

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МАГИСТРАТУРА  
Кафедра «Прикладной биотехнологии»

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**ИЗУЧЕНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТОВ  
ЗАКВАСКИ "АКТИВИА" С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ  
ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА**

6N0701 «Биотехнология»

направление подготовки: научно-педагогическое

Исполнитель Farber Фарбер Ю.Е.

Научный руководитель  
профессор Nikitin Никитин Е.Б.

Допущена к защите:

Зам. зав. кафедрой «ПБТ»

к.т.н., профессор

(подпись, дата)

Omarov М.С. Омаров

Павлодар, 2006

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация выполнена на шестидесяти страницах, иллюстрация представлена в виде графика, данные анализа результатов работы приводятся в виде четырех таблиц, количество использованных источников тридцать пять

Наиболее употребляемые в работе термины и терминосочетания – ключевые слова: йогурт, культуральные характеристики, молочнокислые микроорганизмы, закваска, кисломолочные продукты, культивирование микроорганизмов, технология производства, кислотность, культура клеток, питательная среда, сгусток, органолептика, термобактерии, молоко, нормализация, хранение, микроскопическое исследование.

Целью наших исследований было изучение культуральных характеристик компонентов закваски йогурта "Активиа", в сравнении с другими, для разработки технологии и получения нового кисломолочного продукта.

В качестве объекта исследования были использованы различные виды йогурта. При выполнении практической части работы применялись микробиологические, физико-химические, органолептические методы исследования.

Анализируя полученные результаты выполненной работы, и учитывая ряд факторов (чистота закваски, поддержание оптимальной температуры сквашивания, возможность быстрого охлаждения сгустка) пришли к заключению, что можно получить новый продукт, видоизменяя состав закваски в зависимости от культуральных характеристик микроорганизмов при минимальном изменении его качества.

Считаем, что полученные результаты при выполнении практической части работы имеют определённое научное и практическое значение.

Данные, подтверждающие полученные результаты в доступной нам литературе обнаружены не были.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Обзор литературы	5
1.1. Микроорганизмы, используемые в качестве компонентов закваски	5
1.2. Культивирование микроорганизмов	8
1.3. Основы технологии приготовления кисломолочных продуктов	14
2. Собственные исследования	47
2.1. Цель и задачи	47
2.2. Материалы и методы	47
2.3. Микробиологические, физико-химические исследования компонентов закваски	53
2.3.1. Выделение чистой культуры	53
2.3.2. Исследование органолептических и физико-химических показателей	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
Выводы	58
Практическое предложение	59
Список использованных источников	60

## ВВЕДЕНИЕ

Ферментация – один из старейших методов, используемых людьми для получения из молока продуктов с увеличенным сроком хранения, в частности, таких как йогурт. Йогурт – кисломолочный продукт, вырабатываемый путем сквашивания специальными культурами. Полезные свойства йогуртов известны давно. Еще в 1910 году И.И. Мечников впервые выдвинул идею, что для продления жизни человеку нужно есть кисломолочные продукты, которые снижают процессы гниения в кишечнике.

Основой всех кисломолочных продуктов является молоко. Его можно "превратить" в кефир, ряженку или простоквашу - все зависит от закваски, которую применяет производитель. В случае йогурта закваска - это болгарская палочка и термофильный стрептококк. При внесении этих культур в пастеризованное молоко сложные вещества распадаются на более простые, которые быстрее и легче усваиваются организмом. В этом преимущество йогуртов перед молоком.

В йогуртовых культурах содержится молочная кислота, образующаяся при расщеплении молочного сахара. Она затормаживает процессы гниения в желудочно-кишечном тракте. А если йогурт содержит бифидобактерии, то параллельно идёт восстановление нормальной микрофлоры кишечника.

Однако уже давно стало очевидно, что сквашивание молока – процесс неоднозначный. Так, при действии посторонней микрофлоры образуется пресный, неоднородный сгусток с пузырьками газа и сильным отделением сыворотки. Молочнокислые бактерии позволяют получить приятный на вкус продукт, который принято называть кисломолочным.

В процессе производства кисломолочных продуктов, особенно при разработке новых технологий и их производства, очень важно знать культуральные характеристики компонентов заквасок. От состава заквасок, используемых при производстве йогурта, зависят как органолептические, так и вкусовые качества получаемого продукта.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Микроорганизмы, используемые в качестве компонентов закваски

При производстве йогурта важную роль в формировании характерного кисломолочного вкуса и аромата играют микроорганизмы закваски. Для получения заквасок используемых при приготовлении йогуртов чаще всего применяют: *Streptococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacterium bulgaricum*, *Lactobacterium acidophilus*.

#### Молочнокислый стрептококк (*Str. lactis*)

Имеет клетки овальной формы, располагающиеся в виде диплококков или коротких цепочек. Для молочнокислых стрептококков оптимальная температура развития 30-35<sup>0</sup> С. При этой температуре они свертывают молоко через 12 ч., а наиболее активные расы-10 ч. Эти показатели характеризуют энергию кислотообразования молочнокислых стрептококков, под которой понимается время свертывания стерилизованного молока при минимальном внесении свежей культуры [1].

При свертывании молока образуется ровный, плотный сгусток. Предельная кислотность, образуемая в молоке молочнокислыми стрептококками, чаще всего колеблется около 110-120<sup>0</sup> Т, хотя встречаются слабые расы, дающие предельную кислотность не более 100<sup>0</sup> Т, рН 4,0-4,5. При росте на поверхности твердых питательных сред *Str. lactis* образует мелкие каплевидные колонии, величиной 1-2 мм; в глубине среды колонии имеют лодочкообразную форму. Культуры молочнокислых стрептококков придают молоку чистый кисломолочный вкус и аромат, консистенция колющаяся. Динамика роста и кислотообразования *Str.lactis*: с первых же часов после внесения бактерий в молоко быстро увеличивается количество клеток, затем темп развития несколько замедляется и после достижения максимального количества клеток отмечается постепенное отмирание бактерий (под воздействием продуктов обмена - главным образом молочной кислоты). Полное вымирание клеток при 30<sup>0</sup>С обычно наступает через 5-7 дней. Наиболее быстрое нарастание кислотности наблюдается в первые часы. Оно продолжается до свертывания молока, которое, как уже было указано, обычно наступает через 10-12 ч. после внесения культуры (при кислотности молока около 60<sup>0</sup> Т, если молоко выдерживается при температуре 30<sup>0</sup>С). Затем нарастание кислотности замедляется и в дальнейшем прекращается (около 120<sup>0</sup> Т) [2].

### Термофильный стрептококк (*Str. thermophilus*)

Клетки его располагаются цепочками разной длины. Однако термофильный стрептококк имеет свои особенности. Он лучше развивается при повышенной температуре. Оптимальная температура его развития в пределах 40-45<sup>0</sup>С. При росте на твердых питательных средах он образует округлой формы с зернистой структурой поверхностные колонии и лодочкообразные, иногда с выростом, глубинные.

Термофильный стрептококк отличается от мезофильных видов способностью сбраживать сахарозу, поэтому при выращивании посевов для выделения термофильных стрептококков следует добавлять ее к питательной среде. Но при использовании питательных сред из молока добавление сахарозы излишне, так как эти среды содержат лактозу.

При оптимальной температуре развития термофильный стрептококк свертывает молоко через 12-14 ч., образуется ровный, плотный сгусток; предельная кислотность молока 110-115<sup>0</sup>Т. Вкус и аромат молока приятный, кисломолочный, консистенция сметанообразная. Культуры термофильных стрептококков целесообразно применять вместе с такими сильными кислотообразователями, как термофильные молочнокислые палочки; при этом в значительной степени смягчается вкус продукта [1].

### Сливочный стрептококк (*Str. cremoris*)

Отличается от молочнокислого тем, что его клетки располагаются в виде цепочек. Он лучше развивается при температуре около 25-30<sup>0</sup>С, образует в молоке ровный, плотный сгусток, который при разбивании имеет сметанообразную консистенцию. Предельная кислотность, образуемая *Str. cremoris* в молоке, 110-115<sup>0</sup>Т. Вкус и аромат чистый, кисломолочный. При пониженной температуре культивирования (15-20<sup>0</sup>С) *Str. cremoris* образует повышенное количество летучих кислот.

Форма колоний при росте на твердых питательных средах сходна с формой колоний *Str. lactis*. *Str. cremoris* отличается от *Str. lactis* неспособностью сбраживать мальтозу и декстрин [3].

