

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«Харьковский политехнический институт»

**Н. Ф. Клещев, М. П. Бенько**

## **ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

**Биотехнологические основы производства  
кисломолочных продуктов и сыров**

Учебное пособие  
для иностранных студентов  
биотехнологического направления

Харьков 2010

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«Харьковский политехнический институт»

**Н. Ф. Клещев, М. П. Бенько**

# **ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

**Биотехнологические основы производства  
кисломолочных продуктов и сыров**

Учебное пособие  
для иностранных студентов  
биотехнологического направления

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом университета,  
протокол № 3 от 21.12.2007 г.

Харьков НТУ «ХПИ» 2010

ББК 36.95  
К49  
УДК 637.146

Рецензенты:

*А. И. Божков*, д-р биол. наук, проф., директор НИИ биологии,  
зав. кафедрой биотехнологии ХГУ им. В. Н. Каразина;

*Ю. Л. Волянский*, д-р мед. наук, проф., директор НИИ микробиологии  
и иммунологии им. И. И. Мечникова

Подано стислу характеристику мікроорганізмів, що використовуються у виробництві кисломолочних продуктів та твердих сирів, розглянуто біохімічні процеси, які відбуваються при їх виробництві. Викладено основні параметри виробництва, а також показано схему організації контролю технологічного процесу і якості готової продукції.

Призначено для студентів-біотехнологів.

**Клещев, Н. Ф.**

К49 Основы промышленной биотехнологии. Биотехнологические основы производства кисломолочных продуктов и сыров [Текст] : учеб. пособие [для иностр. студ. биотехнологич. направл.] / Н. Ф. Клещев, М. П. Бенько. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2010. – 80 с. – На рус. яз.

ISBN 978-966-593-790-6

Представлена краткая характеристика микроорганизмов, используемых в производстве кисломолочных продуктов и сыров, а так же рассмотрены биохимические процессы, происходящие при их производстве. Изложены основные параметры производства а также приведена схема организации контроля технологического процесса и качества готовой продукции.

Предназначено для студентов-биотехнологов.

Ил.4. Табл. 9. Библиогр.: 16 назв.

**ББК 36.95**

ISBN 978-966-593-790-6

© Н. Ф. Клещев, М. П. Бенько, 2010

## ВВЕДЕНИЕ

Промышленная биотехнология включает в себя множество различных отраслей пищевой промышленности, которые в производстве кисломолочных продуктов и сыров используют различные микроорганизмы.

Данное пособие предлагает описание технологии производства кисломолочных продуктов и сыров и является второй книгой из серии учебных пособий, предназначенных для студентов, обучающихся по дисциплине «Общая промышленная биотехнология». Первая книга из этой серии – учебное пособие «Основы промышленной биотехнологии. Технология бродильных производств», авторов Клещев Н. Ф., Бенько М. П. [1].

Когда-то Марк Твен сказал: «Думаю, что любая пища, данная нам Богом, полезна, за исключением микробов». Великий писатель ошибался. Микробы (но не болезнетворные) являются основой многих пищевых продуктов, в производстве которых биотехнология играет важную роль. При производстве кисломолочных продуктов также используют различные микроорганизмы.

Технология любого молочного продукта состоит из целого ряда отдельных технологических операций, основанных на физических, химических, микробиологических и других способах воздействия на сырье.

Молочная промышленность имеет следующие основные отрасли: цельномолочную (различные виды пастеризованного и стерилизованного молока и сливок; разнообразные диетические кисломолочные напитки; творог и творожные изделия, сметана), сыродельную, маслодельную, молочно-консервную. Ниже мы рассмотрим технологию производства отдельных кисломолочных продуктов.

**Раздел 1. МИКРООРГАНИЗМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**1.1. Полезные микроорганизмы, используемые при  
производстве кисломолочных продуктов и сыров**

К основным группам микроорганизмов, используемых при производстве молочных продуктов, относят: молочнокислые бактерии; пропионово-кислые бактерии; бифидобактерии; уксуснокислые бактерии; дрожжи. В созревании сыров со слизевой поверхностью участвует незаквасочный пигментообразующий микроорганизм слизи *Brevibacterium lines*. Основные виды микроорганизмов, используемых в производстве кисломолочных продуктов, и их краткая характеристика представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Краткая характеристика полезных микроорганизмов

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
1. Молочнокислые бактерии: - лактобактерии; - биовар <i>diacetylactis</i> ; - молочный лактококк ( <i>Lactococcus lactis</i> );	Сферические или овальные клетки размером $0,5 \div 1,2 \times 0,5 \div 1,5$ мкм, располагающиеся в виде коротких цепочек или попарно; неподвижны, спор и капсул не образуют, по Грамму окрашиваются положительно		Сбраживают углеводы: глюкозу, галактозу, лактозу с образованием <i>L(+)</i> молочной кислоты. Не сбраживают мальтозу и декстрины. Активные кислотообразователи, свертывают молоко за 4–7 ч. Предельная кислотность достигает 120 °Т

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
- сливочный. лактококк ( <i>Lac. Cremis</i> ); - ароматообразующий – биологический вариант ( <i>биовар diacetylactis</i> )		Факультативные анаэробы. По отношению к температуре – мезофиллы. Оптимальная температура роста – 30 °С (диапазон 8–41 °С)	Не образуют ацетона, разлагают аргинин с образованием аммиака. Не развиваются в щелочных средах при pH = 9,5. Оптимальное значение pH в жидких средах с глюкозой равно 4,0–4,5. Широко используют при производстве кисломолочных напитков, кисломолочного масла, сыров
2. Лейконостоки	Сферические, несколько вытянутые клетки, размером $0,5 \div 0,7 \times 0,7 \div 1,2$ мкм. Располагаются парами или цепочками. По Грамму окрашиваются положительно, неподвижные, спор не образуют	Факультативные анаэробы. Растут на специальных питательных средах. Оптимальная температура 20–30 °С. Молоко для них – бедная питательная среда, необходима добавка ростовых веществ: экстракта дрожжей и глюкозы	Ферментируют глюкозу с образованием молочной кислоты и CO <sub>2</sub> . Основные продукты брожения: этанол, Д-изомер молочной кислоты и ароматические вещества: диацетил, ацетонин, 2,3-бутиленгликоль. Слабые кислотообразователи, молоко часто не свертывают, протеолитической активностью не обладают, индол и аммиак не образуют, нитраты не восстанавливают. Конечную pH при росте в жидкой среде с глюкозой доводят до 4,4–5,0. Оптимальная температура ароматообразования 18–20 °С при pH < 6,0

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
3. Термофильный стрептококк	Str thermophilus грамположительные шарообразные или эллипсоидные клетки диаметром 0,7–0,9 мкм, чаще располагаются длинными цепочками. Спор и капсул не образуют, неподвижны	Факультативные анаэробы, диапазон температур широк – от 20 до 50 °С. Оптимальная температура развития 37–40 °С. Более интенсивный рост наблюдается при добавлении к молоку основных аминокислот – валина, лейцина, изолейцина, лизина, аргинина, метионина, гистидина и пролина	По энергии кислотообразования все молочнокислые – стрептококки. Сбраживают молоко через 3–6 ч, предельная кислотность 110–115 °Т. Сбраживание молока происходит быстрее при добавлении дрожжевого экстракта (0,3 %) и сахарозы (3 %). Ферментирует лактозу, мальтозу, глюкозу и сахарозу. Используют в комбинации с болгарской палочкой в производстве ряженки, варенца, йогурта, мечниковской простокваши, а также кисломолочных напитков и творога ускоренной выработки, сыров высокой температурой второго нагревания

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
4. Лактбактерии. Имеют множество представителей	Относят к семейству Lactobacteriaceae, роду Lactobacterium, включающему три подрода: термобактерии, стрептобактерии, β-бактерии. Палочки размером 4÷15×0,5÷0,6 мкм, встречаются изогнутые и булавовидной формы (коринформы), а также короткие (коккобактерии). Они неподвижны, спор и капсул не образуют, по Грамму окрашиваются положительно.	Факультативные анаэробы или микроаэрофилы, лучше растут в атмосфере при пониженном содержании кислоты или в атмосфере, содержащей 5–19 % CO <sub>2</sub> . Температурные границы – 20–55 °С. Оптимальные температуры 40–45 °С. рН = 5,5–6,2. Скорость роста снижается при нейтральной и слабощелочной среде	Ферментируют углеводы до молочной, уксусной, муравьиной кислот, спирта и др. При развитии в молоке вызывают образование однородного плотного сгустка с приятным кисломолочным запахом и вкусом. Сбраживают молоко через 4–5 ч, предельная кислотность достигает 200–350 °Т. <b>Штаммы болгарской палочки</b> ( <i>Lbm delbrueckii subsp bulgari-cum</i> ) образуют ацетатальдегид – ароматическое вещество, придающее вкус, запах, подавляющее нежелательную флору кишечника. Такие бактерии, как ацидофильные – кишечный микроб, способны развиваться в кишечнике человека и подавлять там развитие патогенных и нежелательных микроорганизмов. Стрептобактерии обладают менее выраженной кислотообразующей способностью. Они ферментируют молоко через 2–3 суток, предельная кислотность 180 °Т,

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
			<p><math>\beta</math>-бактерии характеризуются слабой энергией кислотообразования и молоко не сквашивают. Они участвуют в созревании твердых сыров с низкой температурой второго нагревания, способствуют образованию рисунка и формированию запаха сыров.</p> <p>Продукты ферментации включают большие количества пропионовой и уксусной кислот и меньшие – изовалериановой, муравьиной, янтарной, молочной и диоксида углерода. В молоке развиваются медленно и свертывают его через 5–7 суток. Несмотря на слабую энергию кислотообразования при развитии этих бактерий предельная кислотность молока может достигать 160–170 °Т.</p>

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
5. Пропионово-кислые бактерии (молочные пропионобактерии)	Неподвижные, не образующие спор и капсул грамположительные полиморфные палочки размером $0,5 \div 0,8 \times 1 \div 5$ мкм. Клетки могут быть кокковидными, удлинёнными, раздвоенными или разветвленными, встречаются булавовидной формы	Факультативные анаэробы, но вариабельные по аэротолерантности. Оптимальный рост наблюдается при температуре 30–37 °С и рН около 7. Некоторые штаммы растут при 25 и 45 °С. Классические пропионобактерии лучше растут при 30–32 °С. Максимальный рост достигается через 49 ч	Пропионовокисломому брожению подвергаются углеводы: глюкоза, лактоза, лактаты. Используют в составе заквасок при производстве твердых сыров с длительным сроком созревания. Пропионовая и уксусная кислоты придают сыру острый вкус, а образующийся диоксид углерода формирует рисунок сыра (глазки). Пропионовокислые бактерии способны синтезировать витамины В <sub>12</sub> и обогащать ими молочные продукты. Активно сбраживают сахарозу, галактозу, фруктозу, мелибиозу, раффинозу, лактозу и др. Не сквашивают стерильное молоко или сквашивают через 4 суток. Предельная кислотность 120–130 °Т. При внесении 5–10 % посевного материала молоко сквашивается через 8–12 ч.

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
6. Бифидобактерии, от латинского <i>bifi-dus</i> – раздвоенный	Доминирующая часть кишечной микрофлоры человека – проявляют антагонистическую активность по отношению к патогенным и нежелательным микроорганизмам в кишечнике. Это палочки различной формы, размер $0,5 \div 1,3 \times 1,5 \div 8$ мкм. Грамположительные спор не образуют	Строгие анаэробы, в присутствии $\text{CO}_2$ толерантны к кислороду, в молоке развиваются медленно, так как кооровье молоко не является естественной средой обитания. Одной из причин плохого роста в молоке является растворенный кислород. Их рост стимулируют экстракты дрожжей, гидролизованное молоко, растительный стимулятор (обезжиренная соя, экстракт картофеля, кукурузный экстракт, морковный сок). Мутанты этих микроорганизмов способны расти без какой-либо защиты от кислорода	Применяют при изготовлении кисломолочных продуктов детей раннего возраста и пробиотиков для людей и животных, так как способствуют нормализации микрофлоры в кишечнике. Они сообщают продукту диетические и лечебные свойства, так как синтезируют витамины группы В, витамин К, а также незаменимые аминокислоты. Эти микроорганизмы разрушают канцерогенные вещества, образующиеся некоторыми представителями кишечной микрофлоры. Бифидобактерии являются преобладающей микрофлорой в кишечнике, играют важную роль в жизни человека
7. Уксуснокислые бактерии (род <i>Acetobacter</i> )	Ацетобактерии представляют собой мелкие прямые или слегка изогнутые палочки размером $0,6 \div 0,8 \times 1,0 \div 4,0$ мкм. Окисляют этиловый спирт в уксусную кислоту	Облигатные (безусловные) аэробы. Оптимальные условия роста: температура $25-30$ °С, рН = $5,4 \div 6,3$ .	Характерен метаболизм дыхательного типа. Окисляют этанол в уксусную кислоту при нейтральной или кислой реакции (рН = $4,5$ ). Ацетат или лактат окисляют до диоксида углерода и воды

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
		Наилучшим источником углерода служат этанол, глицерол, лактамы	Входят в состав постоянной микрофлоры кефирной грибковой закваски (кефирного грибка), участвуют в формировании специального вкуса и консистенции кефира. При излишнем развитии вызывают дефектослизнение и тягучесть кефира
8. Дрожжи	Семейство <i>Saccharomycetaceae</i> . Основные возбудители спиртового брожения. Молочные дрожжи ( <i>S. bactic</i> ; <i>S. casei</i> ), которые могут развиваться в сырах и кисломолочных продуктах. Клетки овальные или слегка эллипсоидные, неподвижные, грамположительные. Величина клеток варьируется в широких пределах $14-16$ мкм.	Факультативные анаэробы, но лучше развиваются при наличии в среде кислорода. Оптимальная температура $25-30$ °С. Развитие очень зависит от температуры. Дрожжи сбраживают лактозу, хорошо развиваются при температуре $18-20$ °С. Предпочитают для своего развития кислую среду, поэтому широко распространены в молочнокислых заквасках, но развиваются медленнее, чем молочнокислые бактерии	Способны ферментировать лактозу, обладают липолитической способностью, что вызывает прогоркание жиросодержащих продуктов при хранении в холодильнике. Дрожжи формируют специфический вкус и запах, витаминизируют продукты, стимулируют размножение молочнокислых бактерий, подавляют вредную микрофлору. Дрожжи используют для повышения стойкости масла, способны вырабатывать антибиотические вещества, подавляющие развитие возбудителя туберкулеза, бактерий группы кишечной палочки и других патогенных микроорганизмов

Продолжение табл. 1

Наименование микроорганизмов	Морфология	Культуральные свойства	Биохимические свойства
9. Бревверибактерии ( <i>brevibacterium li-nens</i> ) – слизепобразующая палочка	Грамположительные палочки неправильной формы, размером $0,6 \div 1,2$ мкм располагаются одиночно или по парам, часто у-образно	Облигатные аэробы. Оптимальная температура развития $20-35$ °С, рН = $6,0-10,0$ . Могут развиваться на субстратах, содержащих 15 % поваренной соли	Обладают метаболизмом дыхательного типа. Из глюкозы и других углеводов образуют небольшое количество кислоты, вызывают гидролиз желатина, казеина и крахмала. Продуцируют протеолитические и липолитические ферменты, диффундируют в сыр и вызывают, в результате расщепления белка и жиров, характерный слегка пикантный запах. Применяются при изготовлении кисломолочного сыра Камамбера и др. сортов со слизью. Сыр обрызгивают или обтирают разбавленной культурой

## 1.2. Возбудители дефектов молока и молочных продуктов

К основным возбудителям дефектов молочных продуктов относят гнилостные микроорганизмы, маслянокислые бактерии, энтерококки, термоустойчивые молочнокислые палочки и бактериофаги.

