при температуре выше 100 °С. В них могут содержаться единичные непатогенные микроорганизмы. Под воздействием высокой температуры в этих консервах происходит глубокая денатурация белков, и при длительном хранении они претерпевают значительные изменения.

Меньшей стойкостью (до 6 месяцев при температуре 6 °С) характеризуются полуконсервы, стерилизуемые при температуре ниже 100 °С. Полуконсервы рассматривают как продукты, содержащие микроорганизмы, поэтому при тестировании выявляют не стерильность, а их стойкость.

Повышенной стойкостью обладают полуконсервы, прошедшие двукратную стерилизацию при 100 °С. Они также не являются стерильными, но сохраняют высокое качество при температуре до 15 °С в течение 1 года.

Чем ниже температура хранения, тем лучше сохраняется качество полуконсервов.

Микробиологический брак. К этому виду брака консервированной продукции относят дефектные консервы в герметичной таре, подверженные порче вследствие жизнедеятельности микроорганизмов. В таких консервах изменяется внешний вид банок или нарушаются нормальные органолептические показатели или химический состав консервированной продукции. В тех случаях, когда причиной порчи являются микроорганизмы, образующие газ в результате своей жизнедеятельности, отмечается вспучивание концов банки (бомбаж), не возвращающихся в исходное положение при надавливании (рис. 5).

Иногда в консервах причиной порчи являются микроорганизмы, слабо образующие газ. При этом в консервах, укупоренных под вакуумом, внешний вид банок не показывает особых отклонений, только уменьшается величина вакуума.

Отсутствие внешних признаков порчи в некоторых случаях является в консервах с рН 4,2–4,5 и наличием в них гнилостных или протеолитических анаэробов, в том числе возбудителей ботулизма. К браку микробного происхождения относят также консервы без изменения внешнего вида тары, содержимого банок, в которых при лабораторных исследованиях выявлена микрофлора, не соответствующая

ющая требованиям промышленной стерильности выработанной продукции.



Рис. 5. Бомбаж консервированной продукции

Промышленная стерильность консервов – отсутствие в консервированном продукте микроорганизмов, способных развиваться при температурах хранения, установленных для данного вида (партии) консервов, а также микроорганизмов и микробных токсинов, опасных для здоровья человека.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем отличие сырокопченых колбас от варено-копченых и вареных? В каких из этих видов колбас быстрее развивается порча и почему?
2. Перечислите способы улучшения качества мясных продуктов.
3. Какие виды мясных изделий называют ферментативными?
4. В чем особенность сырокопченых и сыровяленых мясных изделий?
5. Какие культуры используют при производстве сыровяленых мясных изделий?
6. В чем различия между технологиями приготовления сырокопченых и сыровяленых мясных изделий?
7. Назовите разновидности сырокопченых колбас.
8. С чем связано изменение состава микрофлоры сырокопченых и вяленых колбас?
9. В чем заключается бактерицидный эффект копчения?
10. Какой процесс существенно влияет на изменение состава микрофлоры при созревании колбас?
11. Назовите основную микрофлору сырокопченых и вяленых колбас.
12. Что такое процесс созревания мяса? В чем его суть?
13. Перечислите способы ускорения созревания мяса.
14. Опишите процесс осадки колбасных изделий.
15. В чем суть процесса копчения колбас?

ГЛОССАРИЙ

Акариоты – клетки без ядра.

Акросома – уникальная мембранная органелла, расположенная над передней частью ядра сперматозоида и содержащая ферменты, которые помогают проникать через мембрану яйцеклетки.

Акрсомная реакция – способ доставки содержимого акросомы для локального разрушения желточной оболочки яйцеклетки.

Антисмысловые РНК – одноцепочечные РНК, которые комплементарны мРНК, транскрибируемой в клетке, или гену-мишени.

Бактериальный концентрат – высококонцентрированная биомасса, где количество клеток в 2–3 раза выше, чем в заквасках.

Вакуум-дезодорационная установка – устройство для уничтожения летучих примесей в сырье, технология, при которой горячее сырье обрабатывается паром в разбавленных условиях и перегоняется жидкость, т. е. отделяется каждый компонент.

Вироиды – кольцевые фрагменты РНК, реплицируемые (созданные) клеточной РНК-полимеразой.

Ген-мишень – ген, клонируемый экспериментатором, или ген, подвергаемый специфическому воздействию

Гетероферментативные бактерии (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermentum*) – палочковидные термофильные молочнокислые бактерии. Сбраживают сахара.