### Ароматообразующие бактерии

Это молочнокислые стрептококки, образующие в молоке и молочных продуктах повышенное количество летучих кислот (уксусной и пропионовой) и ароматические вещества, основным из которых является диацетил. Большинство из этих бактерий способны сбраживать лимонную кислоту, за что их называют цитровирусами. Известны три вида

ароматообразующих бактерий: *Str. citrovorus*, *Str. paracitrovorus* и *Str. diacetylactis*. Клетки их мельче, чем у *Str. lactis*, располагаются в виде отдельных клеток, диплококков и цепочек различной длины. При росте на твердых питательных средах бактерии образуют сходные со *Str. lactis* и *Str. stemonis* круглые, каплевидные, с ровным очерченным краем поверхностные колонии, лодочкообразные с ровным краем глубинные колонии.

Оптимальная температура развития ароматообразующих бактерий 25-30<sup>0</sup>С. Предельная кислотность 80-100<sup>0</sup>Т. *Str. citrovorus* слабо размножается в молоке и не вызывает его свертывания; *Str. paracitrovorus* размножается несколько быстрее и вызывает свертывание молока через 2-3 дня. *Str. Diacetylactis* - наиболее энергичный кислотообразователь из ароматообразующих бактерий, свертывает молоко через 16-18 ч. Ароматообразующие бактерии улучшают вкус и аромат молочных продуктов [4].

#### Молочнокислые палочки

Молочнокислые палочки можно разделить на две группы:

1 группа - сбраживающие сахара с образованием главным образом молочной кислоты (гомоферментативные молочнокислые палочки-термобактерии, стрептобактерии);

2 группа - сбраживающие сахара с образованием молочной кислоты, уксусной кислоты, спирта и углекислого газа (гетероферментативные молочнокислые палочки-бетабактерии).

1 группа - Термобактерии. Термобактерии являются наиболее энергичными кислотообразователями. Оптимальная температура их развития находится в пределах 40-45<sup>0</sup>С, при этой температуре молоко свертывается через 12 ч. Предельная кислотность молока выше, чем у молочнокислых стрептококков, она может достигать 300<sup>0</sup> Т, иногда и выше.

Клетки имеют вид крупных (иногда зернистых) палочек, располагающихся в виде одиночных клеток или цепочек. Поверхностные колонии на твердой питательной среде локонообразные, глубинные - в виде кусочков ваты, паучков. Вкус молока, сквашенного термофильными молочнокислыми палочками, чистый, кислый; сгусток ровный, плотный.

К термобактериям относят болгарскую палочку - *Lactobacterium bulgaricum* (*Lactobacterium delbrueckii* подвид *bulgaricus*). Эти бактерии облигатные гомоферментативные лактобактерии. Клетки представляют собой палочки с закругленными концами размером 0,5-0,8\*2-9 мкм,

одиночные или собранные в короткие цепочки. Этот микроорганизм сбраживает меньше сахаров, в молоке продуцирует из лактозы D(+) лактат и ацетальдегид. Слабый рост наблюдается при температуре ниже 10<sup>0</sup>С, большинство штаммов способно к росту при 50-55<sup>0</sup>С. Кислотность в молоке достигает 200-300<sup>0</sup> Т. *Lactobacterium acidophilus* – эти бактерии гомоферментативные лактобациллы. Клетки представляют собой палочки с закругленными концами, размером 0,6-0,9\*1,5-6 мкм; встречаются они отдельно, попарно и в виде коротких цепочек; клетки неподвижные и неспорообразующие; возможно, прикрепляться к стенке кишечника человека важную роль играют белки клеточной стенки микроорганизма [5].

Для роста этому организму необходимы рибофлавин, пантотеновая и фолиевая кислоты и ниацин, и не требуется других витаминов группы В. При температуре ниже 15<sup>0</sup>С рост отсутствует; большинство штаммов растет при 35-45<sup>0</sup>С, а оптимальная кислотность (рН) для роста составляет 5,5-6,0.

Стрептобактерии. Образуют в молоке короткие цепочки. Это менее активная группа молочнокислых палочек. Оптимальная температура развития около 30<sup>0</sup>С, при этой температуре они сквашивают молоко через 2-3 дня. Предельная кислотность в молоке может достигать 200<sup>0</sup>Т. Сгусток молока ровный, плотный, вкус чистый, кислый.

2 группа – Бетабактерии. Образуют на твердых питательных средах колонии, сходные с термофильными молочнокислыми палочками. Клетки бетабактерий довольно крупные, иногда зернистые. При развитии их в молоке кислотность низкая 120-130<sup>0</sup> Т и оно не свертывается, однако при добавлении дрожжевого автолизата развитие бетабактерий значительно усиливается и кислотность повышается до 150-160<sup>0</sup> Т. При сбраживании лактозы, помимо молочной кислоты, образуется большое количество летучих кислот. Бетабактерии сбраживают глюкозу, лактозу, мальтозу.[1].

## 1.2 Культивирование микроорганизмов

### Периодическое и непрерывное культивирование микроорганизмов

В молочной промышленности производство заквасок и кисломолочных продуктов основано на использовании микроорганизмов, культивируемых периодическим методом. Процессы культивирования молочнокислых бактерий подчиняются общим закономерностям роста. При периодическом культивировании молочнокислые бактерии, как и любые другие

микроорганизмы, выращивают в замкнутом объеме питательной среды. При этом действующие на клетку многочисленные факторы непрерывно меняются по ходу развития культуры. Вначале микроорганизмы размножаются в условиях избытка питательных веществ, которые во время их интенсивного роста постепенно используются. Одновременно с этим в среде накапливаются продукты обмена. Они тормозят деятельность ферментов, участвующих в синтезе компонентов клеток. В соответствии с непрерывно происходящими в среде изменениями культура сама претерпевает ряд закономерных морфолого-биохимических изменений. Так, клетки, образовавшиеся в начале культивирования, отличаются от клеток, выросших позднее. Это ведет к гетерогенности культуры, меняющейся и развивающейся во времени. Диспропорция между статическим характером среды и динамическим характером роста культуры в процессе периодического культивирования выражается классической кривой роста, на которой различают ряд отдельных фаз, постепенно переходящих одна в другую (рис. 1) [6].

Кривая роста популяции жизнеспособных микроорганизмов



РИСУНОК 1.

На этой кривой можно выделить четыре участка:

- лаг-фаза, которая следует сразу после заквашивания (инокуляции) молока; задержка активности бактерий возможна из-за адаптации микроорганизмов к новой среде;
- лог-фаза (фаза экспоненциального роста), во время которой клетки демонстрируют максимальную активность, то есть минимальное время воспроизводства каждой популяции клеток при наличии оптимальных условий (питательных веществ и необходимой температуры);
- стационарная фаза -- в определенной точке количество жизнеспособных клеток становится постоянным из-за недостатка питательных веществ и накопления метаболитов (например, молочной кислоты в молоке); процессы отмирания старых клеток и воспроизводства новых находятся в равновесии;
- фаза гибели -- количество жизнеспособных клеток начинает уменьшаться (главным образом из-за неблагоприятных условий для их роста).

В условиях периодического культивирования рост микроорганизмов с максимальной удельной скоростью продолжается очень ограниченное время и замедляется, когда концентрация субстрата уменьшается, а содержание ингибирующих продуктов обмена возрастает. В отличие от периодического культивирования при непрерывном процессе концентрации питательных веществ и продуктов обмена поддерживают на заданном уровне, благодаря чему можно регулировать концентрацию микроорганизмов [7].

Процессы непрерывного культивирования микроорганизмов делятся по принципу управления на два типа -- хемостатический и турбидостатический.

При хемостатическом культивировании удельная скорость роста микроорганизмов в культиваторе устанавливается автоматическим регулированием скорости разбавления, т.е. стабилизацией расхода питательной среды. При этом скорость разбавления рассчитана на заранее определенную величину, и микроорганизмы «сами выбирают» необходимую концентрацию в соответствии с их свойствами в этих условиях. Происходит автоматическое регулирование плотности популяции в зависимости от факторов, лимитирующих рост микроорганизмов.

При турбидостатическом культивировании удельная скорость роста в культиваторе регулируется путем автоматического регулирования

концентрации биомассы. Это, в частности, позволяет поддерживать рост микробной популяции в экспоненциальной фазе с максимальной удельной скоростью роста.

Непрерывное культивирование молочнокислых бактерий при производстве бактериального концентрата, приготовлении закваски и выработке кисломолочных продуктов имеет большое преимущество по сравнению с периодическим. Оно позволяет максимально использовать способность молочнокислых бактерий интенсивно размножаться, значительно увеличивать сьем продукции с оборудования и производственных площадей, автоматизировать процесс производства и улучшать качество продукции [6].