### 1. Гнилостные (протеолитические) бактерии:

- *Bac. subtilis* – сенная палочка;
- *Bac. mesentericus* – картофельная палочка;
- *Bfc. megatherium* – капустная палочка;
- *Bac. mycoides* – грибовидная палочка и др.

Они являются основной причиной порчи молочных продуктов, вызывают распад белков (протеолиз), в результате чего могут возникать разные дефекты пищевых продуктов. Антагонистами гнилостных бактерий являются молочнокислые бактерии. Поэтому гнилостный процесс распада возникает там, где не идет кислomолочный процесс.

2. **Маслянокислые бактерии** рода *Clostridium*. Представляют собой грамположительные палочки цилиндрической формы размером  $5 \div 12 \times 0,5 \div 1,5$  мкм, подвижные до момента спорообразования. Клетки имеют вид булавы, теннисной ракетки. Являются облигатными анаэробами – возбудителями маслянокислого брожения, в результате которого молочный сахар расщепляется с образованием масляной, уксусной, пропионовой, муравьиной кислот; этилового, бутилового, пропилового спиртов. Они способны расщеплять белки и усваивать азот из белков, аминокислот, аммиака. Оптимальная температура  $30-35$  °С, в процессе развития наблюдается бурное газообразование и неприятный запах масляной кислоты.

3. **Энтерококки** род *Enterococcus* – молочнокислые стрептококки кишечного происхождения, широко распространены в природе. Представляют собой диплококки овальной или круглой формы размером  $0,6 \div 2,0 \times 0,6 \div 2,5$  мкм. Грамположительные факультативные анаэробы, хорошо размножаются на простых питательных средах. Оптимальная температура –  $37$  °С. Разлагают глюкозу и манит до кислот и газа. Особенно технически вредными являются маммококки, которые выделяют сычужный



фермент, вызывают прогоркание молочных продуктов и преждевременное свертывание молока.

4. **Термоустойчивые молочнокислые палочки.** Эти микроорганизмы могут выдерживать кратковременное нагревание молока при температуре 85–90 °С. Клетки представляют собой средних размеров палочки, располагающиеся одиночно или цепочками: грамположительные факультативные анаэробы. В результате жизнедеятельности термоустойчивых палочек происходит интенсивное кислотообразование, обуславливающее дефект творога, сметаны, обыкновенной простокваши – чрезмерно кислый вкус. Могут также способствовать образованию тягучести и неприятного вкуса.

5. **Бактериофаги.** Представляют собой разнообразно устроенные ДНК или РНК, содержащие вирусы, являющиеся внутриклеточными паразитами бактерий. Они вызывают лизис (растворение) бактерий, используемых при производстве молочных продуктов, в результате чего увеличиваются сроки выработки продукта, ухудшается его качество. Благоприятные условия для размножения фагов находятся в диапазоне температур от 8 до 46 °С.

Основными условиями, способствующими размножению бактериофагов, является непрерывное ведение технологического процесса, кислая реакция среды, добавление хлорида кальция, разбрызгивание сыворотки, перемешивание.

Основными условиями, подавляющими развитие бактериофага, служат внесение в молоко сычужного фермента, обработка оборудования УФ-лучами, моющими и дезинфицирующими веществами.

Фаги устойчивы к воздействию высоких температур, выдерживают режимы пастеризации молока при 75 °С в течение 15 с. Они хорошо переносят замораживание и длительное хранение (годами) при низких температурах в высушенных субстратах.

Для борьбы с бактериофагами чаще применяют асептическое выращивание заквасок, частую смену штаммов бактерий в закваске, использование питательных сред, тормозящих деятельность фагов и др.

### 1.3. Патогенные микроорганизмы, встречающиеся в молоке и молочных продуктах

К возбудителям пищевых отравлений относятся:

1. **Патогенные стафилококки**, которые продуцируют пять видов экзотоксинов:

- 1) *летальный*, вызывает гибель животных;
- 2) *гемолитический*, лизирующий эритроциты;
- 3) *лейкоцидин*, разрушающий лейкоциты;
- 4) *некротический*, вызывающий омертвление тканей;
- 5) *энтеротоксин*, обуславливающий возникновение пищевых токсикозов.

Источником обсеменения молока патогенными стафилококками могут быть люди с гнойничковыми поражениями кожи (фурункулами), больные ангиной. Такие люди не должны допускаться к работе на пищевых предприятиях.

Профилактика пищевых интоксикаций: предотвращение обсеменения продуктов патогенными стафилококками, а также нарушения реализации просроченной продукции.

#### 2. Патогенные стрептококки

Чаще обуславливают маститы, гнойновоспалительные процессы, сепсис, острые и хронические инфекционные болезни. Причиной пищевых токсикозов являются в основном возбудители маститов. Образуют такие же токсины, что и патогенные стафилококки.

Источником пищевых отравлений стрептококковой этиологии могут быть продукты, полученные от животных, больных маститом и септимецией, а также продукты питания, загрязненные людьми, больными гнойничковыми заболеваниями.

#### 3. Возбудители ботулизма

**Ботулизм** – пищевое отравление, относящееся к числу самых тяжелых заболеваний, связанных с употреблением пищи, инфицированной бактериями *Cl. Botulinum* и содержащей ботулинический нейротоксин. Ботулизм при запоздалом распознавании и лечении часто заканчивается смертельным ис-

ходом. Палочка ботулизма является строгим анаэробом. Условия, благоприятные для размножения возбудителя ботулизма и накопления токсина, создаются в герметически закрытых банках (консервах), в глубинных участках твердых пищевых продуктов. Возбудитель ботулизма образует два основных типа токсинов: *нейротоксин* – сильный яд и *гемолизин*.

Токсин полностью инактивируется в пищевом продукте при нагревании до 80 °С в течение 30 мин. Обычная кулинарная обработка продуктов приводит к его разрушению. Он широко распространен в природе, поэтому легко попадает в пищевые продукты.

Для предотвращения возникновения ботулизма на пищевых предприятиях следует строго выполнять санитарно-гигиенические правила, не допускать обсеменения пищевых продуктов возбудителем. В консервном производстве необходимо строжайше соблюдать режимы стерилизации.

#### 4. Возбудители микотоксинов

**Микотоксины** (от греческого *mycos* – гриб и *toxicon* – яд), возникающие при употреблении в пищу продуктов, пораженных токсическими грибами. К продуктам метаболизма грибов относятся различные сложные токсичные вещества, которые в зависимости от вида гриба называют:

- афлатоксины,
- охратоксины,
- иссландин,
- рубротоксин и др.

При микотоксикозах поражаются все органы и системы. Микотоксикозы имеют характерные особенности – внезапность появления, короткий инкубационный период, отсутствие контагиозности.

#### 5. Возбудители пищевых токсикоинфекций

К ним относятся:

- сальмонеллы, бактерии рода *Salmonella*.
- кишечные палочки рода *Escherichia* (эшерихия);
- бактерии рода *Proteus*;
- клостридии перфрингес;
- *Bacillus cereus*.

Для профилактики пищевых токсикоинфекций, вызываемых вышеназванными микроорганизмами, работники молочной промышленности обязаны соблюдать правила личной гигиены, необходимо также повышать санитарную культуру населения, предупреждать загрязнение воды и пищевых продуктов, строжайшим образом контролировать выполнение санитарных требований предприятиями пищевой промышленности.

#### 1.4. Закваски

Заквасками называют чистые культуры или смесь культур микроорганизмов, используемых при изготовлении кисломолочных продуктов, кисломолочного масла и сыров.

Закваски по месту применения классифицируют следующим образом:

1. *Маточные (лабораторные)* – закваски, выращиваемые в специальных научно-производственных лабораториях. Они являются основой для получения производственных или потребительских заквасок.

2. *Потребительские* делят на: материнские (первичные); промежуточные (вторичные); производственные (третичные) (рис.1).

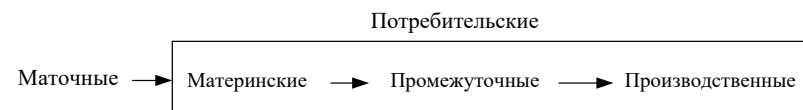


Рисунок 1 – Классификация заквасок

По виду закваски различают:

- *одноштаммовые* закваски, состоящие из одного штамма микроорганизмов;
- *многоштаммовые* закваски, состоящие из нескольких штаммов одного вида микроорганизмов;
- *смешанные* закваски, состоящие из многих штаммов разных видов микробов.

По составу микрофлоры основные закваски, применяемые в молочной промышленности, подразделяют на три группы: бактериальные, грибковые и смешанные (табл. 2).

Таблица 2 – Закваски для молочной промышленности

Закваски	Микроорганизмы	Продукт
<b>1. Бактериальные</b>		
1) мезофильные молочнокислые стрептококки	Lac. lactis, Leu. Cremoris; Lac. Cremoris; Leu. Dextranicum; Lac. Diacetylactis	Творог, сметана, простокваша и другие кисломолочные продукты, кисломолочное масло, сыры
2) термофильные молочнокислые бактерии	Str. Thermophilus; Lbm. bulgaricum; Lbm. Acidophilum; Lbm. Helvericum; Lbm. Lactis	Мечниковская и южная простокваша, ряженка, йогурт, варенец. Ацидофилин, крупные твердые сыры
3) бактерии, участвующие в созревании сыра	Lbm. Casei subsp. (казеинкультура); Пропионовокислые бактерии; Brevibacterium linens	Сыры с высокой температурой второго нагревания, мягкие сыры
<b>2. Грибковые</b>		
1) культура рокфора; 2) культура Камамбера	Penicillium roqueforti; Pen. Candidum; Pen. Album	Сыр Рокфор Сыр Камамбер
3. Смешанные бактериально-грибковые	Lac. Lactis; Lbm. Buchneri; Lbm. Brevis; Lbm. Bulgaricum; Lbm. Acidophilum; дрожжи рода Saccharomyces lactis и рода Torulopsis; уксуснокислые бактерии	Кефир, кумыс

#### 1.4.1. Принципы подбора культур и состава заквасок

Важным показателем качества закваски является ее пригодность для производства заданного продукта, что должно быть проверено исследованиями в производственных условиях. При составлении заквасок необходимо учитывать специфические свойства вырабатываемого продукта, температурные режимы производства, взаимоотношения между микроорганизмами, возможность развития бактериофага и др. В зависимости от назначения в состав заквасок вводят штаммы, обладающие определенными особенностями, например:

- закваски для производства масла должны иметь свойства кислото- и ароматообразования, незначительную протеолитическую активность;
- при составлении закваски для творога вводят штаммы, сообщающие хорошие вкус и запах, образующие сгустки, легко отделяющие сыворотку;
- для получения кисломолочных продуктов с лечебными свойствами в состав закваски вводят ацидофильные палочки и бифидобактерии, образующие антибиотические вещества;
- в состав заквасок для сыров вводят молочнокислые бактерии, обладающие относительно высокой протеолитической активностью, придающие продукту специфические вкус и аромат .

Важнейшим критерием годности в процессе объединения отдельных штаммов в многоштаммовые закваски является сочетаемость видов и штаммов. По возможности должны произойти взаимная стимуляция заквасочных микроорганизмов и антагонистическое действие по отношению к посторонней нежелательной микрофлоре.

#### 1.4.2. Дефекты заквасок

В производственных заквасках наиболее часто могут возникать следующие дефекты: снижение активности закваски или несквашивание молока, наличие бактерий группы кишечной палочки, излишняя кислотность, вспучивание, ослизнение, тягучесть и др.





лируют под действием кислых протеаз (химозина, пепсинов и др.). К сыровоточным относят белки, которые не коагулируют под действием химозина и других молокосвертывающих энзимов и остаются при выработке сычужных сыров в сыворотке. Сывороточные белки усваиваются в нативном виде и выполняют специфические функции, такие как защита новорожденных от инфекции и участие в формировании у них собственных защитных систем. Содержание сывороточных белков и иммуноглобулинов выше всего в молозиве (до 90 %).

## 2.2. Требования, предъявляемые к заготавливаемому молоку

Молоко должно быть получено от здоровых коров при соблюдении соответствующих санитарно-ветеринарных правил. Нельзя направлять на переработку молоко, полученное в первые 7 дней после отела (молозиво) и в последние 7 дней перед отелом (стародойное). В молозиве содержится большое количество сывороточных белков, которые коагулируют под действием высоких температур. В стародойном молоке присутствует повышенное количество солей и ферментов, в том числе и липазы, расщепляющей молочный жир. Оно имеет неприятный солоноватый вкус, который при переработке не исчезает, а повышенное количество липазы будет вызывать в продукте прогорклый привкус.

Предназначенное для переработки молоко должно иметь нормальные органолептические показатели и соответствовать требованиям действующих стандартов. Оно должно представлять собой однородную жидкость без осадка и хлопьев, белого цвета, со слегка желтоватым оттенком, вкус и запах – чистые, без посторонних, не свойственных молоку, привкусов и запахов.

## 2.3. Оценка качества принимаемого молока

Качество всех молочных продуктов в значительной степени зависит от качества поставляемого молока. Поэтому приемка и сортировка молока является одной из ответственных технологических операций.

Прежде всего, качество молока должно отвечать требованиям нормативной документации. В зависимости от физико-химических и микробиологических показателей молоко подразделяют на два сорта (табл. 3).

Таблица 3 – Требования к качеству молока

Показатели молока	Сорт молока	
	первый	второй
1. Кислотность, °Т	16–18	16–20
2. Степень чистоты по эталону, не ниже группы	1	2
3. Бактериальная обсемененность по редуктазной пробе, не ниже класса	1	2

## 2.4. Изменение микрофлоры в молоке

Во время хранения молока изменяется количество содержащихся в нем микроорганизмов, а также соотношение между отдельными группами и видами бактерий. Характер этих изменений зависит от температуры и продолжительности хранения молока, а также от степени обсеменения и состава микрофлоры.