Гомоферментативные бактерии (*Streptococcus lactis*) – один из самых распространенных видов молочнокислых микроорганизмов, встречающийся в природе и использующийся при производстве многих кисломолочных продуктов.

Дезаминирование аминокислот – отщепление α -аминогруппы от аминокислоты в виде аммиака, в результате чего образуется α -кетокислота.

Денатурация – разрушение характерной для данного белка четвертичной, третичной и вторичной структуры.

Инактивация – уничтожение опасных микроорганизмов через воздействие на них специальным веществом или дезинфицирующим средством.

Кампилобактер (*Campylobacter* spp.) – род грамотрицательных спиралевидных подвижных микроаэрофильных бактерий, обитающих в толстом кишечнике человека и животных. Многие виды этих микроорганизмов патогенны для человека.

Капацитация – приобретение сперматозоидами млекопитающих способности к проникновению через яйцевую оболочку в яйцеклетку.

Капсид – компонент вирусной частицы (вириона), белковая оболочка, защищающая вирусную нуклеиновую кислоту ДНК или РНК.

Клетки яйценосного холмика (кумуляные клетки) – специализированные гранулезные клетки, непосредственно примыкающие к ооциту. Кроме участия в созревании цитоплазмы ооцита, они играют важную роль в его развитии.

Клональное микроразмножение – массовое бесполое размножение, при котором возникшие формы генетически идентичны исходному экземпляру.

Коагуляция белка – необратимый процесс сворачивания белковых молекул и образования белкового геля или осадка.

Коллагеназы – ферменты, которые разрушают пептидные связи в коллагене.

Комплементарность – взаимное соответствие молекул биополимеров или их фрагментов, обеспечивающее образование связей между пространственно-взаимодополняющими (комплементарными) фрагментами молекул или их структурных фрагментов вследствие супрамолекулярных взаимодействий

Криоконсервация – процесс низкотемпературного сохранения живых биологических объектов с возможностью восстановления их биологических функций после размораживания.

Криопрезервация – способ сохранения клеток живых организмов путем охлаждения до низких температур (например, жидким азотом до $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Лактоферрин – многофункциональный белок, элемент иммунитета, содержится в грудном молоке, слюне, слизи, покрывающей внутреннюю поверхность желудка и кишечника. Входит в состав пребиотических продуктов и БАД.

Лапароскоп – медицинский жесткий эндоскоп, предназначенный для проведения лапароскопических диагностических, а также операционных манипуляций на органах брюшной полости.

Липолиз – метаболический процесс расщепления жиров на составляющие их жирные кислоты под действием липазы.

Лютеинизирующий гормон (ЛГ) – гонадотропный пептидный гормон передней доли гипофиза, стимулирующий секрецию половых гормонов (эстрогенов и прогестеронов) у мужских и женских особей.

Матричная рибонуклеиновая кислота (мРНК, синоним – информационная РНК, иРНК) – РНК, содержащая информацию о первичной структуре (аминокислотной последовательности) белков.

Мезофильные микроорганизмы – микроорганизмы, которые лучше всего размножаются в температурном диапазоне от +20 до +37 °С.

Ооцит – незрелая яйцеклетка.

Полные консервы – продукты, укупоренные в герметичную тару, подвергнутые тепловой обработке, обеспечивающей микробиологическую стабильность и безопасность продукта при хранении и реализации в нормальных, вне холодильника условиях.

Полуконсервы – продукты, укупоренные в герметичную тару, подвергнутые тепловой обработке, обеспечивающей гибель нетермостойкой неспорообразующей микрофлоры, уменьшающей количество спорообразующих микроорганизмов и гарантирующей микробиологическую стабильность и безопасность продукта в течение ограниченного срока хранения при температурах, указанных в нормативно-технической документации на конкретный вид продукта.

Пробиотики – непатогенные для человека микроорганизмы, которые способны восстанавливать нормальную микрофлору органов, а также губительно воздействовать на патогенные и условно-патогенные бактерии.

Пронуклеусы – гаплоидные ядра гамет в составе зиготы (гаплоидные ядра зиготы).

Протеолиз – расщепление белков на более мелкие полипептиды или аминокислоты.

Психрофилы (криофилы) – организмы, нормально существующие и размножающиеся при относительно низких температурах.

Рекомбинированное молоко (восстановленное молоко) – молоко, полученное путем добавления воды к сухому обезжиренному или цельному молоку.

Рекомбинированные сливки – продукт, полученный путем смешивания натуральных сливок и растительных масел.

РНК-полимераза – фермент, осуществляющий синтез молекул РНК.