Характеристика микроорганизмов и особенности их подбора для периодического и непрерывного культивирования

Важным показателем микроорганизмов заквасок и кисломолочных продуктов является урожайность бактериальных клеток. Этот показатель играет определяющую роль при производстве бактериальных концентратов. Для производства бактериальных концентратов отбирают высокоурожайные культуры молочнокислых бактерий. Урожайность культур *Str.lactis* на обезжиренном молоке через 16 ч. периодического культивирования при 25<sup>0</sup>С составляет (16-18)\*10<sup>8</sup> клеток в 1 мл, а на сывороточной среде, используемой при производстве бактериального концентрата, - (10-11)\*10<sup>8</sup> клеток в 1 мл. Среди культур *Str.lactis* встречаются штаммы с гомогенной и гетерогенной структурами популяций клеток. Культуры, обладающие гомогенной структурой, являются наиболее устойчивыми к сезонным изменениям качества молока и ценным для производства. Такие культуры – наиболее жизнеспособны в процессе непрерывного культивирования, при котором происходит автоселекция клеток в культуре. В закваску включают штаммы, не изменяющие активность кислотообразования или способные ее повышать при совместном культивировании, что указывает на сочетаемость штаммов.

При производстве бактериального концентрата, приготовлении заквасок для кисломолочных продуктов периодическим способом широкое применение имеют многоштаммовые закваски [8].

При подборе микрофлоры для непрерывного культивирования большое значение имеет удельная скорость роста штаммов, входящих в комбинацию. Штаммы должны минимально отличаться друг от друга по удельной скорости роста; при продолжительности непрерывного процесса до суток

допускается разность в значениях удельных скоростей роста штаммов не более 20%. Составляя закваску для непрерывного способа культивирования, нужно более строго отбирать штаммы по отношению к вирулентному фагу, чем при периодическом способе культивирования. Это положение вызвано тем, что при культивировании мезофильных молочнокислых стрептококков даже на стерилизованном молоке наблюдались частые случаи явления бактериофагии. Объясняется это изменением в популяции культур мезофильных молочнокислых стрептококков соотношения фагорезистентных и фагочувствительных клеток в сторону увеличения последних. Таким образом, при отборе штаммов мезофильных молочнокислых стрептококков для непрерывного культивирования необходимо учитывать структуру их популяции, удельную скорость роста, ссчетаемость штаммов и использовать для непрерывного культивирования наиболее простые комбинации (закваски), состоящие из одного штамма каждого вида [9].

#### Питательные среды для культивирования микроорганизмов

Интенсивность роста клеток и биохимическая активность молочнокислых бактерий во многом определяются питательной ценностью среды. Молочнокислые бактерии обладают ограниченной способностью синтеза многих биологически важных соединений. Это определяет их высокую требовательность к питательным веществам. При развитии молочнокислых бактерий в молоке или сывороточной среде основным источником энергии для них является лактоза, расщепляемая данными микроорганизмами под действием фермента лактозы на глюкозу и галактозу, которые затем сбраживаются до молочной кислоты. Для нормального роста и развития этих микроорганизмов необходимы также субстраты со сложными органическими формами азота: подобранными смесями аминокислот, ферментативными или кислотными гидролизатами белков и др. [10].

Стимуляция роста молочнокислых бактерий при обогащении среды различными естественными добавками, такими, как дрожжевой автолизат, дрожжевой экстракт, экстракты поджелудочной железы, печени, объясняется повышением содержания в среде аминокислот, пуриновых и пиримидиновых соединений, витаминов и других соединений. Молочнокислые бактерии культивируют на различных питательных средах. Применение

полусинтетических питательных сред, состоящих из стандартных компонентов, позволяет получить высокий урожай клеток, но их промышленное применение очень дорого. Более дешевыми являются среды, содержащие в качестве основы обезжиренное молоко или сыворотку. В таких средах имеются необходимые для нормального развития микроорганизмов питательные вещества и их легко можно модифицировать. Однако применение обезжиренного молока имеет ряд недостатков. В нем мало небелкового азота, и поэтому азот, необходимый для развития культур, получают путем предварительного гидролиза обезжиренного молока ферментами или за счет разложения белков протеолитическими ферментами молочнокислых бактерий. Применение обезжиренного молока при производстве бактериального концентрата осложнено тем, что образующийся при сквашивании молока белковый сгусток мешает эффективному отделению клеток. Чтобы белки молока не осаждались с клетками молочнокислых бактерий, молоко перед отделением клеток нейтрализуют и добавляют лимоннокислый натрий. Однако такой прием не дает возможности полностью освободить микробную массу от белков молока [11].

Существенным недостатком питательных средств, составленных на основе обезжиренного молока, является то, что в этом случае из-за непрозрачности среды нельзя применять методы контроля концентрации микроорганизмов, основанные на оптических свойствах культуральной жидкости. Кроме того, не все виды и штаммы молочнокислых бактерий могут развиваться в обезжиренном молоке достаточно интенсивно [12].

Перспективной основой среды для накопления молочнокислых бактерий при производстве бактериальных концентратов является молочная сыворотка. Биологическая ценность молочной сыворотки обусловлена тем, что в нее переходит около 55% сухих веществ, в частности небелковые азотистые соединения, углеводы, минеральные соли, витамины. Перед использованием сыворотки для накопления молочнокислых бактерий ее осветляют, освобождая от большей части сывороточных белков. Затем, чтобы повысить выход микробной массы, ее обогащают стимуляторами роста и буферными солями. В качестве стимулятора роста используют кукурузный экстракт. Он содержит азотистые вещества (полипептиды, аминокислоты), витамины группы В (рибофлавин, пантотеновая кислота, пиридоксин) и минеральные вещества (калий, железо, магний, фосфор)[13].

Известно, что для нормального роста микроорганизмов необходимы многие элементы минерального питания. Так, наличие в питательной среде ионов  $Mn^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  увеличивает урожайность и кислотообразование ряда молочнокислых бактерий. Из всех этих элементов особое значение имеет марганец, стимулирующий рост молочнокислых бактерий. Благоприятное влияние на рост молочнокислых бактерий оказывают также добавленные в сыворотку буферные соли (натриевая соль лимонной, фосфорной и уксусной кислот). Одним из главных условий непрерывного культивирования является стерильность среды. При производстве кисломолочных продуктов непрерывным способом роль посторонней микрофлоры возрастает. Непрерывно поступая в культиватор, посторонние микроорганизмы как бы создают постоянное инфицирование процесса. Результаты микробиологических исследований подквашенного молока непрерывным способом показали, что характер взаимоотношения молочнокислых стрептококков и посторонней микрофлоры во многом зависит от заданных параметров процесса. Если соблюдается равенство скорости роста молочнокислых стрептококков и скорости разбавления молока в культиваторе, то в этом случае всегда устанавливается динамическое равновесие между молочнокислыми стрептококками и посторонними микроорганизмами. Эти исследования показали возможность приготовления кисломолочных продуктов непрерывным способом на пастеризованном молоке [11].

### 1.3. Основы технологии приготовления кисломолочных продуктов

По стандартам современной промышленной технологии получение кисломолочных продуктов — это по-прежнему сложный процесс, сочетающий науку и искусство. Кисломолочные продукты вырабатывают путем сквашивания подготовленного нормализованного молока с последующим охлаждением, а для некоторых напитков и созреванием полученного сгустка. Технология кисломолочных напитков различных видов отличается в первую очередь составом вносимой закваски, которая обеспечивает в продукте необходимые вкус, запах и консистенцию. В зависимости от применяемой закваски устанавливают различную температуру сквашивания нормализованного молока. Тепловая обработка молока перед сквашиванием для отдельных напитков обеспечивает их

характерные особенности, а также для увеличения концентрации сухих веществ в молочной основе [14].

По современным представлениям, назначение тепловой обработки молока при производстве кисломолочных продуктов заключается в следующем:

- разрушение и/или удаление патогенных и других нежелательных микроорганизмов;
- создание условий, благоприятных для развития микрофлоры закваски;
- изменение физико-химических свойств составляющих молока, влияющих на качество кисломолочных продуктов.

Тепловая обработка молока является одной из наиболее распространенных операций в промышленном производстве различных молочных продуктов. Применяемые сочетания температуры и времени варьируется от 65<sup>0</sup>С, в течение нескольких секунд, до 150<sup>0</sup>С.

Тепловую обработку молока при производстве кисломолочных напитков можно проводить при различных режимах. Выбор режима тепловой обработки основывается на ряде факторов, но если предположить, что производственные ограничения отсутствуют, то перечисленные выше соображения окажутся основными. Тепловая обработка молока при 85-95<sup>0</sup>С достаточна для уничтожения большинства, если не всех вегетативных клеток микроорганизмов, присутствующих в сыром молоке [15]. Нагревание молока может привести к высвобождению некоторых веществ, стимулирующих или ингибирующих активность молочных заквасок. В научных работах описаны следующие явления:

1. стимулирование развития микрофлоры закваски в молоке при тепловой обработке его в интервале от 62<sup>0</sup>С с выдержкой 30 мин. до 72<sup>0</sup>С с выдержкой 40 мин.
2. ингибирование развития микрофлоры закваски при нагреве молока в диапазоне от 72<sup>0</sup>С с выдержкой 45 мин до 82<sup>0</sup>С с выдержкой 10-120 мин или до 90<sup>0</sup>С с выдержкой 1-45 мин;
3. стимулирование развития заквасочной микрофлоры в молоке, подвергнутом тепловой обработке при 90<sup>0</sup>С в течение 60-180 мин и при автоклавировании (120<sup>0</sup>С, 15-30 мин).