Размножающаяся и накапливающаяся в процессе хранения молока микрофлора называется вторичной. Изменение вторичной микрофлоры происходит по определенным законам, т.е. проходит через определенные естественные фазы развития: бактерицидная, фаза смешанной микрофлоры, фаза молочнокислых бактерий; фаза дрожжей и плесеней.

**Фаза бактерицидная** – время, в течение которого микроорганизмы не развиваются в свежесвыдоенном молоке и даже частично отмирают. Бактерицидные свойства молока обусловлены присутствием в нем лизоцимов, нормальных антител, лейкоцитов и др. Продолжительность бактерицидной фазы зависит от температуры хранения молока, степени его обсеменения, состава микрофлоры и индивидуальных особенностей дойных животных.

Существует два пути увеличения продолжительности бактерицидной фазы:

- получение бактериальночистого молока
- немедленное охлаждение молока до низких плюсовых температур.

**Фаза смешанной микрофлоры.** По окончании бактерицидной фазы начинается ничем не задерживаемое размножение всех групп микроорганизмов, находящихся в молоке и способных в нем размножиться при данных условиях. Эта фаза – период наиболее быстрого размножения микрофлоры, продолжается от 12 час до 1–2 суток.

Качественный состав микроорганизмов в фазе смешанной микрофлоры определяется составом первичной микрофлоры молока, скоростью размножения различных видов микроорганизмов и температурными условиями. В зависимости от температур развивается:

- *криофлора* (флора низких температур от 0 до 10 °С);
- *мезофлора* (флора средних температур от 10 до 35 °С);
- *термофлора* (флора высоких температур от 40 до 45 °С), такие условия создаются в сыроделии при производстве твердых сыров с высокой температурой вторичного нагрева.

**Фаза молочнокислых бактерий.** Эта фаза начинается с момента заметного нарастания кислотности и преобладания молочнокислых бактерий (кислотность около 60 °Т). Продолжительность молочнокислой фазы велика, она может длиться месяцами без каких-либо заметных изменений в микрофлоре. Это объясняется наличием молочной кислоты, которая подавляет развитие микроорганизмов.

**Фаза развития дрожжей и плесеней.** Эта фаза является заключительной во всем процессе микроорганизмических изменений молока. После полного ее завершения органическое вещество молока претерпевает почти полную минерализацию (разложение на неорганические вещества). Внешняя картина этой фазы выражается в том, что еще во время молочнокислой фазы на поверхности стустка (если он не перемешивался) образуются отдельные островки молочной плесени (*Geotrichum lactis*), постепенно смыкающиеся в сплошную белую пленку. Появляются прогорклый вкус, плесневелый и дрожжевой привкусы.

## 2.5. Методы снижения бактериальной обсемененности молока

Поступающее на предприятие молоко подвергается различным технологическим приемам, направленным на уменьшение в нем содержания микроорганизмов.

**Очистка.** Для очистки молока от примесей применяют фильтрацию и центрифугирование. Наибольшая степень очистки достигается при **бактофугировании**, которое осуществляется на специальных сепараторах при частоте вращения барабана 14–16 тыс. об/мин. При этом из молока удаляется 90 % всех микроорганизмов.

**Охлаждение.** До переработки молоко должно храниться в охлажденном состоянии при температуре до 2–4 °С. При такой температуре развитие большинства микроорганизмов в молоке приостанавливается, но могут развиваться психрофильные бактерии рода *Pseudomonas*. Поэтому молоко при этой температуре может храниться не более двух суток.

**Тепловая обработка.** Целью тепловой обработки является уничтожение патогенных микроорганизмов, а также инактивация ферментов, снижающих стойкость молока и вызывающих в дальнейшем дефекты молочных продуктов. Существует два вида тепловой обработки: пастеризация и стерилизация.

**Пастеризация** – это тепловая обработка молока при температурах ниже температуры его кипения. Она направлена на уничтожение вегетативных форм бактерий.

Основным критерием надежности режимов пастеризации служит уничтожение возбудителя туберкулеза, являющегося наиболее устойчивым среди патогенных неспорообразующих бактерий. Установлено, что разрушение фосфатазы молока происходит после отмирания неспорообразующих патогенных бактерий. В связи с этим считают, что если реакция на фосфатазу отрицательная, то в пастеризованном молоке погибли все неспорообразующие патогенные бактерии. Для текущего контроля молока используется **фосфатная проба**, которая основана на том, что фосфатаза отщепляет от фенолфталеинфосфата натрия, который прибавляют к молоку в виде бесцветного

щелочного раствора. При наличии фосфатазы раствор окрашивается в розовый цвет. При отсутствии фосфатазы раствор окраску не меняет.

*Стерилизация* – это тепловая обработка молока, проводимая при температуре выше 100 °С. При этом в продукте уничтожаются все микроорганизмы не только в вегетативной, но и споровой форме.

Недостатком тепловой обработки является влияние ее на физико-химический состав, частично разрушаются витамины, может произойти диспергирование молочного жира. В молоке, подвергнувшись длительной пастеризации, молекулы казеина укрупняются, вследствие чего казеин становится менее доступным для ферментов микроорганизмов.

## 2.6. Очистка молока

Молоко, поступающее на предприятия, подвергается очистке на фильтрах различных конструкций или сепараторах-молокоочистителях. Наиболее простым способом очистки является фильтрация молока. Для этого применяются пластинчатые, дисковые и цилиндрические фильтры. Молоко на фильтрование направляют нагретым до температуры 30–40 °С, так как холодное молоко обладает повышенной вязкостью, что ухудшает его прохождение через фильтрующую ткань.

Более совершенным является способ центробежной очистки, который осуществляют с использованием сепараторов-молокоочистителей, в которых очистка производится при помощи центробежной силы: примеси молока, как наиболее тяжелые, отбрасываются к стенкам сепарирующего устройства. Высокая степень очистки достигается при переработке подогретого молока до 35–40 °С. Более высокий подогрев вызывает растворение отдельных механических примесей до мельчайших частиц, которые нельзя выделить.

Очистка молока от бактерий происходит в специальных сепараторах-бактериоотделителях. Выделение из молока бактериальных клеток происходит аналогично выделению из молока механических примесей. Но ввиду очень малых размеров микроорганизмов для их выделения требуется значительная центробежная сила. Сепараторы-бактериоотделители имеют более высокую частоту вращения, большее число тарелок, размер которых

превышает диаметр тарелок сепаратора-молокоочистителя. В процессе бактериоотделения из молока удаляется до 90 % всех микроорганизмов. Для очистки молока в сепараторах-бактериоотделителях его предварительно нагревают до 70 °С.

## 2.7. Охлаждение и хранение молока

Поступившее на предприятие молоко должно храниться до переработки в охлажденном состоянии. Цель охлаждения молока заключается в создании условий, замедляющих развитие в нем микроорганизмов. При охлаждении молока до 2–4 °С развитие микроорганизмов почти полностью приостанавливается.

Наиболее совершенным оборудованием для охлаждения молока являются пластинчатые охладительные установки. Они предназначены для быстрого и тонкослойного охлаждения молока в потоке до температуры 2–4 °С.

Из охладителя молоко поступает в емкости для временного хранения (резервирования), которое осуществляется для равномерного обеспечения предприятия сырьем в течение всех рабочих смен.

## 2.8. Механическая обработка молока

### 2.8.1. Сепарирование молока

*Сепарирование* – это процесс разделения молока на фракции с различной плотностью во вращающемся сепарирующем устройстве сепаратора. Сепарирование используют для разделения на жирную (сливки) и обезжиренную (обезжиренное молоко) фракции.

Зависимость скорости выделения жировых шариков при сепарировании ( $V$ , м/с) от частоты вращения сепарирующего устройства, размеров жировых шариков и вязкости молока можно определить из формулы

$$V = 8,77n^2 Rr^2 (\rho_1 - \rho_2)/\mu,$$



где  $n$  – частота вращения сепарирующего устройства,  $c^{-1}$ ;

$R$  – радиус сепарирующего устройства, м;

$r$  – радиус жирового шарика, м;

$\rho_1$  и  $\rho_2$  – плотности плазмы молока и молочного жира,  $кг/м^3$ ;

$\mu$  – динамическая вязкость молока, Па с.

Следовательно, скорость выделения жировых шариков зависит от частоты вращения сепарирующего устройства, от размеров жировых шариков. При сепарировании можно выделить жировые шарики размером 0,8–1 мкм. Скорость выделения жировых шариков обратно пропорциональна вязкости молока. Подогрев молока до температуры 40–45 °С почти в два раза уменьшает его вязкость и улучшает результат сепарирования. При более высокой температуре молока возрастает степень раздробленности жировых шариков и может произойти коагуляция сывороточных белков.

### **2.8.2. Нормализация молока**

*Нормализация молока* – направленное изменение состава молока в целях получения готового продукта, отвечающего требованиям стандарта по массовой доле составных частей молока и немолочных компонентов.

Так как на предприятие поступает молоко разной жирности, а вырабатываемый продукт должен отвечать определенным параметрам, молоко нормализуют. Нормализацию осуществляют двумя способами: в потоке или путем смешивания.

*Нормализация молока в потоке* проводится при помощи сепараторов-нормализаторов, которые предназначены для непрерывной нормализации молока.

Если необходимо уменьшить содержание жира в молоке, то полученное при сепарировании обезжиренное молоко смешивают с цельным очищенным молоком.

Если необходимо увеличить жирность молока, то в очищенное цельное молоко добавляют сливки. Смешивание происходит непрерывно в трубопроводе для молока.

*Нормализация молока путем смешивания* происходит в емкостях, имеющих мешалки. Для этого к определенному количеству цельного молока при тщательном перемешивании добавляют рассчитанное количество обезжиренного молока или сливок.

### **2.8.3. Гомогенизация молока**

*Гомогенизация* – это процесс дробления (диспергирования) жировых шариков при воздействии на молоко внешних усилий, вызванных перепадом давления. В исходном молоке диаметр жировых шариков колеблется от 0,5 до 18 мкм, в среднем он равен 2–4 мкм. В гомогенизированном молоке диаметр жировых шариков составляет около 1 мкм. При этом снижается возможность отстаивания молока.

*Для гомогенизации молока применяют специальные аппараты* – гомогенизаторы. Наибольшее распространение получили гомогенизаторы клапанного типа, в которых жировые шарики дробятся в результате проталкивания продукта плунжерным насосом высокого давления через гомогенизирующую головку. Молоко гомогенизируют обычно при давлении 15–17 МПа, сливки с массовой долей жира 35 % гомогенизируют при давлении 5–7,5 МПа. Лучшие результаты получаются, если процесс вести при температуре 60–65 °С.

### **2.8.4. Мембранные методы обработки молочного сырья**

При производстве творога, сыров и казеина получают значительное количество сыворотки, содержащей около 6 % сухого молочного остатка. Большая часть сухих веществ, особенно сывороточных белков, не использовалась ранее для производства продуктов питания в связи с трудностью их выделения из сыворотки. В последние годы для выделения этих веществ применяют мембранные методы обработки молочного сырья: ультрафильтрация, обратный осмос и электродиализ.

*Ультрафильтрация и обратный осмос* – это процессы фильтрации растворов через фильтры с порами размером менее 0,1 мкм. Такие фильтры называют полупроницаемыми. Или молекулярно-ситовыми мембранами, так

как они задерживают молекулы с большими размерами, чем размеры пор, и пропускают мелкие молекулы.

*Электродиализ* – это перенос ионов из одного раствора в другой через мембрану под действием электрического поля, которое создается электродами, расположенными по обе стороны мембраны. Электродиализу подвержены только те вещества, которые при растворении диссоциируют на ионы или образуют заряженные комплексы.

#### **2.8.5. Тепловая обработка молока**

*Пастеризация молока* – тепловая обработка молока при температурах ниже точки кипения. При пастеризации уничтожаются вегетативные формы микроорганизмов, в том числе и патогенных, находящихся в молоке, что обеззараживает его, улучшает качество и повышает стойкость молочных продуктов.

Эффективность пастеризации определяется степенью уничтожения микроорганизмов в процессе тепловой обработки. Об эффективности пастеризации принято считать по уничтожению кишечной палочки, обладающей высокой тепловой устойчивостью.

Пастеризация молока в зависимости от режимов может быть длительной – при температуре 63–65 °С с выдержкой 30 мин, кратковременной – при температуре 72–76 °С с выдержкой 15–20 с и моментальной – при температуре 85 °С без выдержки.

*Длительная пастеризация* вызывает наименьшие изменения физико-химических свойств. Однако значительное количество термофильных микроорганизмов и споровых форм выдерживает данный режим пастеризации.

*Кратковременную пастеризацию* проводят в тонкослойных аппаратах пластинчатого типа с выдерживателями для нагретого молока. Процесс тепловой обработки в них идет непрерывно, что позволяет осуществлять поточность производства, однако кратковременная пастеризация вызывает более значительные изменения состава и свойств молока по сравнению с длительной.

*Моментальная пастеризация* молока осуществляется в пастеризационных установках пластинчатого или трубчатого типа. При этом режиме достигается наибольшая эффективность пастеризации, процесс осуществляется непрерывно, не требуется больших площадей, но моментальный режим вызывает наибольшие изменения физико-химических свойств молока.

*Стерилизация молока* – тепловая обработка молока, проводимая при температуре выше 100 °С. При этом в продукте уничтожаются все микроорганизмы не только в вегетативной, но и в споровой форме.

В процессе стерилизации происходит более существенное изменение физико-химических свойств молока по сравнению с пастеризацией. Стерилизация молока в зависимости от применяемого оборудования может быть периодической, полунепрерывной и непрерывной.

*Периодическая стерилизация* производится в стерилизаторах горизонтального типа, представляющих собой камеры прямоугольной или цилиндрической формы.

*Полунепрерывная стерилизация* осуществляется в стерилизаторах, выполненных в виде изолированного туннеля прямоугольной формы. В состав стерилизатора входит 11 камер, где последовательно осуществляется нагрев, стерилизация и постепенное охлаждение продукта.

*Непрерывная стерилизация* является наиболее прогрессивной, осуществляется с использованием четырехбашенного стерилизатора или стерилизаторов пластинчатого и трубчатого типов.

### **Раздел 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ**

Кисломолочные напитки вырабатывают путем сквашивания подготовленного нормализованного молока с последующим охлаждением, а для некоторых напитков – и созреванием полученного сгустка. Технология кисломолочных напитков различных видов отличается составом вносимой закваски, которая обеспечивает в продукте необходимый вкус, запах и консистенцию. В зависимости от производственных условий и вида вырабатываемых кисло-

молочных напитков для их изготовления используют разнообразное сырье (табл. 4).

Таблица 4 – Характеристика сырья, используемого для производства кисломолочных напитков

Продукт	Кислотность, °Т, не более	Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее
Молоко цельное	19	1028
Молоко обезжиренное	20	1030
Пахта, полученная при производстве сладкосливочного масла	19	1027
Сливки с массовой долей жира не более 30 % и кислотностью плазмы	24	–
Сгущенное и цельное молоко	–	–

### 3.1. Описание технологического процесса производства кисломолочных напитков

Технологический процесс производства кисломолочных напитков (рис. 2) состоит из следующих операций:

Приемка и обработка сырья происходит согласно операциям, описанным в разделе 2.