Стародойное молоко – молоко, полученное от коров перед их запуском.

Сублиматор – устройство для проведения сублимационного процесса, где для каждого продукта поддерживается свой определенный режим (при определенной температуре продукт разбрызгивается вверх на очень горячую поверхность, в результате чего испаряется вода, получается другой продукт).

Термостатирование – процесс поддержания постоянной температуры.

Термоустойчивость – технологическое свойство молока выдерживать воздействие высоких температур без коагуляции белков.

Термофильные культуры – микроорганизмы, которые развиваются при высоких температурах (от 35 до 45 °С).

Тиндализация – процесс многократной пастеризации.

Тотипотентность – способность клетки дифференцироваться в клетку любой ткани организма.

Трансген – фрагмент ДНК, переносимый при помощи генно-инженерных манипуляций либо природой в геном определенного организма с целью модификации его свойств.

Транскрипция – происходящий во всех живых клетках процесс синтеза РНК с использованием ДНК в качестве матрицы (перенос генетической информации с ДНК на РНК).

Фосфорилирование – процесс переноса остатка фосфорной кислоты от фосфорилирующего агента-донора к субстрату.

Экзопептидазы – ферменты, гидролизующие белки.

Эмульгирование – технологический процесс, позволяющий смешивать две и более несмешивающиеся или трудно смешивающиеся жидкости.

Эндопептидазы – протеолитические ферменты (пепсин, трипсин, химотрипсин, эластаза), расщепляющие пептидные связи внутри пептидной цепи.

Энуклеация – удаление ядра клетки и замена его другим ядром.

Pseudomonas aeruginosa – вид грамотрицательных аэробных подвижных палочковидных бактерий. Возбудитель внутрибольничных инфекций у человека.

Thamnidium – род грибов, относящихся к семейству *Mucoraceae*. Плесневые грибки тамнидия являются ключевыми участниками процесса старения говядины сухой выдержки, вырабатывая ферменты протеазу и коллагеназу, которые естественным образом придают мясу мягкость.

БИБЛИОГРАФИЯ

Биотехнология: учебное пособие / И. А. Толмачева. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2022. – 177 с. – URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/Tolmacheva-Biotekhnologiya.pdf> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Биотехнология в производстве продуктов питания животного происхождения: краткий курс лекций для студентов 1–2 курса направления подготовки 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения» / Сост. Е. В. Фатьянов. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет, 2016. – 53 с. – Текст: непосредственный.