Явный цикл «стимулирование – ингибирование - стимулирование - ингибирование» имеет место вследствие изменений белков сыворотки и

может быть смоделирован добавлением денатурированных сывороточных белков.

Общим в производстве всех кисломолочных напитков является сквашивание подготовленного молока заквасками и при необходимости созревание. Специфика производства отдельных продуктов различается лишь температурными режимами некоторых операций, применением заквасок разного состава и внесением наполнителей [2].

### Способы производства кисломолочных продуктов

Производство кисломолочных продуктов осуществляется двумя способами - термостатным и резервуарным. Эти два способа имеют ряд общих технологических операций. Особенность резервуарного способа заключается в том, что процесс сквашивания молока, созревание и охлаждения в резервуарах большой емкости и на розлив в фасовочную тару поступает готовый охлажденный продукт. При термостатном способе заквашенное молоко сначала разливается в фасовочную тару, а дальнейший процесс сквашивания, созревания осуществляется в этой же таре в термостатах, а затем в хладостатах [16].

Подготовка сырья. Для производства кисломолочных продуктов используется молоко 1 сорта, с кислотностью не выше  $20^{\circ}\text{T}$ , по редуцтазной пробе – не ниже 1-го класса и по механической загрязненности – не ниже первой группы. Может быть использовано частично или полностью восстановленное молоко из цельного молока распылительной сушки высокой растворимости.

При выработке диетических кисломолочных продуктов обращают особое внимание на бактериальную обсемененность исходного молока, поскольку количественный и качественный состав остаточной микрофлоры после пастеризации может в термостатных условиях ведения процесса сквашивания молока существенно сказываться на содержании в продукте посторонней микрофлоры, снижая тем самым его диетические свойства [2].

Нормализация молока по жиру. Для большинства диетических кисломолочных продуктов содержание жира в них должно быть не менее 3,2%, для йогурта 6%. Расчет потребного для нормализации обезжиренного молока или сливок ведут по формулам материального баланса, если нормализация осуществляется путем смешивания цельного молока с обезжиренным или со сливками [17].

Тепловая обработка. Пастеризацию молока, для всех кисломолочных продуктов, за исключением ряженки и варенца, проводят при температуре 85-87<sup>0</sup>С с выдержкой в течение 5-10 мин или при 90-92<sup>0</sup>С с выдержкой 2-3 мин; для ряженки- при 95<sup>0</sup>С с выдержкой 2 ч и варенца- при 120<sup>0</sup>С с выдержкой 20 мин.

Гомогенизация молока. При выработке диетических кисломолочных напитков пастеризацию нормализованной смеси совмещают с ее гомогенизацией. Включение в технологическую схему процесса гомогенизации значительно повышает качество кисломолочных напитков, особенно выработанных резервуарным способом. Гомогенизация обеспечивает однородный состав готового продукта, в котором не происходит отстоя жира. Консистенция кисломолочных напитков благодаря гомогенизации получается более плотная, а с нарушенным сгустком при резервуарном способе производства более вязкая. В процессе хранения напитков сгусток сохраняет однородность, из него не выделяется сыворотка.

Прочность сгустка и его вязкость в значительной степени зависит от режима гомогенизации. Установлено, что с повышением давления гомогенизации вязкость сгустка в готовом продукте возрастает. Однако эта зависимость существует до определенных пределов. Наибольшую вязкость приобретает продукт, гомогенизированный при давлении 17,5 МПа. Дальнейшее повышение давления не только не улучшает консистенцию продукта, но, наоборот, снижает его вязкость. В связи с этим в производстве кисломолочных напитков нормализованную смесь гомогенизируют при температуре пастеризации и давлении 15,0+2,5МПа [14].

Охлаждение молока. Пастеризованное и гомогенизированное молоко немедленно охлаждают в регенеративной секции пастеризационной установки до температуры заквашивания его чистыми культурами молочнокислых бактерий: при использовании термофильных культур до 50-55<sup>0</sup>С, мезофильных - до 30-35<sup>0</sup>С [18].

Заквашивание молока. Для каждого вида кисломолочных напитков используют определенную закваску, которая обеспечивает в продукте необходимые вкус, запах и консистенцию. При выработке всех кисломолочных напитков, кроме кефира и кумыса, применяют закваски чистых культур молочнокислых микроорганизмов [19]. Для заквасок в основном используют молочнокислые стрептококки, молочнокислые палочки и дрожжи в различных комбинациях. В процессе

жизнедеятельности дрожжей происходит спиртовое брожение, в результате чего кисломолочные напитки приобретают острый щиплющий вкус и пенистую консистенцию.

Качество диетических кисломолочных напитков зависит от качества применяемой закваски. Закваска должна иметь плотный, однородный сгусток, без следов выделяющейся сыворотки, приятные вкус и запах, свойственные данному виду закваски. Кислотность ее не должна быть высокой, иначе под действием накопившейся кислоты будет тормозиться развитие молочнокислой микрофлоры. Это значительно снижает активность закваски, увеличивает продолжительность свертывания молока и снижает качество готового продукта. Кислотность закваски, приготовленной на молочнокислых стрептококках, должна быть в пределах  $80-100^{\circ}\text{T}$ , приготовленной на молочнокислых палочках -  $100-150^{\circ}\text{T}$  [20].

Своевременное и качественное образование сгустка зависит также от температуры сквашивания, которая должна быть близкой к оптимальной температуре развития микрофлоры закваски.

Масса вносимой закваски составляет 1-5% массы нормализованной смеси в зависимости от активности закваски. Закваску перед внесением в молоко тщательно перемешивают до получения жидкой однородной консистенции, затем вливают в молоко в потоке. Для этого закваска через дозатор подается непрерывно в молокопровод, в смесителе она хорошо смешивается с молоком.

**Сквашивание молока.** При резервуарном способе выработки сквашивание смеси происходит в емкостях для кисломолочных продуктов. При термостатном способе заквашенное молоко фасуют в стеклянную тару, которую затем устанавливают в корзины и направляют в термостатные камеры.

При сквашивании молока происходит сбраживание лактозы и коагуляция белков, в результате чего продукт приобретает специфические свойства. Для получения кисломолочных напитков с нормальной консистенцией необходимо в ходе сквашивания поддерживать температуру, которая находится в пределах  $28-35^{\circ}\text{C}$  (при сквашивании молока мезофильными расами) или в пределах  $40-45^{\circ}\text{C}$  (при сквашивании молока термофильными расами). В процессе сквашивания молока нельзя допускать колебаний температуры или снижения ее, так как это приведет к ухудшению качества сгустка [21].

Продолжительность сквашивания молока зависит от вида вырабатываемого продукта, и составляет от 3 до 12 ч. Окончание сквашивания определяют по кислотности сгустка, которая должна быть несколько ниже, чем в готовом продукте. Сгусток в момент готовности имеет определенную вязкость и достаточно плотную ненарушенную консистенцию без отделения сыворотки. Вязкость продукта определяют при помощи вискозиметра. Можно вязкость определить при помощи пипетки вместимостью 100 мл, с диаметром выходного отверстия 5 мм. Например, проба кефира хорошей консистенции вытекает из пипетки не менее чем за 30 с, удовлетворительной консистенции – за 20с; йогурта – не менее чем за 50с.

**Охлаждение.** По достижении требуемой кислотности и образовании сгустка диетические кисломолочные продукты, не требующие созревания (простокваша, ацидофильные продукты, напитки, йогурт и др.), немедленно охлаждаются. При термостатном способе производства продукт перемещают в холодильную камеру с температурой воздуха не выше  $6^{\circ}\text{C}$ , где он охлаждается постепенно, в течение 6-8 ч. При резервуарном способе производства сгусток охлаждают в тех же емкостях, в которых происходило сквашивание, путем подачи в межстенное пространство ледяной воды температурой  $1-3^{\circ}\text{C}$ . Через 30-60 мин после подачи охлаждающей воды сгусток тщательно перемешивают до получения однородной консистенции. Дальнейшее перемешивание сгустка проводят через каждый час, включая мешалку не более чем на 10 мин. В целях быстрого охлаждения кисломолочные напитки после их первого перемешивания подают на охладительные установки пластинчатого типа, а затем на фасование [18].