1. **Составление смеси.** Смесь для большинства кисломолочных напитков составляют по рецептурам. Для того чтобы готовый продукт соответствовал по содержанию жира требованиям стандарта в нормализованной смеси с учетом добавленной к ней закваски, массовая доля жира должна быть не менее предусмотренной в готовом продукте. На практике принято составлять нормализованную смесь с массовой долей жира на 0,05 % больше, чем необходимо иметь в готовом продукте. Массовую долю жира в нормализованной смеси, определяют по формуле:

$$Ж_{см} = 100 Ж_{пр} (100 - T_3),$$

где  $Ж_{пр}$  – массовая доля жира в готовом продукте, %;

$T_3$  – масса закваски, приготовленной на обезжиренном молоке, %.

Перед заквашиванием нормализованная смесь должна содержать необходимое количество сухих веществ. Недостаток сухих веществ регулируют добавлением сухого цельного или обезжиренного молока. Недостаток жира регулируют добавлением сливок.

2. **Очистка нормализованной смеси.** Очистка нормализованной смеси производится теми же методами, что и очистка молока при приемке. В процессе очистки выделившиеся примеси составляют 0,01–0,3 % массы молока.

3. **Пастеризация смеси.** Характерные свойства кисломолочных напитков в значительной степени зависят от интенсивности развития в нормализованной смеси микроорганизмов, внесенных с закваской. Установлено, что высокие температуры пастеризации, близкие к 100 °С, создают наилучшие условия для развития в молоке микрофлоры закваски. Высокие температуры пастеризации, повышают также гидратационные свойства казеина и усиливают его способность к образованию более плотного сгустка. Наилучшая консистенция сгустка наблюдается при следующих режимах:

- температура пастеризации 85 °С, выдержка 10 мин;
- температура пастеризации 90 °С, выдержка 5 мин;
- температура пастеризации 92 °С, выдержка 2 мин.

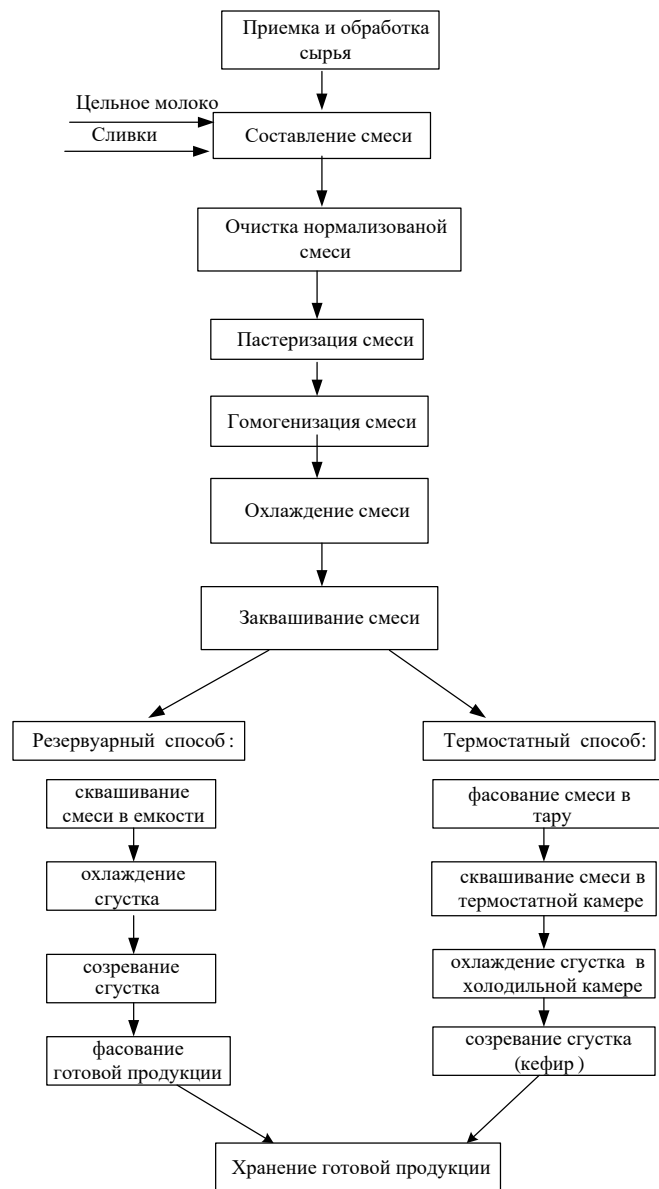


Рисунок 2 – Схема технологического процесса производства кисломолочных напитков

**4. Гомогенизация смеси.** При выработке диетических кисломолочных напитков пастеризацию нормализованной смеси совмещают с гомогенизацией. Включение в технологическую схему процесса гомогенизации значительно повышает качество кисломолочных напитков. В связи с этим в производстве кисломолочных напитков нормализованную смесь гомогенизируют при температуре пастеризации и давлении 15–17,5 МПа. Можно применять раздельный способ гомогенизации нормализованной смеси.

**5. Охлаждение смеси.** Охлаждение смеси производится в пастеризационно-охладительных установках. В зависимости от вида вырабатываемого напитка смесь охлаждают до температуры 20–45 °С и подают в емкость для выработки кисломолочных напитков.

**6. Заквашивание смеси.** Для каждого вида кисломолочных напитков используют определенную закваску, которая обеспечивает в продукте необходимые вкус, запах, консистенцию. При выработке всех кисломолочных напитков, кроме кефира и кумыса, применяют закваски чистых культур молочнокислых микроорганизмов. Для заквасок в основном используют молочнокислые стрептококки, молочнокислые палочки и дрожжи в различных комбинациях. В зависимости от применяемых микроорганизмов поддерживают и соответствующую для них оптимальную температуру. Закваска должна иметь плотный, однородный сгусток, без следов выделяющейся сыворотки, приятный вкус и запах, свойственный данному виду напитка. Кислотность не должна быть очень высокой. Масса вносимой закваски, как правило, составляет 1–5 % массы нормализованной смеси, в зависимости от активности.

В емкость для выработки кисломолочных напитков закваску вносят одновременно с нормализованной смесью при постоянном перемешивании. После заполнения емкости перемешивание продолжается еще 15 мин.

**7. Сбраживание смеси.** Сбраживание смеси может производиться двумя способами: резервуарным и термостатным.

При резервуарном способе сбраживание смеси происходит в емкостях для кисломолочных продуктов.

При термостатном способе заквашенное молоко фасуют в потребительскую тару, которую затем устанавливают в ящики или корзины и направляют в термостатные камеры.

При сквашивании молока происходит сбраживание лактозы и коагуляция белков. Для получения молочнокислых напитков в ходе сквашивания поддерживают оптимальную температуру:

- для мезофильных рас 28–35 °С;
- для термофильных рас 40–45 °С.

Продолжительность сквашивания молока зависит от вида вырабатываемого напитка и составляет от 3 до 12 ч. Окончание сквашивания молока определяется по кислотности сгустка, которая может быть несколько ниже, чем в готовом продукте. Сгусток имеет определенную вязкость, которую определяют при помощи вискозиметра.

8. **Охлаждение и созревание продукта.** По окончании сквашивания немедленно приступают к охлаждению. При термостатном методе продукт перемещают в холодильную камеру с температурой воздуха не более 6 °С, где он охлаждается в течение 6–8 ч.

При резервуарном способе напиток охлаждают в тех же емкостях, в которых происходило сквашивание, путем подачи ледяной воды температурой 1–3 °С в межстенное пространство. Сгусток перемешивают до получения однородной консистенции. Перемешивание проводят периодически каждый час по 10 мин. В целях быстрого охлаждения после первого перемешивания напитки охлаждают на пластинчатых теплообменниках и фасуют в потребительскую тару. Кефир и кумыс после охлаждения выдерживают в камерах для созревания.

**Физико-химические изменения свойств сгустка.** С понижением температуры молочнокислое брожение ослабевает и окончательно прекращается при температуре 10 °С. За этот период кислотность повышается до требуемой, происходит набухание белка, что ведет к уменьшению количества свободной влаги и уплотнению сгустка.

## Раздел 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СМЕТАНЫ

Сметану вырабатывают путем сквашивания пастеризованных сливок с последующим созреванием полученного сгустка. Сметана имеет однородную, в меру густую, без крупинок жира и белка консистенцию. Массовая доля жира может быть от 10 до 20 % и от 20 до 30 %. В зависимости от содержания жира кислотность меняется от 60 до 100 °Т.

### 4.1. Описание технологического процесса производства сметаны

Сметану в основном вырабатывают резервуарным способом (рис. 3). Термостатный способ в настоящее время применяется редко и только для сметаны с содержанием жира до 20 %. В большинстве случаев для производства сметаны применяют натуральные свежие сливки различной жирности с кислотностью плазмы не выше 26 °Т. Также можно применять молоко цельное свежее и сухое, обезжиренное свежее и сухое, масло сливочное несоленое высшего сорта.

#### 4.1.1. Резервуарный способ

Состоит из следующих операций:

1. **Подготовка сырья.** Принятые сливки, молоко цельное и обезжиренное освобождают от примесей, охлаждают и направляют либо на хранение, либо на выработку сметаны при соответствующих режимах.

При использовании масла его верхний слой зачищают, режут на куски и растапливают в ваннах с подогретым молоком до 50–60 °С. Сухие сливки или молоко растворяют в воде при 45–50 °С, охлаждают до 4–6 °С и выдерживают 3–4 час для лучшего растворения.

2. **Нормализация сливок.** Процесс нормализации проводят в целях получения стандартного по составу готового продукта. Сливки нормализуют до жирности несколько большей, так как внесение закваски жирность снижает.

3. **Пастеризация сливок.** Повышенное содержание жира в сливках оказывает защитное действие на бактерии, усиливая их термостойкость. В связи с этим пастеризацию сливок ведут при более высоких режимах по сравнению с пастеризацией молока. Высокие режимы пастеризации также

дают возможность получить сметану с густой консистенцией, со специфическим запахом и «ореховым» привкусом. Под действием высоких температур происходит денатурация сывороточных белков, и они вместе с казеином участвуют в образовании сгустка, повышая тем самым его плотность. Улучшаются гидратационные свойства казеина. Он активно связывает воду, что обеспечивает плотную консистенцию.



Рисунок 3 – Технологическая схема производства сметаны резервуарным способом

В сливках под действием высоких температур образуются сульфгидрильные группы, летучие карбоксильные соединения и другие химические вещества, обеспечивающие специфический вкус и запах пастеризации. Тепловую обработку сливок проводят при температуре 90–95 °С с выдержкой 15–20 с.

**4. Гомогенизация сливок.** Для улучшения качества продукта сливки перед сквашиванием гомогенизируют. В результате происходит диспергирование жировых шариков с увеличением не только их количества, но и поверхности жировой фазы. Сметану с массовой долей жира 20 % вырабатывают только из гомогенизированных сливок. При производстве сметаны с более высоким содержанием жира можно гомогенизировать не все сливки.

Гомогенизировать сливки можно в одноступенчатом и в двух ступенчатом режимах. Так как эффект гомогенизации зависит от температуры (50–70 °С), то на гомогенизацию часто направляют сливки после пастеризации, а затем охлаждают до температуры сквашивания. Параметры гомогенизации сливок приведены в табл. 5.

Таблица 5 – Параметры гомогенизации сливок

Массовая доля жира в сметане	Давление гомогенизации, МПа		
	при одноступенчатом режиме	при двухступенчатом режиме	
		на 1 ступени	на 2 ступени
20	8–12	9–12	5–6
25	7–11	8–11	5–6
30	7–10	–	–

Для сметаны с 30 %-ной жирностью сливки гомогенизируют только при одноступенчатом режиме. Допускается вырабатывать сметану из негомогенизированных сливок, подверженных физиологическому созреванию. Для этого пастеризованные сливки охлаждают до 2–6 °С и выдерживают при этой температуре не менее двух часов, после чего нагревают до температуры сквашивания.

**5. Заквашивание сливок.** После гомогенизации сливки охлаждают до температуры 20–26 °С и направляют в емкость для заквашивания.

Сквашивание сливок производят в двухстенных емкостях, имеющих мешалки для перемешивания. В теплое время года сливки сквашивают при температуре 20–24 °С; в холодное – при 22–26 °С. В подготовленные сливки вносят за-кваску для сметаны, полученную из чистых культур мезофильных молочнокислых стрептококков. Дозу вносимой закваски устанавливают в зависимости от активности и производственных условий, ее объемная доля составляет, %:

- на пастеризованном молоке 2–5;
- на стерилизованном молоке не менее 1;
- активизированного бактериального концентрата 0,5–1.

Для равномерного распределения закваски содержимое емкости перемешивают 10–15 мин.

**6. Биотехнологические процессы при сквашивании сливок.** В процессе сквашивания сливок под действием молочнокислой микрофлоры происходит сбраживание молочного сахара с образованием молочной кислоты и ароматических веществ. В результате накопления в сливках молочной кислоты происходит кислотная коагуляция казеина и денатурированных при пастеризации сывороточных белков с образованием сгустка. Сгусток образуется через 12–16 ч. Окончание сквашивания определяют по кислотности сгустка, которая составляет для сметаны:

- 20 % жирности – 65–80 °Т;
- 25 % жирности – 60–75 °Т;
- 30 % жирности – 55–70 °Т.

**7. Фасование, охлаждение и созревание сметаны.** На фасование сметану направляют охлажденной до 16–18 °С, но можно фасовать и сразу же после сквашивания.

Фасованную сметану немедленно направляют в холодильную камеру с температурой воздуха 0–8 °С для охлаждения и созревания. В процессе созревания сметана приобретает густую консистенцию и специфический вкус и аромат. С понижением температуры молочнокислое брожение прекращается, а ароматобразующая микрофлора продолжает свою жизнедеятельность. Образование вязкой консистенции в сметане происходит за счет кристаллизации некоторой части молочного жира. Охлаждение и созревание сметаны в крупной таре длится 12–48 ч, в мелкой таре 6–12 ч.

#### **4.1.2. Термостатный способ**

При этом способе подготовленные и заквашенные в емкости сливки тщательно перемешивают в течение 10–15 мин и направляют на фасование. Розлив заквашенных сливок в целях сохранения ненарушенного сгустка проводят быстро, не более двух часов из одной емкости. Фасованную сметану направляют в термостатную камеру. Сквашивание сливок происходит при температуре 20–26 °С до образования сгустка нежной консистенции, кислотностью 65–80 °Т. Длительность сквашивания сливок составляет не более 16 ч. Далее сметану осторожно транспортируют в холодильную камеру с температурой воздуха 0–8 °С, где сметана охлаждается и созревает. Оба эти процесса продолжаются 6–12 ч.