Биотехнология животных: учебное пособие / Сост. Н. А. Чалова. – Кемерово: Кузбасская ГСХА, 2017. – 162 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142991> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Биотехнология продуктов питания из сырья животного происхождения: учебное пособие / Сост. П. С. Кобыляцкий. – Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2018. – 86 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/114989> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Галиуллин, А. К. Ветеринарная биотехнология: учебное пособие / А. К. Галиуллин, Р. Я. Гильмутдинов, В. И. Плешакова. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 240 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/319316> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Голубева, Л. В. Практикум по технологии молока и молочных продуктов. Технология цельномолочных продуктов / Л. В. Голубева, О. В. Богатова, Н. Г. Догарева. – 4-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 360 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/218849> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Забашта, Н. Н. Научные основы повышения эффективности производства пищевых продуктов из животного сырья: учебное пособие / Н. Н. Забашта, А. А. Нестеренко. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 98 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/315791> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Забодалова, Л. А. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учебное пособие для вузов / Л. А. Забодалова, Т. Н. Евстигнеева. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 352 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160132> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Кабилов, Г. Ф. Скотоводство и технология производства молока и говядины: 2019–08–14 / Г. Ф. Кабилов, М. А. Сушенцова. – Казань: КГАВМ им. Баумана, 2016. – 192 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/122921> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Карамаев, С. В. Скотоводство: учебник / С. В. Карамаев, Х. З. Валитов, А. С. Карамаева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 548 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206396> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Коростелева, Л. А. Биотехнологии при производстве и переработке продукции животноводства: методические указания и рекомендации / Л. А. Коростелева. – Самара: СамГАУ, 2023. – 37 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/337985> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Мартемьянова, А. А. Технология молока и молочных продуктов: учебное пособие / А. А. Мартемьянова, Ю. А. Козуб. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет, 2019. – 134 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143200> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Мишанин, Ю. Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья: учебное пособие для вузов / Ю. Ф. Мишанин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 720 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175152> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Научные основы биотехнологии продуктов питания животного происхождения: учебное пособие / Сост. Р. В. Архипов. – Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2023. – 180 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/313913> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Нилова, Л. П. Товароведение и экспертиза молока и молочных продуктов: учебное пособие / Л. П. Нилова. – Санкт-Петербург: Троицкий мост. Часть 2: Ферментированные молочные продукты. – 2022. – 156 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/207686> (дата обращения: 20.11.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Основы биотехнологии: учебное пособие / Н. Е. Павловская, И. В. Горькова, И. Н. Гагарина, А. Ю. Гаврилова. – Орел: ОрелГАУ, 2013. – 215 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/71482> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Основы биотехнологии продуктов из сырья растительного и животного происхождения: краткий курс лекций для студентов 4 курса направления подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Сост. Е. А. Фауст, Т. С. Осина. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет, 2018. – 62 с. – URL: https://www.vavilovsar.ru/files/pages/37382/153409123_%Do%9A%Do%9B.pdf (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Прикладная биотехнология мяса и мясопродуктов: учебное пособие / А. А. Нестеренко, М. Б. Ребезов, Н. В. Кенийз, Э. К. Окусханова. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 172 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/315806> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Производство экологически безопасной продукции: учебное пособие / Сост. Е. В. Олейникова, В. А. Блохина. – Караваево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – 96 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/252239> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Развитие инженерии техники пищевых технологий: учебник / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев, В. А. Панфилов, С. В. Шахов; под ред. В. А. Панфилова. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448 с. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/206780> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Рябцева, С. А. Микробиология молока и молочных продуктов / С. А. Рябцева, В. И. Ганина, Н. М. Панова. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 192 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/262502> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Сапронова, Ж. А. Биотехнологические процессы в промышленности и АПК: учебное пособие / Ж. А. Сапронова. – Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. – 79 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/177589> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Свяженина, М. А. Планирование селекционно-племенной работы в животноводстве: учебно-методическое пособие / М. А. Свяженина. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. – 51 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175141> (дата обращения: 05.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Сельскохозяйственная биотехнология: учебник / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин [и др.]; под. ред. В. С. Шевелухи. – 2 изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2008. – 710 с. – URL: https://fileskachat.com/view/84858_6b8aae5d4b43ea6580766855762286a.html (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Современные проблемы зоотехнии: учебное пособие / Сост. С. Г. Белокуров, Д. С. Казаков. – Караваево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – 104 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/252278> (дата обращения: 06.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Современные технологии в воспроизводстве и содержании сельскохозяйственных животных: учебное пособие / Сост. Н. С. Баранова. – Караваево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – 120 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/252080> (дата обращения: 04.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Технология производства продуктов скотоводства: учебное пособие / Составитель Н. С. Баранова. – Караваево: Костромская госу-

БИБЛИОГРАФИЯ

дарственная сельскохозяйственная академия, 2022. – 106 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/328691> (дата обращения: 04.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Туников, Г. М. Биологические основы продуктивности крупного рогатого скота: учебное пособие / Г. М. Туников, И. Ю. Быстрова. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 336 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/212630> (дата обращения: 04.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Туников, Г. М. Разведение животных с основами частной зоотехнии / Г. М. Туников, А. А. Коровушкин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 744 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/264260> (дата обращения: 04.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Четвертакова, Е. В. Биотехнология: курс лекций / Е. В. Четвертакова. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2010. – 90 с. – URL: http://www.kgau.ru/sveden/2017/ipbivm/metod_360302_2.pdf (дата обращения: 04.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Четвертакова, Е. В. Теоретические основы селекции: учебное пособие / Е. В. Четвертакова. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – 156 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130145> (дата обращения: 04.10.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

Учебное издание

МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКЦИИ СКОТОВОДСТВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Составители:

Смирнова Екатерина Сергеевна, Чепуштанова Ольга Викторовна,
Павлова Яна Сергеевна

Редактор *А. В. Ерофеева*
Дизайнер-верстальщик *А. Ю. Тюменцева*

На обложке использовано изображение: Freepik.com

Подписано в печать 08.07.2024. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Alegreya, Alegreya Sans, PT Sans.
Усл. печ. л. 8,14. Тираж 500 экз. Заказ 08/07

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный аграрный университет». 620075, Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42

Отпечатано в Издательском доме «Ажур»
620075, Екатеринбург, ул. Восточная, 54. Тел.: +7 (343) 350-78-28, +7 (343) 350-78-49. Эл. почта: azhur.ek@mail.ru

Оригинал-макет подготовлен в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении
высшего образования «Уральский государственный аграрный университет».
620075, Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42