В ходе охлаждения происходит некоторое изменение физико-химических свойств сгустка. Молочнокислое брожение с понижением температуры ослабевает, окончательно прекращаясь при  $10^{\circ}\text{C}$ . За этот период кислотность продукта повышается до требуемой. Происходит также набухание белка, что ведет к уменьшению количества свободной влаги и уплотнению сгустка, который приобретает более прочную и однородную консистенцию. По достижении кисломолочным напитком температуры не выше  $8^{\circ}\text{C}$  технологический процесс считается окончанным, продукт поступает в камеру хранения, где хранится при этой же температуре не более 24 ч до его реализации [21].

### Технологическая схема производства кефира

1. Нормализация молока по жиру (не менее 3,2 %);
2. Тепловая обработка – пастеризацию проводят при температуре 85-87<sup>0</sup>С с выдержкой в течение 5-10 мин или при 90-92<sup>0</sup>С с выдержкой 2-3 мин;
3. Гомогенизация - при температуре не ниже 55<sup>0</sup>С и давлении 17,5 МПа;
4. Охлаждение молока – до температуры заквашивания его чистыми культурами: кефирной закваски 19-23<sup>0</sup>С, приготовленную на кефирных грибках или же на чистых культурах молочнокислых стрептококков (активных кислотообразователей и ароматобразующих), молочнокислых палочек и бета-стрептобактерий, дрожжей (сбраживающих и не сбраживающих лактозу) и уксуснокислых бактерий;
5. Заквашивание молока – вносят закваску материнскую (слитую с кефирных грибков) 5-10 %;
6. Сквашивание молока – при температуре 20-25<sup>0</sup>С, 5-7 ч, предельная кислотность 75-80<sup>0</sup>Т;
7. Охлаждение – до температуры 8<sup>0</sup>С, созревает не менее 12 ч;
8. Упаковка;
9. Хранение – при температуре не выше 3<sup>0</sup>С не более 24 ч с момента выпуска [21].

### Технологическая схема производства простокваши

1. Нормализация молока по жиру (не менее 3,2 %-6 %);
2. Тепловая обработка – пастеризацию проводят при температуре 85-87<sup>0</sup>С с выдержкой в течение 5-10 мин или при 90-92<sup>0</sup>С с выдержкой 2-3 мин;
3. Гомогенизация - при температуре не ниже 55<sup>0</sup>С и давлении 17,5 МПа;
4. Охлаждение молока – до температуры заквашивания его чистыми культурами: при использовании термофильных культур - до 50-55<sup>0</sup>С, мезофильных – до 30-35<sup>0</sup>С;
5. Заквашивание молока – вносят закваску: термофильный стрептококк – от 1,5-4,0 %, мезофильный стрептококк – 5% и молочнокислая термофильная палочка от 1-2,5 %, в зависимости от вида;

6. Скваживание молока – при температуре 35-45<sup>0</sup>С, 5-7 ч, предельная кислотность 75-150<sup>0</sup>Т;

7. Добавка сахарного сиропа и фруктово-ягодных сиропов (напиток «Снежок» - разновидность простокваши);

8. Охлаждение – до температуры 8<sup>0</sup>С;

9. Упаковка;

10. Хранение – не более 24 ч с момента выпуска [21].

## Технология приготовления йогурта

### 1. Сырье для производства йогурта

Для получения йогурта используется молоко различных видов млекопитающих, различающихся по химическому составу. Качество йогурта зависит от вида молока. Например, из молока овцы, буйволицы, самки оленя, отличающегося высоким содержанием жира, получается густой сметанообразный йогурт. По вкусу он превосходит йогурт, полученный из молока с меньшим содержанием жира или молока с искусственно пониженным содержанием жира, например, обезжиренного [2].

Содержащаяся в молоке лактоза служит основным питательным веществом для микроорганизмов закваски, а белки играют важную роль в формировании структуры сгустка. Таким образом, вязкость, а следовательно и консистенция йогурта будет зависеть от содержания белка в сырье. Йогурт из обогащенного кобыльего молока и молока ослицы будет более вязким, чем йогурт из овечьего молока или молока самки оленя.

Вкус йогурта формируется в основном в ходе сложных биохимических процессов, протекающих под действием микроорганизмов закваски, однако различие во вкусе исходного молока (в зависимости от вида животных) также оказывает влияние на вкус конечного продукта.

Поскольку коровье молоко широко распространено в большинстве стран мира далее основное внимание будет уделено именно его использованию в качестве сырья для производства йогурта. Следует отметить, что молоко коров различных пород отличается по содержанию основных компонентов (жир, белок, лактоза, минеральные вещества).

Вместе с тем даже у коров одной породы химический состав молока непостоянен и зависит от возраста животного, стадии лактации, времени года и температуры воздуха, полноты выдаивания молока и интервала между

дойками, кормления, состояния здоровья животного и целого ряда других факторов [23].

Для исключения влияния упомянутых факторов на состав молока применяется его нормализация или обогащение, что должно обеспечить:

- соответствие действующим или вновь вводимым стандартам на йогурт по содержанию жира и СОМО;
- получение продукта, соответствующего стандартам по таким показателям как кислотность, сладость и консистенция в целях удовлетворения требований потребителя.
- если кислотность и содержание сахара или подсластителя можно регулировать в процессе производства, то вязкость и консистенция йогурта, как отмечалось выше, определяется содержанием белка в исходном молоке; в связи с этим исключительно важно обогащение молока (увеличение СОМО) [2].

#### 1.1 Первичная обработка молока

Молоко может содержать соматические клетки, например, клетки эпителия и лейкоциты из вымени, попадающие в молоко из-за небрежности при доении. В молоко могут попадать также солома, листья, волосы, семена, частицы почвы и т.д.

Основная цель первичной обработки молока – удаление примесей для повышения качества конечного продукта. Для очистки молока применяют различные способы, наиболее простым и распространенным из которых является фильтрование через ткань. К сожалению, этот способ не позволяет удалить из молока мелкие частицы [23].

Для удаления спор применяется бактофугирование – центробежная очистка или кларификация с помощью высокоскоростного сепаратора-бактериоотделителя, называемого бактофугой. Поскольку плотность микроорганизмов и особенно спор выше, чем плотность молока, бактофугирование является весьма эффективным способом его очистки.

Отделенная фракция (бактериофугат) составляет 2-3 % от общего объема обрабатываемого молока и содержит кроме микроорганизмов и их спор некоторое количество молочных компонентов, например, наиболее крупных частиц казеина. Полученный бактериофугат стерилизуется паром при температуре 130-140<sup>0</sup>С в течение 3-4 с для уничтожения спор

микроорганизмов и после охлаждения добавляется к пастеризованному молоку.

Другим способом удаления спорообразующих микроорганизмов является микрофльтрация, когда за счет применения мембран с определенным размером пор удается выделить бактерии из молока. Фильтрат, содержащий кроме микроорганизмов и частицы белка, подвергается стерилизации и дальнейшей обработке подобно бактофугату. Таким образом, обработка сильным нагреванием небольшой порции выделенной фракции позволяет преодолеть проблемы, связанные с наличием спорообразующих микроорганизмов, не ухудшая сыропригодности молока [2].

## 2. Нормализация молока по содержанию жира

Содержание жира (г на 100 г) в йогурте, выпускаемом в различных частях света, изменяется от 0,1 до 10, и чтобы требования существующих или вновь вводимых стандартов на состав йогурта соблюдались, молоко необходимо нормализовать [16].

Например, среднее содержание жира в молоке составляет 3,7-4,2 г/100 г, среднее содержание жира в йогурте, выпускаемом промышленными предприятиями, обычно составляет около 1,5 г/100 г (йогурт со средним содержанием жира) или 0,5 г/100 г (йогурт с низким содержанием жира).

В промышленном производстве используют следующие методы нормализации молока:

- удаление части жира;
- смешивание цельного молока с обезжиренным;
- добавление сливок к цельному или обезжиренному молоку;
- комбинированный процесс, сочетающий некоторые упомянутые выше методы.

## 3. Нормализация молока по содержанию сухого обезжиренного молочного остатка

Сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) в молоке для получения йогурта (в основном это лактоза, белок и минеральные вещества) определяется либо непосредственно государственными стандартами конкретной страны, либо косвенно - изготовителем, стремящимся произвести конечный продукт с определенными физическими свойствами, вкусом и запахом.

По существующим стандартам требуемое содержание СОМО в йогурте составляет 8,2-8,6 г/100 г [2].

### 3.1 Добавление сухого молока

Сухое цельное или обезжиренное молоко широко используется в промышленности для обогащения натурального молока при производстве густого однородного йогурта. Количество добавляемого СОМ может колебаться в пределах от 1 до 6% от количества исходного молока, но рекомендуется добавлять 3-4%, так как при внесении большего количества СОМ в йогурте может появиться специфический привкус сухого молока. Для получения йогурта хорошего качества могут быть использованы следующие способы повышения содержания сухих веществ в молоке:

- добавление 2% СОМ;
- смешивание натурального молока с восстановленным в соотношении 1:1;
- добавление СОМ с высоким содержанием белка для увеличения содержания последнего в молоке до 5,2 г.