Остальные процессы протекают аналогично операциям по резервуарному способу.

## **Раздел 5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА И ТВОРОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

### **5.1. Описание технологического процесса производства творога**

**Характеристика творога.** Творог представляет собой традиционный белковый и кисломолочный продукт, обладающий высокими пищевыми и лечебно-диетическими свойствами. Его вырабатывают путем сквашивания пастеризованного цельного или обезжиренного молока и удаления из полученного сгустка части сыворотки. Творог имеет чистый кисломолочный вкус и запах, нежную однородную консистенцию. Основные нормативные показатели творога приведены в табл. 6.

**Способы производства творога.** При производстве творога одной из основных операций считается сквашивание молока, вызывающее коагуляцию белков и образование сгустка. Существует два способа коагуляции: кислотный и кислотно-сычужный.

При кислотном способе коагуляция казеина происходит в результате молочнокислого брожения.

Таблица 6 – Основные нормативные показатели творога

Сорт творога	Массовая доля, %			Кислотность, °Т, не более
	жира, не менее	влаги, не более	сахарозы, не менее	
Жирный	18	65	–	225
Полужирный	9	73	–	240
Нежирный	–	80	–	270
Крестьянский	5	74,5	–	200
Столовый	2	75	–	220
Мягкий диетический:				
11 % жирности;	11	73	–	210
4 % жирности;	4	77	–	220
нежирный	–	79	–	220
Фруктово-ягодный:				
11 % жирности;	11	64	10	180
9 % жирности;	9	66	10	180
4 % жирности;	4	69	10	190
нежирный	–	72	10	200

При кислотно-сычужном способе коагуляция казеина и образование сгустка происходит под действием молочной кислоты и сычужного фермента или пепсина. Сычужный фермент усиливает в сгустке процесс синерезиса, в результате которого улучшается отделение им сыворотки.

Производство творога осуществляется *традиционным* и *раздельным* способами.

### 5.1.1. Традиционный способ

Технологическая схема производства творога традиционным способом представлена на рис. 3.

При получении творога любым способом такие операции как приемка сырья, составление нормализованной смеси, очистка смеси, пастеризация и охлаждение смеси осуществляются аналогичными способами, как и при производстве кисломолочных напитков. Режим пастеризации подбирают такой, чтобы уничтожалась микрофлора и, тем не менее, образовывался такой сгу-

сток, с которым удобно было бы работать. При пастеризации в условиях высоких температур возрастает способность сгустка удерживать влагу, что затрудняет удаление сыворотки. Поэтому при выработке творога молоко пастеризуют при температуре 78–80 °С и выдержке 15–20 с. Температура заквашивания смеси в теплое время года 28–30 °С и в холодное время 30–32 °С.

*При коагуляции казеина кислотно-сычужным способом* в охлажденную до температуры сквашивания смесь вводят 1–5 % закваски, приготовленной из ЧК мезофильного молочнокислого стрептококка, тщательно перемешивают, выдерживают 2–3 ч до достижения кислотности 32–35 °Т. После этого в него вносят 40 %-ный раствор хлористого кальция из расчета 400 г безводной соли на 1 т молока. Сычужный фермент или пепсин вносят в виде 1 %-ного раствора из расчета 1 г фермента на 1 т молока. Образование сгустка происходит за 6–8 ч. Готовность сгустка определяют по кислотности, которая для жирного и полужирного творога должна быть 58–60 °Т. Чтобы полученный сгусток приобрел консистенцию творога, из него необходимо удалить около 70 % всей содержащейся влаги. Из сгустка вода удаляется вместе с растворенными в ней сухими веществами (лактозой, сывороточными белками и др.) в виде сыворотки. Для ускорения выделения сыворотки сгусток разрезают проволочными ножами на небольшие части (кубики с размером ребра 20 мм).

*При коагуляции казеина кислотным способом* в нормализованную смесь вносят закваску, приготовленную на чистых культурах мезофильных молочнокислых стрептококков в количестве до 5 %. Тщательно перемешанное молоко оставляют в покое для образования сгустка. Под действием молочной кислоты, образующейся в результате молочнокислого брожения казеин молока переходит в нерастворимое состояние, образуя сгусток, который отличается от сгустка, полученного при кислотно-сычужной коагуляции, меньшей прочностью и вязкостью. Готовность сгустка определяют на излом, обращая внимание на цвет выделяющейся сыворотки. Более точно окончание сквашивания определяют по кислотности сгустка, которая должна достигать 70–80 °Т. Образование сгустка происходит в течение 7–9 ч.



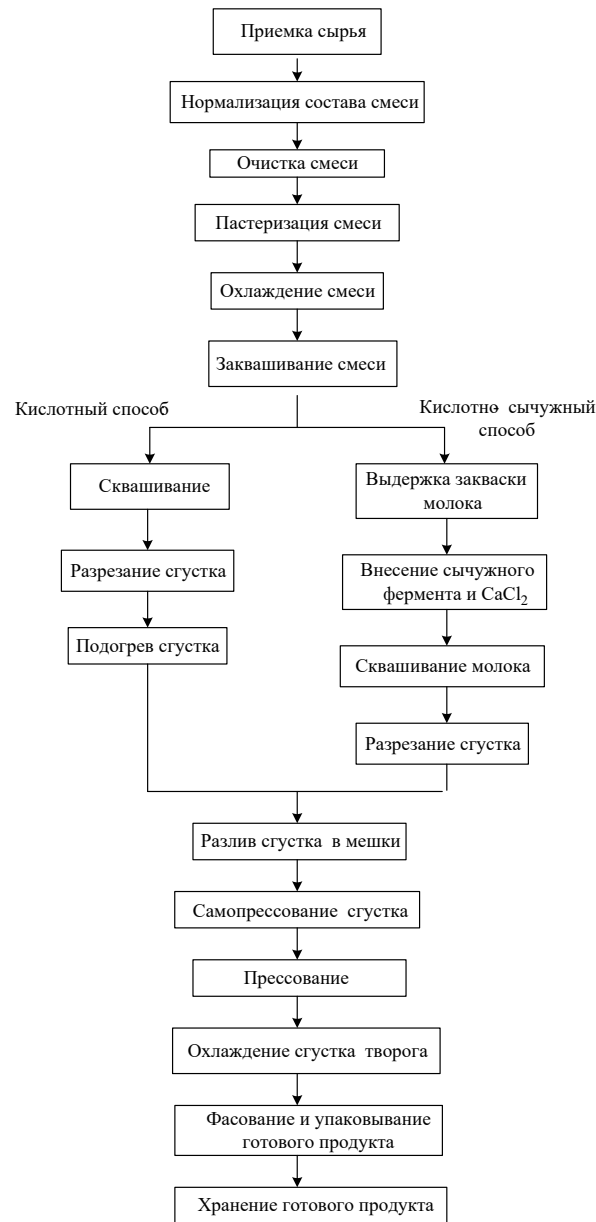


Рисунок 3 – Технологический процесс производства творога

Готовый сгусток разрезают на кубики с размером ребра 20 мм и оставляют на 10–15 мин для выделения сыворотки. Для ускорения явления синерезиса повышают температуру до 40–45 °С, что вызывает более сильное стягивание белкового сгустка и более интенсивное выделение сыворотки. После нагрева сгустка до необходимой температуры его оставляют в покое на 20–30 мин для лучшего обезвоживания. Выделившуюся сыворотку удаляют из ванны. Дальнейшие операции при выработке творога, полученного как кислотным, так и кислотно-сычужным способами, выполняются аналогично.

*Самопрессование* происходит в прочных лавсановых мешках, в которые сгусток помещают по 7–9 кг. Мешки завязывают и укладывают несколькими рядами в пресс-тележку, где под действием собственного веса из сгустка выделяется сыворотка. Самопрессование происходит при температуре 16 °С в течение одного часа. Окончание самопрессования определяется по поверхности сгустка, которая теряет блеск и становится матовой. После самопрессования мешки укладывают в несколько рядов в пресс-тележку или пресс другого типа и под давлением прессуют творог до готовности. Давление при прессовании следует увеличивать постепенно, иначе часть сухих веществ перейдет в сыворотку, и возрастут потери. Во избежание повышения кислотности прессование проводят в помещениях с температурой воздуха 3–8°С. Окончание прессования определяют по содержанию влаги в твороге. Весь процесс прессования продолжается не более 10 ч. После прессования творог хранят в холодильнике при температуре 8–15 °С, используя для этого охладители различных конструкций, наиболее совершенными среди которых являются двухцилиндровые закрытые охладители.

**Недостатки** традиционного способа:

- продолжительность выработки творога не менее 12 ч;
- отделение сыворотки от сгустка и применение мешков из ткани продолжается долго и требует больших затрат ручного труда;
- с сывороткой из сгустка уходит значительное количество жира;
- весь процесс ведется открытым способом, что создает возможность повторного микробиологического обсеменения.

### 5.1.2. Раздельный способ

Недостатков традиционного способа позволяет избежать применение раздельного способа. К преимуществам этого способа можно отнести:

- сокращение потерь жира;
- повышение механизации технологического процесса;
- улучшение микробиологической чистоты производства.

**Особенности раздельного способа производства творога.** Сущность этого способа заключается в следующем. Из обезжиренного молока вырабатывают нежирный творог, к которому добавляют сливки, повышая его жирность до необходимой величины. Нежирный творог при этом получают кислотнo-сычужным способом. Готовый нежирный творог отпрессовывают до необходимой влажности, затем перетирают его на вальцовке для получения однородной консистенции. После этого в месильной машине его перемешивают с пастеризованными и охлажденными сливками жирностью 50–55 % для достижения требуемой жирности.

## 5.2. Технология производства творожных изделий

В зависимости от применяемого сырья и введенных наполнителей творожные изделия выпускают в виде сладких и соленых сырков и творожной массы, сырков глазированных, кремов, паст, творожных тортов.

Многообразные творожные изделия вырабатывают по общей схеме, которая состоит из следующих операций:

- приемка и подготовка сырья;
- приготовление замеса;
- охлаждение;
- фасование и упаковка;
- хранение готового продукта.

После соответствующей подготовки всех компонентов, которые входят в изделие согласно рецептуре, из них готовят замес. Для этого в месильную машину загружают творог, включают мешалку и вводят необходимые ком-

поненты в определенной последовательности. Всю смесь тщательно перемешивают до получения массы с однородной консистенцией. Продолжительность перемешивания составляет 5–10 мин. Полученную массу немедленно охлаждают не выше чем до 8 °С и направляют на фасование.

## Раздел 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ

**Сыры** – это пищевые продукты, получаемые путем концентрирования и биотрансформации основных компонентов молока под воздействием энзимов, микроорганизмов и физико-химических факторов. Производство сыров включает коагуляцию молока, отделение сырной массы от сыворотки, формирование, прессование под действием внешних нагрузок или собственного веса, посолку выработки (в свежем виде) или после созревания (выдержки) при определенной температуре и влажности в анаэробных или аэробных условиях.

### Классификация сыров

Единой классификации сыров, как таковой, в мире нет, причиной этого является существование разнообразных способов производства одних и тех же сыров разными производителями, а также различные названия одинаковых сыров, изготавливаемых в разных странах, что создает определенные трудности в торговле, при планировании производства и научных исследований. Наиболее известна французская классификация сыров, но и она достаточно условна.

По *плотности и способу* приготовления сыры можно разделить на:

- **Мягкие** – сыры с мягкой сливочно-творожной консистенцией. Такие сыры могут быть как с корочкой (плесневой или естественной), так и без нее (Моцарелла. Камамбер).

- **Полутвердые** – с плотной сливочной консистенцией, покрытые корочкой (плесневой или естественной), могут быть упакованы в воск. Отличаются от мягких сыров способом прессовки и сроком созревания (Голландский, Костромской, Рокфор, Латвийский, Пикантный).

• **Твердые** – сыры с твердой, плотной консистенцией, покрытые плотной корочкой, восковой или натуральной. Отличаются от полутвердых способом прессовки и сроком созревания (Маасдам, Пармезан, Чеддер, Швейцарский).

В основу технологической классификации положены такие признаки:

- параметры производства (температура второго нагревания, оптимальное содержание влаги в сыре, содержание поваренной соли и условия созревания);
- вид бактериальных культур, применяемых при выработке и созревании сыра;
- характер протекания и направленность микробиологических процессов созревания;
- органолептические свойства сыров.

Технологию сыров предлагается изучать по следующим группам: сыры натуральные и сыры переработанные.

К *сырам натуральным* относятся: сыры сычужные твердые, с высокой температурой второго нагревания; сыры сычужные твердые с низкой температурой второго нагревания; сыры сычужные твердые с низкой температурой второго нагревания и с высоким уровнем микробиологического брожения; сыры сычужные полутвердые, созревающие при участии микрофлоры сырной слизи; мягкие сыры (сычужные, сычужно-кислотные, кислотные, зрелые и свежие); сыры рассольные, сыры сычужные и сырная масса для выработки сыров.

К группе *переработанных сыров*, при производстве которых используют как сычужные, так и кисломолочные сыры, сыры в керамической таре, бурдючные, сухие сыры и др. Большое распространение получили плавленые сыры благодаря приятному вкусу, высокой пищевой ценности, устойчивости в хранении и отсутствию отходов.

**Характеристика сырья для производства сыров.** Сырьем для производства сыра является молоко. Характеристика молока как сырья для производства молочных продуктов, требования к качеству, условия хранения и методы обработки изложены в разделе 2. Следует отметить, что к качеству сы-

рья в сыроделии предъявляют высокие специфические требования. Сыропригодное молоко должно отвечать четырем основным требованиям:

- нормально свертываться сычужными энзимами или их заменителями с образованием прочного сгустка, хорошо отдающего сыворотку и прочно удерживающего казеин и молочный жир;
- быть хорошей средой для жизнедеятельности необходимой микрофлоры;
- не содержать несвойственных для нормального молока веществ;
- не содержать совсем или содержать минимальное количество технически вредной и патогенной микрофлоры.

Эти требования реализуются при соответствующем химическом составе молока, а также количественном и качественном составе его микрофлоры. Химический его состав зависит от природы и здоровья животных, кормления, стадии лактации, микрофлоры сырого молока, экологических условий, уровня гигиены производства молока, продолжительности и температуры хранения и транспортировки молока.

Из химических факторов наибольшее значение для сыроделия имеют состав казеинов, жира, содержание кальция и фосфора в молоке, отсутствие ингибиторов, мешающих развитию необходимой микрофлоры.

## 6.1. Технология производства сыров

Производство сыра состоит из следующих стадий: приемка, хранение, механическая очистка и созревание молока; нормализация молока по жиру; пастеризация и охлаждение молока; внесение в молоко хлорида кальция, микроэлементов, нитрата калия или натрия, сырной краски; свертывание молока; обработка сгустка (формование сыра, его посолка и созревание); маркировка, упаковка, хранение.

Технологическая схема производства сыра представлена на рис. 4.

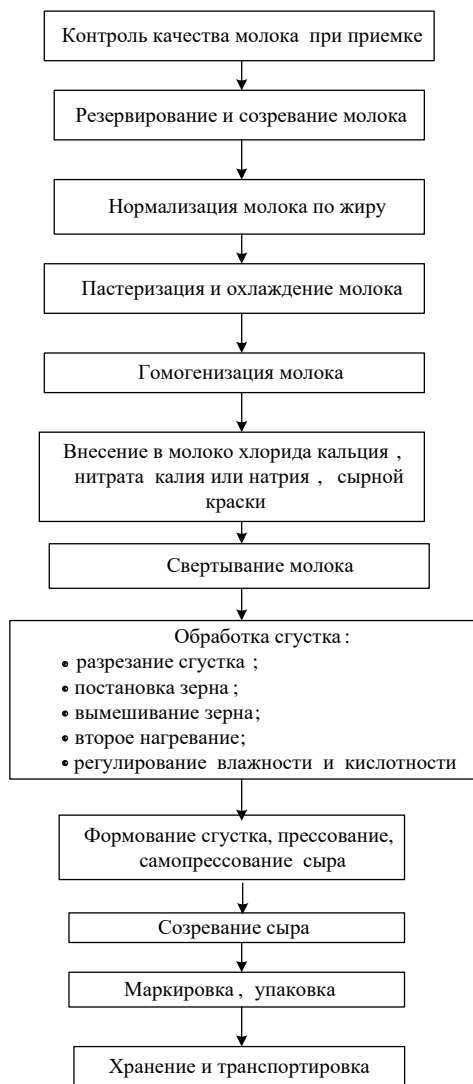


Рисунок 4 – Технология производства сыра

**1. Контроль качества молока при приемке** заключается в определении соответствия его требованиям нормативной документации. В качестве

дополнительного критерия сыропригодности молока используют данные сычужно-бродильной пробы, которые позволяют определить качество сырья по обсеменению его газообразующей микрофлорой и одновременно характеризуют способность молока свертываться под воздействием сычужного препарата.

**2. Механическую очистку молока** при производстве сыра рекомендуется осуществлять на специальных сепараторах-молокоочистителях при температуре 8 °С до его резервирования.

**3. Резервирование и созревание молока** осуществляют после очистки и охлаждения. Резервируют молоко в емкостях, рассчитанных на суточное поступление сырья при температуре 6–8 °С в течение 12–24 ч, чтобы обеспечить ритмичную работу предприятия.

Свежевыдоенное молоко плохо свертывается ферментным препаратом и является неблагоприятной средой для развития молочнокислых бактерий. Поэтому проводят созревание молока. В процессе созревания активизируется молочнокислая флора, и в результате улучшаются технологические и биологические свойства молока, повышается кислотность на 1–2 °Т, понижается значение рН на 0,03–0,14. Созревшее молоко лучше свертывается ферментным препаратом, образуется хороший сгусток, ускоряется выделение сыворотки из зерна и интенсивнее нарастает кислотность. Ускоряется весь технологический процесс производства и созревания сыра, которое длится 10–14 час.

Молоко первого сорта направляют на созревание сырым, а обсемененное микроорганизмами – после очистки, пастеризации и охлаждения до 8–10 °С, при этом в такое молоко вносят закваску в количестве 0,1–0,3 %. Хорошие результаты в ограничении роста микроорганизмов в молоке при низких температурах дает насыщение его углекислым газом или азотом. Обработка молока CO<sub>2</sub> заключается в его добавлении в количестве до 30 мМ CO<sub>2</sub>. Во время тепловой обработки молока и выработки сыра добавленный CO<sub>2</sub> улетучивается и не оказывает видимого влияния на органолептические показатели сыра.

**4. Нормализацию молока по жиру** осуществляют как поточным способом (нормализуемое молоко смешивают с нормализующим компонен-

том в потоке непрерывно), так и статистическим (нормализуемое молоко и компонент смешивают в емкости). Также можно нормализовать молоко в потоке с применением сепаратора-нормализатора, разделяющего поток нормализуемого молока на два потока (обезжиренное молоко и сливки), которые далее смешивают в требуемом соотношении.

Тепловая обработка молока заключается в **пастеризации** при температуре 71–72 °С с выдержкой 20–25 с. Для бактериально обсемененного молока температура пастеризации составляет 74–76 °С с выдержкой 20–25 с. Пастеризация проводится на пластинчатых пастеризационно-охладительных установках. Тепловая обработка на этом оборудовании сочетается в комплексе с механической очисткой, нормализацией и, если необходимо, – с бактериоотделением, вакуумкондиционированием, гомогенизацией и охлаждением молока. Вакуумкондиционирование проводят непосредственно перед сычужным свертыванием при температуре рекуперации на стадии охлаждения при температуре 45–50 °С и давлении 0,05–0,06 МПа. При вакуумкондиционировании частично или полностью удаляются привкусы и запахи, а также воздушная фаза, составной частью которой является кислород. Уменьшение содержания кислорода в молоке способствует активизации развития молочнокислых бактерий, что благоприятно сказывается на качестве готового продукта.

**5. Гомогенизация молока** повышает дисперсность жировой фазы, что способствует уменьшению содержания жира в сыворотке благодаря отсутствию отстоя жира в процессе свертывания и более равномерному его распределению в сгустке. Однако в процессе гомогенизации ухудшаются свойства молочных белков, что ухудшает технологические свойства молока: при свертывании образуется непрочный, менее связный сгусток, замедляется выделение сыворотки, затрудняется обработка сырного сгустка.

Гомогенизация молока при выработке твердых сыров не применяется, так как из гомогенизированного молока образуется рыхлое сырное тесто, а в процессе созревания образуется самокол.

**6. Внесение в молоко хлорида кальция, микроэлементов, нитрата калия или натрия и сырной краски** предусматривает восстановление нор-

мального свертывания молока и улучшения свойств сычужного сгустка, которые несколько ухудшаются во время пастеризации. Хлорид кальция вводят в виде 40 %-ного раствора в количестве 10–40 г на 100 кг нормализованного молока.

При выработке сыров с низкой температурой второго нагревания рекомендуется в сочетании с хлоридом кальция использовать 40 %-ный водный раствор фосфата натрия из расчета 16 г динатрийфосфата и 24 г моносодийфосфата на 100 кг нормализованного молока. Раствор солей вносят после добавления хлорида кальция и перемешивают. Такая процедура способствует улучшению консистенции и увеличению выхода сыра на 3 %.

Для улучшения технологических и биохимических свойств молока целесообразно обогащать перерабатываемое молоко микроэлементами (табл. 7).

Таблица 7 – Микроэлементы на 1 т молока

Соли	Масса, г	Масса в пересчете на чистый металл, г
$MnCl_2 \times 4H_2O$	2,3	0,7
$ZnCl_2 \times 2H_2O$	1,34	0,64
$CuCl_2 \times 2H_2O$	0,60	0,22
$CoCl_2 \times 6H_2O$	0,1	0,025

Для предупреждения раннего вспучивания сыра применяют химически чистый или нитрат натрия или калия до 30 г/100 кг молока. В молоке соли распадаются на нитриты и кислород, который используется газообразными микробами на дыхание. При этом газообразные микробы разлагают меньше молочного сахара, что снижает выделение газа ( $CO_2$  и  $H_2$ ). Кроме этого нитриты подавляют развитие газообразной микрофлоры, а молочнокислые бактерии к нитритам не чувствительны. Однако эти соли следует добавлять не всегда, только при выработке сыров из пастеризованного молока, а также сы-

ров с высокой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения.

Для придания сырному тесту светло-желтого цвета допускается применение красителей, разрешенных органами здравоохранения.

**7. Свертывание молока.** В сыроделии используют четыре типа свертывания молока: сычужное, кислотное, сычужно-кислотное, термокислотное.

Продукты *кислотного свертывания*, вырабатываемые с отделением сгустка от сыворотки, обычно относятся к кисломолочным продуктам, в международной практике их относят к сырам, так как они представляют белково-жировые концентраты молока.

В продуктах *кислотного свертывания* молока казеин в основном находится в нативном состоянии. Кислотное свертывание молока происходит при  $pH = 4,6-4,7$ .

*Кисотно-сычужное свертывание* молока при использовании небольших доз молока свертывающих энзимов повышает уровень  $pH$ , при котором молоко свертывается до 5,0–5,2, но все равно этот тип свертывания является кислотным, потому, что небольшие дозы сычужного фермента недостаточны для трансформации казеина в параказеин в той степени, которая необходима для образования сычужного сгустка. В этом случае энзимы добавляют в молоко для повышения кислотности сгустка.

*Сычужное свертывание* молока обуславливается молокосвертывающим энзимом. В сычужных сырах большая часть казеина расщепляется, причем масштабы и глубина протеолиза определяют характер консистенции и во многом другие органические показатели продукта.

*Термокислотное свертывание* (нагревание подкисленного молока до высоких температур) происходит при более высоком  $pH$ , чем кислотное, что обуславливает получение продукта со специфическими свойствами, которые отличаются от свойств сычужных и кисломолочных сыров. При таком свертывании не происходит биотрансформация молока и в нем не участвуют микроорганизмы и энзимы.

*Применение бактериальных заквасок и препаратов.* В сырах, вырабатываемых из пастеризованного молока, основным источником полезной микрофлоры являются бактериальные закваски и препараты, приготовленные на чистых культурах специально подобранных микроорганизмов. От состава применяемой закваски зависит сорт и вид вырабатываемого сыра. Сыр высокого качества можно выработать только на заквасках различных комбинаций штаммов. При использовании многостаммовых заквасок в зависимости от биологических свойств перерабатываемого молока развиваются те штаммы микроорганизмов, которые более приспособлены к данным условиям. Этим и обеспечивается нормальный процесс переработки молока и созревание сыра.

При выработке твердых сычужных сыров с высокой температурой второго нагревания применяют закваску термофильных молочнокислых палочек и стрептококков. При выработке сыров с низкой температурой второго нагревания применяют мезофильные бактерии. Одновременно с заквасками молочнокислых бактерий применяют культуру пропионовокислых бактерий, которая обеспечивает специфический вкус, запах и рисунок сыра.

При производстве рассольных сыров применяют закваски мезофильных бактерий того же видового состава, что и закваски для сыров с низкой температурой второго нагревания. Однако в состав закваски для рассольных сыров вводят штаммы, обладающие высокой устойчивостью к поваренной соли.

*Применение молокосвертывающих ферментов.* В качестве молокосвертывающих ферментов используют сычужный фермент и пепсин, как в отдельном виде, так и в сочетании друг с другом. При пепсинной коагуляции белка молока образуется сгусток, почти в два раза менее вязкой консистенции, но при недостатке сычужного фермента, допускается использование пепсина.

Ферментные препараты проявляют свою максимальную молокосвертывающую активность при определенных условиях:

- фермент разрушается под действием солнечных лучей, щелочных металлов, солей тяжелых металлов;

- активность зависит от кислотности молока (чем выше кислотность, тем выше активность, но при завышенной кислотности свертываемость молока не ускоряется), оптимальное значение  $pH = 6,2 \div 6,3$ ;

- влияет содержание кальция в молоке: при пониженном содержании кальция активность уменьшается;

- оптимальная температура свертывания 38–42 °С, при температуре 65 °С ферменты разрушаются;

- количество молоко-свертывающего фермента обычно такое, чтобы свертывание произошло примерно за 30 мин;

- молоко должно быстро свертываться после внесения в него молоко-свертывающих ферментов, так как именно в этом случае образуется прочный сгусток, хорошо удерживающий жир и отдающий сыворотку.

*Приготовление растворов ферментных препаратов.* Рекомендуется несколько способов приготовления раствора ферментных препаратов. Они различаются по растворителю фермента, температуре растворения, продолжительности выдержки раствора до употребления. К растворителям ферментов можно отнести: кислую осветленную пастеризованную сыворотку, неосветленную пастеризованную кислую сыворотку, воду. Растворы ферментных порошков готовят 1–2,5 %-ной концентрации. При выработке сыра предусмотрен расход 2,5 г ферментного порошка для свертывания 100 кг смеси молока в течение 30 мин. Однако при различной температуре и кислотности молока в зависимости от вида вырабатываемого сыра регулируют дозу вносимого фермента.

*Температуру свертывания молока* при выработке сыра выбирают в зависимости от требуемой прочности получаемого сгустка. Более прочный сгусток образуется при высокой температуре свертывания. Для получения сыра с нежной консистенцией устанавливают низкую температуру свертывания, так как в этих условиях сыворотка выделяется из зерна медленнее. Температуру свертывания при выработке мягких сыров (без второго нагревания) выбирают в соответствии с требуемой обсушкой зерна. При выработке твердых сыров температура свертывания молока 32–35 °С, а при выработке мягких – 29–32 °С. Раствор фермента вносится в смесь при перемешивании. Продол-

жительность свертывания составляет 50–90 мин в зависимости от кислотности молока.

*Термокислотное свертывание.* Активная кислотность, при которой происходит коагуляция белков молока, снижается при увеличении температуры. Это используют в производстве сыров термокислотным способом. Принципиальными отличиями этой технологии от технологии производства кисломолочных сыров является быстрое повышение кислотности молока и высокая температура коагуляции, в результате чего белки не образуют гель, а осаждаются. Молоко нагревают до температуры 93–95 °С и направляют в сырные ванны. Затем при непрерывном и осторожном перемешивании в него вносят пастеризованную сыворотку с кислотностью 85–150 °Т в количестве 8–10 % от объема молока.

*Определение готовности сырного сгустка.* За 5 мин до ожидаемого окончания свертывания определяют готовность сырного сгустка. Сырный сгусток хорошего качества должен иметь нормальную прочность, одинаковую по всей его массе, ровную, гладкую поверхность с прочной тонкой пленкой. На поверхности сгустка не должно быть пены и комочков выплывшего жира, а также трещин и полос. Цвет поверхности сгустка должен быть однородным.

Готовность сгустка к разрезанию определяют по его прочности. Для этого острым ребром шпателя делают разрез сгустка, затем плоской стороной шпателя вдоль разреза приподнимают сгусток и по расколу судят о его свойствах (прочности) и готовности. Если сгусток дает раскол с нерасплывающимися острыми краями, без образования хлопьев белка и с хорошо выделяющейся сывороткой светло-зеленого цвета, то он готов к разрезанию.

**8. Обработка сгустка.** Цель обработки – удаление не связанной с белками влаги (сыворотки) с растворенными в ней веществами и регулирование молочнокислого брожения. Это достигается в результате следующих операций:

- разрезание сгустка;
- постановка зерна;
- вымешивание зерна;

- второе нагревание;
- обсушка зерна.

В зависимости от вида вырабатываемого сыра при обработке сгустка выполняют все перечисленные операции или только некоторые из них.