Сухое молоко – идеальное сырье для производства ферментированных молочных продуктов. Режим тепловой обработки, применяемой при производстве сухого цельного молока, и температура хранения продукта могут повлиять как на его качество, так и на качество йогурта, приготовленного из этого молока [2].

### 3.2 Добавление сухой пахты

Сухую пахту (СП) получают высушиванием побочного продукта производства сливочного масла, а ее кислая разновидность образуется при сбивании сквашенных сливок. По химическому составу СП аналогична СОМ, однако при сравнительно невысокой жирности пахта содержит значительное количество фосфолипидов, благодаря чему обладает хорошей эмульгирующей способностью.

Использование сухой пахты для замены СОМ (до 50%) при производстве йогурта пониженной жирности вполне приемлемо. Получаемый при этом продукт по свойствам аналогичен контрольному (без сухой пахты). Свежая пахта, обогащенная СОМ, успешно используется для получения йогурта высокого качества.

### 3.3 Добавление сухой сыворотки

Сыворотка образуется при производстве сыра. В настоящее время существует много видов сухих продуктов из сыворотки (например,

концентраты, изоляты или гидролизаты сывороточных белков). Рекомендованный уровень добавления сухой сыворотки к йогуртовой смеси – около 1-2%, поскольку внесение большего количества может привести к появлению в йогурте нежелательного привкуса сыворотки.

Сывороточные белки использовали для обогащения йогуртовой смеси в количестве 0,6-4%, и результаты показали: а) увеличение выхода ацетальдегида; б) увеличение вязкости и уменьшение синерезиса; в) улучшение органолептических свойств и г) повышение буферной емкости при низком рН. Хороший йогурт может быть получен путем сквашивания восстановленной смеси, состоящей из СОМ и несоленой сухой сыворотки в соотношении 75:25 (содержание сухих веществ около 12 г/100 г).

Для йогурта получаемого с 75%-ным гидролизом лактозы, рекомендовано более высокое соотношение (50:50). Концентраты белков сыворотки (КБС) с содержанием сухого молочного остатка (СМО) около 14 г/100 г могут использоваться для обогащения йогуртовой смеси в количестве до 30% без ухудшения качества продукта [24].

#### 3.4 Добавление сухого казеина

Из обезжиренного молока производятся различные виды сухого казеина и казеинатов (например, кислотный казеин, казеинаты натрия, калия, кальция). Свойства этих продуктов зависят от способа осаждения исходного казеина. Сухой казеин, как следует из его названия, состоит в основном из казеина, и его добавление в йогуртную смесь увеличивает содержание белков в продукте и его вязкость [2].

Для обогащения йогуртовой смеси белками могут быть использованы различные сухие продукты. При этом в зависимости от типа используемого продукта могут меняться физические и органолептические свойства йогурта.

Некоторые примеры применения различных ингредиентов для получения высококачественного йогурта приведены ниже:

- смешивание казеината кальция и сухой сыворотки для получения в соотношении 1:1;
- добавление казеината натрия дает плотный йогурт с незначительным синерезисом, а различия между добавлением СОМ и сухих молочных белков незначительны; на связь между органолептическими и реологическими свойствами йогуртов, изготовленных с применением различных ингредиентов, влияет вид используемой закваски;

- способность к синерезису йогуртов, изготовленных с различными сухими ингредиентами, уменьшается.

Существуют также рекомендации использовать в производстве йогурта белковые гидролизаты. Гидролизат казеина стимулирует рост *S. thermophilus* благодаря увеличению содержания свободных аминокислот. В йогуртах с низкой и высокой вязкостью, изготовленных с использованием штаммов *S. thermophilus*, выделенных из коммерческих йогуртов, добавление до 1 % гидролизата казеина увеличивало вязкость на 16-87 % и уменьшало синерезис на 26,5-30 %.

Для ограничения расщепления жиров и улучшения вкуса при производстве кисломолочных продуктов можно использовать дрожжевой автолизат и гидролизованный белок в количестве 0,5-0,3 г/100 г [15].

### 3.5 Способ концентрирования выпариванием под вакуумом (ВВ)

Этот способ увеличения содержания сухих веществ в смеси для йогурта широко применяется в промышленности. Основное требование – наличие пластинчатого испарителя, который может быть легко встроен в линию производства йогурта. Выпаривание и/или концентрирование выполняется перед конечной тепловой обработкой молока.

На практике молоко для производства йогурта должно быть предварительно нормализовано (например, по содержанию жира), поскольку при выпаривании концентрируется все составляющие молока (потери летучих компонентов в конденсате незначительны).

Для производства высококачественного йогурта рекомендуется использовать ВВ цельного молока по содержанию СМО16-18 г на 100 г. Одним из основных достоинств выпаривания считается удаление воды из молока под вакуумом, что способствует также удалению захваченного воздуха, а, следовательно, улучшает стабильность сгустка и уменьшает синерезис при хранении [2].

### 3.6 Способ концентрирования при помощи мембранной фильтрации

Мембранная фильтрация была разработана для концентрирования и/или выделения твердых веществ из их смесей с водой. Обычными мембранными процессами являются обратный осмос (ОО), нанофильтрация (НФ), ультрафильтрация (УФ) и микрофильтрация (МФ).

Основные функциональные отличия между ОО, НФ, УФ МФ заключаются в следующем:

- процесс обратного осмоса отделяет растворенные вещества с очень низким молекулярным весом (около 100), и через мембрану проходят только молекулы воды;
- процесс НФ иногда называют ультраосмосом, этот метод фильтрации селективно отделяет из водных растворов растворенные вещества с низким молекулярным весом;
- в процессе УФ молоко лишь фильтруется, а мембраны способны удерживать фракции с высоким молекулярным весом (более 200);
- процесс МФ осуществляется при очень низких давлениях (0,01-0,05 МПа) и используется при отделении от водных растворов взвешенных частиц размером до 10 мкм.

В молочной промышленности методы мембранной фильтрации применяются в основном для ряда процессов, например: ОО используется для концентрирования сыворотки, УФ – пермеата и в меньшей степени для молока при производстве йогурта, НФ – для частичной деминерализации/обессоливания сыворотки, УФ – пермеата или ретентата, УФ - для концентрирования жира и белков при нормализации молока для производства сыра или обогащении молока для йогурта.

Характеристики йогуртов, полученных из молока, сконцентрированного методами ОО и УФ:

- использование цельного молока, сконцентрированного методом УФ до содержания сухих веществ 18-20 г/100 г, позволяло получить однородный сметанообразный йогурт с характерным кисломолочным вкусом, при последующей обработке молока гомогенизации не требовалось;

- в процессе, подобном описанному выше, при доведении содержания лактозы до 2 г/100 г получался йогурт, превосходящий обычные сорта;

- обезжиренное молоко, в котором сухой молочный остаток после концентрирования составлял 13 г/100 г, также пригодно для приготовления йогурта;

- при использовании обезжиренного молока, сконцентрированного методом ОО до содержания сухих веществ 15 г/100 Г, получали йогурт, по вязкости, кислотности и вкусу подобный йогуртам, выработанным из обезжиренного молока, обогащенного СОМ до содержания сухих веществ 15 г/100 г [28].

#### 4. Добавление стабилизаторов/эмульгаторов

При производстве некоторых молочных продуктов применяются стабилизаторы или эмульгаторы. При изготовлении йогурта к молочной основе добавляют только стабилизаторы.

Классификация пищевых стабилизаторов/эмульгаторов довольно сложна, и поэтому был предложен целый ряд различных схем, например:

- описание всех соединений как полисахаридных материалов;
- наименование, включающее ботанический вид;
- происхождение – растительное, животное или синтетическое;
- химическая классификация [16].

Основная цель добавления стабилизаторов к молочной основе – улучшение и сохранение таких важных характеристик йогурта, как структура и консистенция, вязкость, внешний вид и вкус.

При производстве йогурта сгусток часто подвергается механической обработке, например:

- перемешивание сгустка в резервуаре в конце сквашивания или перемешивание в резервуаре для охлаждения;
- перекачивание сгустка в пластинчатый или трубчатый охладитель;
- перемешивание при введении в сгусток фруктов или ароматизаторов с последующим перекачиванием в фасовочно-упаковочный автомат;
- тепловая обработка сгустка после сквашивания для получения пастеризованного йогурта, УВТ-йогурта или йогурта длительного хранения.

В результате такой обработки йогурт может стать менее вязким или может произойти отделение сыворотки. Добавление стабилизаторов позволяет преодолеть эти недостатки.

Стабилизаторы иногда называют гидроколлоидами. В йогурте они выполняют две основные функции: во-первых, связывают воду, и, во-вторых, увеличивают вязкость [2].