*Разрезание сгустка* – используют *специальные* ножи. В результате получают кубики размером 8–12 мм. Разрезание сгустка длится 10–15 мин со скоростью, которая зависит от его прочности.

*Постановка зерна.* Для постановки зерна разрезанный сгусток осторожно перемешивают или перетягивают, при этом получают зерно определенной величины для каждой группы сыров:

- для твердых – 2–3 мм;
- для полутвердых – 5–6 мм;
- для мягких – 20–30 мм.

*Вымешивание зерна.* Зерно вымешивают до определенной степени прочности и потери первоначальной клейкости после достижения его однородности. В процессе вымешивания выделяется сыворотка, зерно уменьшается в объеме и округляется. Хорошо подготовленное ко второму нагреванию зерно характеризуется упругостью, потерей первоначальной клейкости. Продолжительность обработки сырного зерна для разных сыров разная – 15–70 мм.

*Второе нагревание.* При выработке твердых и полутвердых сыров проводят второе нагревание в целях регулирования микробиологических процессов, создания условий для развития определенных видов микроорганизмов и усиления выделения сыворотки из зерна. Второе нагревание можно вести при низкой температуре – 38–42 °С и при высокой – 48–58 °С.

Мягкие сыры вырабатывают без второго нагревания.

От температуры второго нагревания зависит степень обезвоживания сырной массы, твердость и объем зрелого сыра, состав и ферментативная активность микрофлоры, что в конечном итоге определяет качество готового сыра.

При высокой температуре второго нагревания создают благоприятные условия для развития термофильной микрофлоры, сыры приобретают умеренно выраженный вкус и созревают быстрее.

Второе нагревание протекает со скоростью 0,3–0,6 °С за одну минуту. При нагревании сырную массу энергично, но осторожно перемешивают, не допуская образования комков, которые обсыхают значительно медленнее, чем зерно. После второго нагревания зерно обсушивают в течение 15–30 мин для Голландского сыра, 40–60 мин – для Швейцарского.

*Регулирование влажности и кислотности сырной массы.* Регулирование влажности и кислотности сырной массы являются одним из решающих моментов производства сыра. От количества влаги с растворенными в ней веществами зависит развитие бактериальных и биохимических процессов при созревании сыра. В свежей сырной массе должно содержаться оптимальное для каждого вида сыра количество влаги. Влажность регулируют разрезкой сгустка и постановкой зерна, температурой второго нагревания, частичной посолкой сырной массы в зерне, кислотностью сырной массы и продолжительностью ее обработки.

*Определение готовности сырного зерна.* Правильное установление окончания обсушки зерна – один из важных моментов технологии сыра. При преждевременном окончании обсушки в готовой сырной массе остается излишнее количество влаги, зерно получается недоработанным, а сыр слишком мягким. Увеличение продолжительности обсушки обуславливает пересушивание зерна, оно может полностью потерять клейкость. Готовность зерна к формированию определяют следующим образом: отбирают небольшое количество зерна, сжимают в руке, проверяя на клейкость, разлом и растирание. Нормально обсушенное зерно при сжатии склеивается, при легком встряхивании комков рассыпается, а при растирании между ладонями зерна разъединяются. При пережевывании зерна ощущается похрустывание.

## **9. Формование, прессование, самопрессование и посолка сыров.**

*Цель формования* – соединить зерна в монолит, придать ему определенную форму и способствовать выделению сыворотки, находящейся между



зернами. Формование производят быстро, при температуре 18–20 °С. В зависимости от вида вырабатываемого сыра применяют один из способов формования: из пласта, наливом, насыпью и выкладыванием необработанного сгустка в формы.

*Формование из пласта* позволяет формировать практически все виды натуральных сыров. Преимущественно формуют твердые сыры с плотной однородной структурой сырного пласта, с правильным рисунком (сравнительно крупными глазками округлой формы). Образование пласта осуществляется в ванне формовочного устройства под слоем сыворотки. При образовании пласта сырные зерна опускаются на дно формовочной емкости и все вместе образуют однородный и плотный монолит. Как только пласт сформировался, удаляют сыворотку. Когда поверхность начинает обнажаться, ее покрывают серпянкой (накладывают прессующие пластины) и пласт подпрессовывают 20–30 мин при давлении 3–5 кПа. Во время формования уделяют внимание тому, чтобы внутрь пласта не попадал воздух.

*Формование наливом* заключается в том, что смесь сырного зерна с сывороткой подается в пресс-формы, расположенные близко друг к другу. Сырная масса заполняет одновременно несколько форм. Формовать таким способом можно в том случае, если сыворотка задерживается в формах на время оседания сырного зерна до создания давления, а также при свободном вытекании сыворотки из форм в процессе формирования. Этот способ наиболее приемлем для формования большинства мягких, полутвердых, рассольных, свежих, кисломолочных сыров.

*Формование насыпью* широко применяется при выработке многих сыров, к рисунку и структуре сырного теста которых не предъявляются особые требования. Осуществляется путем отделения сырного зерна от сыворотки и заполнения пресс-форм сырным зерном. При этом воздухом окружены практически все зерна, вместе с которыми он и попадает в сырную массу. Дальнейшим прессованием удалить воздух не удастся, и сыры имеют более рыхлую пористую структуру, с множественными пустотами неправильной угловатой формы. При данном способе нельзя

получать сыры с плотной структурой сырного теста и глазками правильной формы, но он экономичен и высокопроизводителен.

*Формование выкладыванием* разрезанного, но необработанного сгустка. Сычужный сгусток разливают или раскладывают на дреннирующий транспортер. С него сгусток направляется в формующее автоматическое устройство или непосредственно в формы. Такой способ применяют при выработке мягких сыров.

*Прессование* – сложный физико-химический процесс, который объединяет в себе склеивание сырных зерен в компактную, сравнительно однородную массу определенной формы и размеров, под действием нагрузки и удалении излишков сыворотки.

*Самопрессование сыров* – осуществляется под действием веса продукта. Мягкие, некоторые полутвердые и рассольные сыры не прессуют, а только подвергают самопрессованию. В процессе самопрессования давление увеличивается в направлении от верхнего слоя к нижнему, поэтому для равномерного уплотнения всего объема его необходимо переворачивать каждые 15–30 мин, а затем реже каждые 1–1,5 ч. В зависимости от вида сыра осуществляют 5–8 переворачиваний, процесс длится 3–24 ч. Температура при самопрессовании должна быть 15–20 °С. Окончанием самопрессования считается прекращение выделения сыворотки, достаточное уплотнение сыра, приобретение им требуемой формы и достижение необходимого уровня pH (для мягких сыров 4,2–4,5).

*Прессование сыров.* При выработке твердых сыров стадии прессования предшествует самопрессование. Непременным условием качественной отпрессовки твердых сыров является получение замкнутой поверхности. Прессование сыров проводят в специальных формах. К каждой форме подбирают крышку или прокладку соответствующих размеров. В процессе перепрессовок сыр вынимают из форм, устраняют неровности, образующиеся на корке, срезают выпрессованную сырную массу, вновь помещают в перфорированные формы. Продолжительность прессования, как и нагрузка, различна для отдельных видов сыра и составляет от 1,5 до 18 ч. Важным условием прессования является сохранение температуры сырной массы, так как она является сильным регулятором микробиологических процессов, выделения сыворот-

ки, уплотнения сыра и замыкания поверхностного слоя. В зависимости от вида сыра температура прессования составляет от 14 до 20 °С. Использование вакуума несколько сокращает продолжительность процесса, а также позволяет регулировать влажность и температуру отпрессованного сыра, положительно влияет на его структуру.

Прессование заканчивают при достижении требуемого уровня молочнокислого брожения (для большинства сыров рН должен быть 5,3–5,9). Поверхность отпрессованного сыра должна быть ровная, гладкая, без морщин и трещин.

**Посолку сыров** производят для придания им определенных органолептических показателей и в какой-то степени регулирования микробиологических и биохимических процессов в период созревания. В процессе посолки соль постепенно проникает внутрь сыра и одновременно выделяется влага с растворенными в ней веществами. Продолжительность посолки зависит от скорости проникновения соли внутрь сыра и его удельной поверхности. На скорость проникновения влияют:

- плотность наружного слоя;
- концентрация и температура рассола; оптимальная температура рассола 8–12 °С;
- влажность сыра после прессования.

Продолжительность посолки сыра увеличивается при:

- излишне обсушенном зерне;
- высокой кислотности рассола;
- низкой температуре рассола;
- увеличении массы сыра;
- уменьшении концентрации соли в рассоле;
- отсутствии циркуляции рассола.

Способы посолки: посолка в зерне, посолка в рассоле, комбинированная посолка.

**Посолка в зерне** – применяется чаще всего. При посолке в зерне вводят не все количество соли (частичная посолка), в последующем досаливая сформованный сыр. При выработке сыров с низкой температурой второго нагревания частичная посолка считается обязательной. При производстве сыров с высокой температурой второго нагревания посолку в зерне не при-

меняют, поскольку в результате подавления микробиологических процессов в сырной массе почти не обнаруживается характерного рисунка и вкуса.

Полную посолку в зерне применяют при выработке мягких (свежих) сычужных сыров, сыров ускоренного созревания для плавления и др.

**Посолка в рассоле** осуществляется в соляной камере в специальном бассейне, разделенном на секции. В основном сыры солят в циркуляционном водном рассоле с массовой долей соли 18–20 %. Рассол готовят растворением в чистой пастеризованной при 90–95 °С питьевой воде или кислой (60–70 °Т) пастеризованной, освобожденной от жира и сывороточных белков сыворотке (для рассольных сыров) пищевой поваренной соли, не ниже первого сорта. В процессе посолки концентрация рассола уменьшается. Рассол обогащается молочным сахаром, молочной кислотой, белковыми веществами, обсеменяется нежелательной микрофлорой, загрязняется случайными примесями. Для восстановления рассола в циркуляционной системе применяют нормализаторы, пастеризаторы, охладители. Нормализованный и очищенный рассол пастеризуют и охлаждают. При правильном уходе за рассолом его заменяют 1 раз в год.

**Сухая посолка.** При сухой посолке сформованного сыра соль наносят на поверхность головки. Существуют различные варианты этого способа:

- сухой солью солят в основном мягкие и самопрессующиеся сыры;
- соляной гущей солят прессуемые сыры с гладкой и сухой коркой.

Посолку сухой солью и соляной гущей повторяют через 12–24 час (не реже одного раза в сутки). При этом оставшаяся на сыре соль стирается и заменяется свежей, но уже на другой стороне. При каждой посолке сыр переворачивают.

**Комбинированная посолка.** Применяют несколько способов: посолку в зерне с досаливанием в рассоле, посолку сухой солью (соляной гущей) с последующей досолкой в рассоле или посолку в рассоле с досаливанием сухой солью. Наибольшее распространение имеет посолка в зерне с досаливанием сухой солью.

**10. Созревание сыров.** После посолки и обсушки сыры выдерживают в специальных камерах (помещениях) для дальнейшего созревания.

**Созревание** – это комплекс сложных биохимических изменений (превращений) веществ сырной массы. В процессе созревания сыра создают необходимый температурный и влажностный режим воздуха в сырохранилище. После посолки сыр обсушивают на стеллажах в соляном помещении 2–3 суток при температуре 8–12 °С. Во избежание бурного брожения в твердых сырах в начальный период созревания эту температуру поддерживают от 12 до 25 суток в зависимости от вида сыра, а затем для стимулирования биохимических и ферментативных процессов температуру повышают до 14–16 °С на 1–1,5 месяца, а затем до 22–25 °С на 20–40 суток. К концу созревания температуру снижают до 10–14 °С в зависимости от вида сыра и выдерживают до полной зрелости.

Для борьбы с плесенью воздух помещений после освобождения от продукции озонируют или обрабатывают УФ-лучами. Все сыры при созревании периодически переворачивают. Уход за сырами во время созревания заключается в уходе за защитной коркой, ее периодически моют, освобождая от слизи и плесени.

## **6.2. Биохимические процессы, происходящие при созревании сыров**

Биохимические превращения веществ сырной массы происходят под воздействием экзо- и эндоферментов различных групп микроорганизмов и в меньшей степени ферментов сычужного порошка и перерабатываемого молока.

**Изменение молочного сахара.** Молочный сахар (лактоза) полностью сбраживается в течение первых двух недель. При сбраживании молочнокислыми бактериями образуется молочная кислота. При сбраживании ароматобразующими молочнокислыми стрептококками продуцируются уксусная кислота, этиловый спирт, диацетил, которые обогащают вкус сыра, и углекислый газ, обуславливающий образование рисунка мелких твердых сыров.

В крупных твердых сырах некоторое количество лактатов сбраживаются пропионовокислыми бактериями с образованием пропионовой и уксусной кислот, а также диоксида углерода.

**Изменение белков.** В созревании сыров самая большая роль принадлежит белкам, главным образом казеину. Изменение казеина начинается с момента действия на него сычужного фермента, когда казеин переходит в параказеин. Далее параказеин в формованном сыре изменяется под действием молочной кислоты, сычужного фермента, поваренной соли, ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. Параказеин начинает распадаться на более простые соединения, содержащие азот. Вначале появляются альбумозы и пептоны, которые распадаются на более простые соединения: пептиды, аминокислоты, аммиак. Под действием сычужного фермента распад белков идет до пептонов. В начальный период созревания в сырах в результате образования пептонов появляется горечь, которая к концу созревания проходит, поскольку пептоны превращаются в пептиды и аминокислоты. Если горечь не исчезает до конца созревания сыра, это значит, что процесс распада белков задерживается на стадии пептонов (при низкой температуре созревания). В крупных твердых сырах сычужный фермент инактивируется при температуре второго нагревания, поэтому протеолиз во время созревания обусловлен ферментами молочнокислых бактерий. В твердых сырах с высокой температурой второго нагревания под действием термофильных молочнокислых бактерий протеолиз идет глубже. Так как количество микрофлоры в таких сырах небольшое, то созревание идет дольше 4–6 месяцев. В твердых сырах с низкой температурой второго нагревания распад белков под действием малоактивных протеолитических ферментов мезофильных молочнокислых стрептококков происходит неглубоко.

Накопление отдельных аминокислот различно – по мере созревания сыра концентрация одних аминокислот возрастает, а других – уменьшается. Поэтому каждый вид сыра имеет свой характер накопления и присущий ему набор свободных аминокислот. Освободившиеся в процессе созревания

аминокислоты под действием ферментов микрофлоры подвергаются различным изменениям. Они могут дезаминироваться, декарбоксилироваться, вступать в реакции с кетокислотами, переходить в другие аминокислоты и т.д. При этом образуются различные соединения: кето- и оксикислоты, амины, альдегиды, кетоны и др. Многие из них играют роль при формировании вкуса и запаха сыров.

**Изменение молочного жира.** Жир в процессе созревания почти всех сыров подвергается гидролизу под действием липолитических ферментов (липаз). В результате гидролиза жира высвобождаются жирные кислоты, в том числе летучие (уксусная, масляная, пропионовая и др.), которые участвуют в образовании характерного вкуса и запаха. В мелких твердых сырах жир расщепляется незначительно. В крупных твердых сырах гидролиз жира осуществляется активно. На вкус и запах сыров особенно влияет пропионовокислородное брожение, в результате которого образуется пропионовая и уксусная кислоты, которые вместе с другими жирными кислотами придает сырам специфический, немного пряный, ореховый привкус.

**Изменение минеральных веществ и витаминов.** Молочная кислота, взаимодействуя с минеральными солями и параказеинатом кальция, образует лактат кальция и монокальциевую соль параказеината, который легко набухает, что способствует формированию эластичной консистенции сыра. В крупных сырах пропионовокислородные бактерии синтезируют витамин В<sub>12</sub>.

**Образование рисунка сыров.** Созревание сыра сопровождается образованием газов (СО<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, Н<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>) среди них на долю СО<sub>2</sub> приходится 90 %. Сначала газы легко растворяются в сыворотке сыра, а при получении перенасыщенных растворов начинают скапливаться в промежутках между сырными зернами. Они раздвигают сырную массу, в результате образуются полости (глазки), происходит уплотнение белковой массы и выделение влаги, которая скапливается в глазках, образуя «слезу». Количество и характер глазков формируют рисунок сыра. При быстром образовании газа глазки будут мелкими, а при медленном – крупными. При нарушении нормального процесса брожения формируется рисунок, нехарактерный для того или иного сорта сыра.

### 6.3. Способы ускорения процессов созревания сыров

Созревание сыров представляет собой очень длительный процесс, и уменьшить продолжительность созревания можно различными методами:

- увеличением дозы закваски, однако, применение больших доз закваски может привести к резкому повышению кислотности и появлению дефектов сыра;
- активизацией бактериальной закваски (до внесения в молоко закваску смешивают с двойным количеством молока и выдерживают 1 час при температуре 24–26 °С);
- подбором более активных штаммов;
- применением ферментных препаратов, что стимулирует биохимическую активность закваски, особенно ароматообразующих стрептококков;
- применением микроорганизмов симбиотов;
- использованием микроэлементов.

### 6.4. Дефекты сыров

#### *Дефекты вкуса и запаха сыра:*

- кислый вкус возникает при излишней кислотности молока, замедленной обработке сырного зерна и низкой температуре созревания сыра;
- невыраженные вкус и запах обусловлены избыточной обсушкой зерна, недостаточным созреванием, низкой температурой созревания;
- горький вкус обусловлен использованием горького молока, развитием в молоке и сыре маммококков, значительное накопление в сыре пептонов;
- аммиачный вкус и запах возникают в сырах при нарушении режима ухода за ними, при подопревании корки и развитии слизи на поверхности.

### **Дефекты консистенции:**

▪ грубая твердая, сухая консистенция наблюдается при излишних дроблении и обсушке сырного зерна, применении высоких температур второго нагревания;

▪ резинистая консистенция вызвана замедленным молочнокислым брожением, слабым набуханием белка;

▪ самокол, или колющаяся консистенция возникает из-за недостаточной связанности сырного теста вследствие повышенной его кислотности или низкой температуры созревания;

▪ излишне мажущаяся консистенция возникает из-за высокой влажности и кислотности сырной массы.

### **Дефекты рисунка:**

➤ отсутствие глазков (слепой сыр) обусловлено слабым развитием ароматобразующих бактерий и низкой температурой созревания сыра;

➤ вспученный сыр (рваный, сетчатый, губчатый) появляется при интенсивном газообразовании.

### **Дефекты цвета теста:**

❖ неравномерное окрашивание теста сыра (белые пятна), обусловленные запрессовкой сыворотки в сырную массу из-за неоднородности обработки сырного зерна или неравномерном распределении бактериальной закваски;

❖ белый цвет теста появляется у сыров, выработанных из зимнего молока, у пересоленного сыра, выработанного из кислого молока;

❖ мраморность теста обусловлена неравномерным просаливанием сырной массы.

Все перечисленные дефекты и дефекты внешнего вида обусловлены нарушением технологии. Меры предупреждения и устранения дефектов – строгое соблюдение требований технологии производства сыра и соблюдения санитарно-технических правил.

## **Раздел 7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Так как качество готовой продукции зависит от качества сырья и соблюдения технологических режимов, контролю технологического процесса уделяется особое внимание. Контролировать должны соблюдение санитарных норм и правила, также теххимические показатели и технологические режимы (табл. 8).

Таблица 8 – Примерная схема химико-технологического контроля

N п/п	Объект контроля	Определяемые показатели	Периодичность
1	2	3	4
1	Приемка молока	Кислотность, содержание жира, температура, содержание сухих веществ	При приемке из каждой цистерны
2	Охлаждение молока	Температура	Постоянно
3	Сепарирование молока	Содержание жира	Постоянно во время сепарирования
4	Нормализация молока	Кислотность, содержание сухих веществ, содержание жира	Каждая партия
5	Пастеризация молока	Температура пастеризации, эффективность пастеризации	Постоянно
6	Приготовление смеси	Кислотность, содержание жира, содержание сухих веществ, содержание сахарозы	Каждый замес
7	Сквашивание молока	Температура сквашивания, продолжительность сквашивания	Постоянно
8	Охлаждение и созревание продукта	Температура	Постоянно
9	Контроль готовой продукции	Все показатели, предусмотренные нормативной документацией	Каждая партия

## Раздел 8. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Санитарно-эпидемиологическое качество молочных продуктов обуславливается наличием в них патогенных и других микроорганизмов. В связи с этим на предприятиях молочной промышленности необходимо неукоснительно соблюдать санитарно-гигиенические правила, направленные на создание должного санитарного режима производства продукции гарантированного качества. На молочном заводе санитарно-гигиенические мероприятия проводятся в соответствии с «Санитарными правилами для молочной промышленности». Санитарно-микробиологическое состояние молочных и других пищевых производств, а также различных объектов внешней среды оценивают, как правило, по косвенным микробиологическим показателям, позволяющим судить о возможном обсеменении их патогенными микроорганизмами. К таким показателям относят КОЕ (колониеобразующие единицы).

**Показатель КОЕ** – количество колоний микроорганизмов, которые вырастают на питательном агаре с гидролизованным молоком при посеве 1 см<sup>3</sup> или 1 г продукта или субстрата и культивировании посевов при 30 °С – 72 ч.

Во всех молочных производствах для контроля продукта используется **показатель отсутствия бактерий** группы кишечной палочки (колиформных) бактерий в определенном количестве продукта.

Максимально допустимое количество микроорганизмов в 1 г (1 см<sup>3</sup>) продукта, не нарушающее его микробиологической стабильности в процессе хранения и не представляющее опасности для здоровья человека, называется границей риска. В слабоохлажденном молоке (температура больше 10 °С) граница риска 10<sup>7</sup> микробных клеток в 1 см<sup>3</sup>. Хорошее молоко, предназначенное для переработки в высококачественные молочные продукты должно содержать микробов меньше 3 · 10<sup>5</sup> в 1 см<sup>3</sup>, а БГКП не выявляют в 0, 001 см<sup>3</sup>.

Примерная схема микробиологического контроля производства молочнокислых продуктов представлена в табл. 9.

Таблица 9 – Схема микробиологического контроля производства молочнокислых продуктов

№ п/п	Место отбора проб	Объект исследования	Вид исследования	Периодичность контроля
1	Аппаратура и оборудование	Смыв с оборудования	Общее количество микроорганизмов, БГКП	После каждой мойки и дезинфекции.
2	Материалы для упаковки	Смыв с внутренней стороны	Наличие БГКП	Перед началом работ
3	Водопровод	Вода для технологических нужд	Коли-титр, коли-индекс	1 раз в неделю
4	Производственные цеха	Воздух	Общее количество бактерий, наличие дрожжей и плесени	1 раз в неделю
5	Склад сырья	Соль и другие вспомогательные материалы	КОЕ	Перед использованием
6	Емкости для хранения молока	Молоко	Редуктазная проба	При приемке
			Количество спор мезофильных аэробных бактерий, сыропригодность, наличие ингибиторов	1 раз в 10 дней
7	Колба	Маточная закваска	Активность, наличие посторонней микрофлоры, БГКП	В каждой закваске
8	Емкость для закваски	Производственная закваска	Активность, наличие посторонней микрофлоры, БГКП	Каждая партия перед передачей в производство
9	Емкость для сквашивания	1. Смесь после задачи закваски 2. Смесь после сквашивания	БГКП, наличие патогенных микроорганизмов	Каждый замес
10	Готовая продукция	Согласно выборке	Наличие патогенных микроорганизмов	Каждая партия

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие микроорганизмы используются при производстве молочно-кислых продуктов?
2. Какие микроорганизмы являются возбудителями дефектов молока?
3. Какие микроорганизмы относятся к возбудителям пищевых отравлений?
4. Как изменяется микрофлора молока при хранении? Дать характеристику:
  - бактериальной фазы;
  - фазы смешанной микрофлоры;
  - фазы молочнокислых бактерий;
  - фазы дрожжей и плесеней.
5. Какие существуют методы снижения бактериальной обсемененности молока?
6. Классификация заквасок.
7. Описание технологической схемы производства молочнокислых напитков.
8. Биохимические процессы, происходящие при сквашивании молочной смеси.
9. Способы производства молочнокислых напитков, их характеристика.
10. Описание технологической схемы производства сметаны.
11. Биохимические процессы, происходящие при сквашивании сливок.
12. Характеристика творога как продукта.
13. Способы производства творога:
  - кислотная коагуляция белка;
  - кислотно-сычужная коагуляция белка.
14. Описание технологической схемы производства творога традиционным способом.
15. Особенности отдельного способа производства творога.

16. Недостатки традиционного способа производства творога.
17. Классификация твердых сыров.
18. Особенности технологии производства твердых сыров.
19. Особенности свертывания молока при производстве сыров.
20. Основные стадии производства сыров.
21. Биохимические процессы, происходящие при созревании сыров.
22. В чем заключается уход за созревающими сырами?
23. Дефекты вкуса и запаха сыров, причины их возникновения и методы борьбы с ними.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клещев Н.Ф. Основы промышленной биотехнологии. Технология бродильных производств / Клещев Н.Ф., Бенько М.П. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2007. – 200 с.
2. Барановский А.В. Пластинчатые и спиральные теплообменники / Барановский А.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. – М. : Машиностроение, 1973. – 160 с.
3. Богданова Е.А. Производство цельномолочных продуктов / Богданова Е.А., Богдановна Г.И. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1974. – 449 с.
4. Горбунов А.В. Механизация и автоматизация мойки оборудования на предприятиях молочной промышленности / Горбунов А.В., Митин В.В., Усков В.И. – М. : Пищевая промышленность, 1970. – 110 с.
5. Гриценко А.Д. Сливочное масло / Гриценко А.Д. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 296 с.
6. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Гудков А.В. – М. : ДеЛи принт, 2003. – 799 с.
7. Крूस Т.Н. Технология молочных производств / Крूस Т.Н., Чекулаева А.В. – М. : Агропромиздат, 1988. – 367 с.
8. Крूस Т.Н. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности / Крूस Т.Н., Тиняков В.Г., Феофанов Ю.Ф. – М. : Агропромиздат, 1986. – 280 с.
9. Кук Т.А. Процессы и аппараты молочной промышленности, 2-е изд. перераб. и доп. / Кук Т.А. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 786 с.
10. Липатов Н.Н. Производство творога / Липатов Н.Н. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 270 с.
11. Липатов Н.Н. Мембранные методы разделения молока и молочных продуктов / Липатов Н.Н. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 168 с.

12. Храмов А.Г. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / Храмов А.Г., Кравченко К.С. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с.
13. Радаева И.А. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока / Радаева И.А. – М. : Агропромиздат, 1986. – 351 с.
14. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / Степаненко П.П. – М. : ООО «Все для Вас – Подмоскowie», 2002. – 495 с.
15. Сурков В.Д. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности / Сурков В.Д. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 430 с.
16. Дьяченко М.С. Технология молока и молочных продуктов / Дьяченко М.С. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 440 с.
17. Томбаев И.И. Справочник по оборудованию предприятий молочной промышленности / Томбаев И.И. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 449 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
-----------------------	---

### **Раздел 1. МИКРООРГАНИЗМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУЦИИ**.....4

1.1. Полезные микроорганизмы, используемые при производстве кисломолочных продуктов и сыров.....	4
1.2. Возбудители дефектов молока и молочных продуктов.....	13
1.3. Патогенные микроорганизмы, встречающиеся в молоке и молочных продуктах.....	15
1.4. Закваски.....	17
1.5. Пробиотики.....	20
1.6. Биохимические процессы, лежащие в основе производства молочнокислых продуктов.....	20

### **Раздел 2. ПРИЕМКА СЫРЬЯ, ЕГО ОЧИСТКА И МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА**.....23

2.1. Характеристика молока как основного сырья для молочнокислых продуктов.....	23
2.2. Требования, предъявляемые к заготавливаемому молоку.....	23
2.3. Оценка качества принимаемого молока.....	24
2.4. Изменение микрофлоры в молоке.....	24
2.5. Методы снижения бактериальной обсемененности молока.....	26
2.6. Очистка молока.....	27
2.7. Охлаждение и хранение молока.....	28
2.8. Механическая обработка молока.....	29

### **Раздел 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ**.....33

3.1. Описание технологического процесса производства кисломолочных напитков .....	33
---	----

### **Раздел 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СМЕТАНЫ**.....38

4.1. Описание технологического процесса производства сметаны.....	38
---	----

### **Раздел 5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА И ТВОРОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**.....42

5.1. Описание технологического процесса производства творога .....	42
5.2. Технология производства творожных изделий .....	47

### **Раздел 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ**.....48

6.1. Описание технологического процесса производства сыров.....	50
6.2. Биохимические процессы, происходящие при созревании сыров.....	65
6.3. Способы ускорения процессов созревания сыров .....	67
6.4. Дефекты сыров.....	68

### **Раздел 7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**.....69

### **Раздел 8. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**.....70

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**.....74

Навчальне видання

КЛЕЩЕВ Микола Федосович  
БЕНЬКО Марія Петрівна

## **ОСНОВИ ПРОМИСЛОВОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ**

**Біотехнологічні основи виробництва  
кисломолочних продуктів і сирів**

Навчальний посібник

для іноземних студентів  
біотехнологічного напрямку

Роботу до видання рекомендувала *З. М. Товстолуг*  
Редактор *О. І. Шпільова*  
Комп'ютерна верстка *Н. Д. Захарова*

План 2008, поз. 26

Підп. до друку 09.02.2010 р. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офісний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 4,6. Наклад 50 прим.  
Зам. № 43. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12. 2009 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

---

Друкарня НТУ «ХП», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21