#### 4.1 Различные свойства и условия применения

Функциональные свойства – действие определенных стабилизаторов необходимо рассматривать в зависимости от типа выпускаемого йогурта, однако в большинстве случаев пользуются методом проб и ошибок. Оптимальная концентрация - для йогурта оптимальная концентрация стабилизатора (стабилизаторов) иногда определяется действующими

нормативными актами и/или побочными эффектами, т.е. появлением нежелательного привкуса при добавлении слишком большого количества стабилизатора.

Другим фактором, определяющим количество добавляемого стабилизатора, является содержание сухих веществ в молоке, предназначенном для выработки йогурта.

Характеристики загустевания – большинство применяемых в производстве йогурта стабилизаторов загустевают при нормальной температуре охлаждения, за исключением желатина и агар-агара, которые загустевают при 25<sup>0</sup>С и 42-45<sup>0</sup>С соответственно. В связи с этим применение этих стабилизирующих веществ может привести к возникновению проблем на стадии охлаждения – в частности, вызвать трудности при перекачивании или упаковке.

Кроме того, применение желатина может придать сгустку излишне грубую консистенцию. Чтобы устранить этот эффект или уменьшить его, сгусток пропускают через мелкочаеистое сито [27].

#### 5. Добавление подсластителей

Подсластители обычно добавляют при изготовлении фруктового и ароматизированного йогурта, а в некоторых случаях – и для производства «сладкого» натурального йогурта.

Основная цель добавления подсластителей – смягчить кислотность продукта. Количество добавляемого подсластителя определяется следующими факторами:

- типом подсластителя;
- предпочтением потребителя;
- видом используемых фруктов;
- возможным их воздействием на закваску;
- юридическими вопросами;
- экономическими соображениями [2].

Обычно фруктовые и ароматизированные йогурты содержат до 20 г/100 г углеводов, которые включают:

- остаточные количества углеводов молока (лактозы, галактозы и глюкозы), содержание которых связано с СМО в молочной основе и методом ее обогащения;
- природные сахара, присутствующие во фруктах (сахароза, фруктоза, глюкоза и мальтоза);

- сахара, добавленные при изготовлении йогурта и/или при обработке фруктов.

Содержание различных натуральных углеводов и их вид зависит от вида фруктов. Фрукты, пользующиеся постоянным спросом, имеют следующие содержания природных углеводов (г/100 г):

Абрикос	7,5
Черешня	12,0
Черная смородина	6,6
Мандарин	14,2
Персики	9,0
Ананасы	11,6
Малина	5,6
Клубника	6,2

К основным углеводам фруктов относятся глюкоза, фруктоза, сахароза и мальтоза. Поэтому субъективная сладость каждого вида фруктов зависит от содержания и вида присутствующих в них углеводов [31].

Используемые в производстве йогуртов фруктовые составы можно разделить на две категории: фруктовые пресервы без подсластителей и фрукты с подсластителями. Последние более популярны, и содержание подсластителей в подготовленных для производства йогурта фруктах находится в диапазоне от 25 до 65 г/100 г, причем наиболее распространен уровень 30-35 г/100 г.

В настоящее время пресервы и подобные им материалы добавляют к готовому йогурту, поскольку присутствие углеводов в молочной основе может подавлять развитие микроорганизмов закваски [2].

Микроскопическое исследование различных видов йогурта показало, что, во-первых, *S. thermophilus* более толерантен к большим концентрациям сахара, чем *L. delbrueckii* подвида *bulgaricus* и, во-вторых, происходят морфологические изменения, т.е. меняется форма клеток, удлиняются и приобретают «больной» вид.

Использование более 9 г/100 г сахара в молочной основе уменьшает скорость образования кислоты и снижает вязкость йогурта.

Ингибирующее действие сахара в количестве 10-12 г/100 г на развитие микрофлоры закваски в молоке с содержанием сухих веществ 14-16 г/100 г в основном связано с осмотическим эффектом, обусловленным

растворенными в молоке веществами, хотя не исключено также влияние низкой активности воды [19].

При добавлении подсластителей используют следующие способы:

- производитель йогурта добавляет до 5-10 г/100 г подсластителя (сахара) к молочной основе;
- сладость, необходимая в конечном продукте, достигается добавлением подслащенного фруктового наполнителя.

Для изготовления фруктового и ароматизированного йогурта могут использоваться различные виды углеводов, и некоторые примеры подобного использования приводятся в следующем разделе [2].

## 5.1 Виды углеводных подсластителей

### 5.1.1 Сахароза

Очищенный углевод, используемый на предприятиях, получают из сахарного тростника и сахарной свеклы. Сахароза широко используется в пищевой промышленности в качестве подсластителя в виде гранул или сиропа. Гранулы при добавлении к натуральному молоку требуют сильного перемешивания до полного их растворения.

На практике они добавляются вместе с остальными сухими ингредиентами при 40<sup>0</sup>С. сироп, содержание сахара в котором составляет 65-67 г/100 г (насыщенный при 20<sup>0</sup>С), легко смешивается с водной фазой молочной основы, но так как он содержит влагу в количестве 33-35 г/100 г, уровень СМО в молоке для йогурта снижается.

Предпочтительно добавлять сахар перед тепловой обработкой молока, поскольку это обеспечивает разрушение вегетативных форм посторонней микрофлоры, например, осмофильных дрожжей и плесеней [4].

### 5.1.2 Инвертный сахар

Этот тип углевода образуется в результате «инверсии» (превращения) сахара правовращающей оптической активности в сахар с левовращающей активностью и наоборот.

### 5.1.3 Фруктоза (левулеза)

Промышленное производство фруктозы базируется в основном на конверсии крахмала.

### 5.1.4 Глюкоза (декстроза)

В промышленных масштабах производится путем гидролиза кукурузного крахмала.

### 5.1.5 Сироп глюкозы/галактозы

Сироп производится из молочной сыворотки.

#### 5.1.6 Различные подсластители

Сорбит – спирт, получаемый в промышленности из глюкозы с помощью гидрогенизации.

Сахарин и цикламат – искусственные подсластители [2].

#### 6. Добавление различных веществ

При подготовке молочной основы некоторые производители йогурта для достижения специфических целей вводят в молоко различные добавки. Примеры использования таких добавок приведены ниже.

##### 6.1 Пенициллиназа

Для лечения мастита молочных коров широко применяются инъекции антибиотиков в вымя, и остаточные их количества в молоке тормозят рост *S. thermophilus* и *L. delbrueckii* подвида *bulgaricus*.

В промышленном производстве пенициллиназу добавляют в молоко вместе с остальными сухими ингредиентами. Рекомендуется добавлять ее при температуре окружающего воздуха; высокие температуры, применяемые, например, при тепловой обработке молока, могут ее инактивировать, при этом пенициллиназа эффективна только против пенициллина, и ее следует добавлять в молоко, если известно, что оно загрязнено именно пенициллином [20].

6.2 В пищевой промышленности, в том числе при обработке фруктов, используют различные виды консервантов, которые служат эффективными ингибиторами роста дрожжей и плесеней, добавление обработанных консервантами фруктов в йогурт приводит к переносу некоторых из этих веществ в продукт. В йогуртах допускается наличие таких консервантов (поступающих исключительно с фруктовыми добавками), как сорбиновая кислота (и ее соли натрия, кальция и калия), сернистый газ и бензойная кислота. Максимально допустимый уровень в продукте составляет 50 мг/кг.

Сорбиновая кислота – микостатическое вещество, т.е. она не снижает содержание в продукте дрожжей или плесеней, а лишь подавляет их активность, возможно, за счет взаимодействия с их дегидрогеназной системой.

Другой путь увеличения сохраняемости йогурта – добавление низина (природного бактериоцина, бактериального белка-антибиотика), продуцируемого некоторыми видами *Lactococcus lactis* подвида *lactis*.

Чувствительность *S. thermophilus* и *L. delbrueckii* подвида *bulgaricus* изучалась многими исследователями.

На основании полученных результатов [19] можно с уверенностью утверждать, что максимальное торможение развития микроорганизмов закваски происходит в молоке, содержащем 100-200 МЕ/мл низина. Если *S. thermophilus* нечувствительны к низину (до 5МЕ/мл), то та же концентрация тормозит развитие *L. delbrueckii* подвида *bulgaricus*. Этот результат заставляет предположить, что чувствительность лактобактерий зависит от их вида.

Природный консервант для йогурта, который, вероятно, станет особенно важен в ближайшие несколько лет, - это натамицин (или примарицин, как его часто называют). Обычно его получают из *Streptomyces natalensis*, и он является полиеновым антибиотиком, который на сегодняшний день имеет следующие преимущества: обладает бактерицидными свойствами по отношению к дрожжам и плесням (в отличие от сорбиновой кислоты, которая лишь подавляет их рост).

Отсутствует влияние на закваску; достаточно высокая термоустойчивость, что позволяет добавлять его к молоку до тепловой обработки при 95<sup>0</sup>С в течение 7-10 мин; высокая кислотоустойчивость, достаточная для выдерживания рН 4,0 в течение двух-трех недель.

Поскольку все эти виды консервантов могут быть получены в виде порошка, их добавляют в молоко вместе с остальными сухими ингредиентами; тепловая обработка молока не влияет на их стабильность. Для достижения максимальной пользы от консервантов йогурт должен быть хорошего качества, и поэтому вопрос, является ли их применение действительно оправданным, довольно спорный [20].

### 6.3 Минеральные вещества, витамины и жирные кислоты

Фторирование – молока (4 мкг/г) для производства йогурта. Добавление фторида натрия существенно не влияет на рост молочнокислых бактерий. Это означает, что молочные продукты, включая йогурт, могут быть использованы для обеспечения детей дополнительным количеством фтора в районах, где фторирование воды не практикуется.

Жирные кислоты – капроновая или пальмитиновая кислоты, добавляемые в количестве 0,01 г/100 г, не могут быть обнаружены в пастеризованном молоке по постороннему привкусу. Изменение состава

кормов для коров или добавление соевого масла к молску при производстве йогурта не влияет на активность закваски.

Витамины – обогащение йогурта витаминами производится для детского питания. Содержание витаминов А и С в процессе хранения уменьшалось, однако этот эффект можно свести к минимуму за счет добавления препарата  $\beta$ - каротина.

Снижение содержания натрия – йогурт с низким содержанием натрия стал весьма популярным благодаря своим питательным свойствам, а также как физиологически полезная пища.

Для его получения молочная основа обрабатывается в катионообменном аппарате, содержащем сильнокислотный катионит. Качество йогурта, полученного из молока с низким содержанием натрия, было аналогичным качеству контрольного йогурта, причем уменьшенное содержание натрия не влияло на активность закваски.

Изменение минерального состава – изменение минерального состава йогурта в результате обработки молочной основы.

Примерами могут служить следующие виды обработки молочной основы: уменьшение содержания кальция до 50% и обогащение магнием до 1 г/л, увеличение содержания железа в йогурте путем использования для ферментации молока железных резервуаров или добавления железа в молочную основу.

Увеличение содержания кальция в йогурте с помощью глюконата кальция, восстановление с помощью более сильной закваски скорости образования кислоты в молоке, обогащенном кальцием, где рост *S. thermophilus* был ослаблен.

#### 7. Гомогенизация

Гомогенизация означает получение гомогенной (однородной) эмульсии двух несмешиваемых жидкостей – например, масла/жира и воды.

В молочных продуктах встречаются два вида эмульсий:

- «масло в воде» - «прямая» эмульсия, в которой капельки масла (жира) распределены в водной фазе (в эту категорию попадает большинство гомогенизированных молочных продуктов);
- «вода в масле» - «обратная» эмульсия, в которой капельки воды распределены в масляной фазе (типичный пример – сливочное масло).

Молоко для йогурта – типичный пример эмульсии типа «масло в воде», поэтому со временем жир стремится отделиться (особенно в период сквашивания в резервуарах).

Для предотвращения этого молочную основу подвергают высокоскоростному перемешиванию или гомогенизации, т.е. пропускают под высоким давлением через небольшое отверстие или кольцевой зазор. Применение одноступенчатой или двухступенчатой гомогенизации зависит от содержания жира в исходном сырье.

При производстве йогурта молоко обычно подвергается одноступенчатой гомогенизации при температуре 65-70<sup>0</sup>С и давлении 15-20 МПа. В некоторых случаях гомогенизация молока для йогурта производится после тепловой обработки молочной основы. При этом необходимо помнить об опасности повторного загрязнения продукта и, по возможности, использовать асептический гомогенизатор. Получение йогурта с максимальной плотностью и влагоудерживающей способностью сгустка достигается в случае проведения гомогенизации при давлении не выше 25 МПа после тепловой обработки [26].

#### 8. Тепловая обработка

Нагревание молока давно применяется в производстве йогурта для увеличения концентрации сухих веществ в молочной основе. Назначение тепловой обработки молока при производстве кисломолочных продуктов заключается в следующем:

- разрушение и/или удаление патогенных и других нежелательных микроорганизмов;
- создание условий, благоприятных для развития микрофлоры закваски;
- изменение физико-химических свойств составляющих молока, влияющих на качество йогурта.

Пастеризация молока является одной из наиболее распространенных операций в промышленном производстве различных молочных продуктов. Применяемые сочетания температуры и времени варьируются от  $\leq 65^{\circ}\text{C}$  в течение нескольких секунд (термизация) до 150<sup>0</sup>С в течение нескольких секунд для ультравысокотемпературной обработки (УВТ).

Широко изучено влияние тепловой обработки молока на изменения составных частей молока, его питательные свойства, инактивацию ферментов (нативных или бактериального происхождения) и

функциональные свойства молочных продуктов (например, термоустойчивость УВТ - молока, сгущенного и сухого молока).

Тепловую обработку молока при производстве йогурта можно проводить при различных режимах. Возможные варианты, включая термизацию, представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1. Режим тепловой обработки натурального молока и молочной основы для йогурта

Продолжительность	Температура (°C)	Вид тепловой обработки	Примечание
Несколько с	$\leq 65$	Термизация	Основная цель – уничтожить психотрофные бактерии; не вызывает других необратимых изменений
30 мин	65	Длительная пастеризация	Разрушение почти всех патогенных микроорганизмов, присутствующих в молоке, однако уничтожаются не все вегетативные клетки микроорганизмов; инактивация некоторых ферментов; вкус и сывороточные белки не изменяются
15 с	72	Кратковременная пастеризация	Разрушение почти всех патогенных микроорганизмов, присутствующих в молоке, однако уничтожаются не все вегетативные клетки микроорганизмов; инактивация некоторых ферментов; вкус и сывороточные белки не изменяются
4-20 с	85	Высокотемпературная пастеризация	Уничтожение всех вегетативных клеток, но не спор бактерий; разрушается большая часть ферментов, но не молочные и бактериальные протеиназы или бактериальные липазы; денатурация белков сыворотки
30 мин	85	Высокотемпературная пастеризация	Уничтожение всех вегетативных клеток, но не спор бактерий; разрушается большая часть ферментов, но не молочные и бактериальные протеиназы или бактериальные липазы; денатурация белков сыворотки
5 мин	90-95	Высокотемпературная пастеризация	Уничтожение всех вегетативных клеток, но не спор бактерий; разрушается большая часть ферментов, но не молочные и бактериальные протеиназы или бактериальные липазы; денатурация белков сыворотки
40-20 мин	110-120	Стерилизация периодическим способом	Разрушение всех микроорганизмов и спор; некоторые виды УВТ могут быть недостаточны для инактивации всех ферментов; имеют место химические изменения, меняется цвет и вкус молока
20-2 с	135-150	УВТ	Разрушение всех микроорганизмов и спор; некоторые виды УВТ могут быть недостаточны для инактивации всех ферментов; имеют место химические изменения, меняется цвет и вкус молока

При производстве йогурта молоко нагревается выше  $70^{\circ}\text{C}$ , и физико-химические изменения, которые могут произойти в молочной основе, сложны и многообразны.

### 8.1 Разрушение патогенных и других микроорганизмов

Тепловая обработка молока для йогурта при  $85-95^{\circ}\text{C}$  достаточна для уничтожения большинства, если не всех вегетативных клеток микроорганизмов, присутствующих в сыром молоке, однако бактерии, образующие споры и некоторые термоустойчивые ферменты, сохраняются. Активность ферментов молока – полезный индикатор физиологических изменений в вымени млекопитающих, условий обработки молока и факторов, влияющих на вкус и качество молочных продуктов [16].

### 8.2 Действие стимулирующих или ингибирующих факторов

Нагревание молока может привести к высвобождению некоторых веществ, стимулирующих или ингибирующих активность молочных заквасок. Имеют место следующие явления доказанные научно:

- стимулирование развития микрофлоры закваски в молоке при тепловой обработке его в интервале от  $62^{\circ}\text{C}$  с выдержкой 30 мин до  $72^{\circ}\text{C}$  с выдержкой 40 мин;
- ингибирование развития микрофлоры закваски при нагреве молока в диапазоне от  $72^{\circ}\text{C}$  с выдержкой 45 мин до  $82^{\circ}\text{C}$  с выдержкой 10-120 мин или до  $90^{\circ}\text{C}$  с выдержкой 1-45 мин;
- стимулирование развития заквасочной микрофлоры в молоке, подвергнутом тепловой обработке при  $90^{\circ}\text{C}$  в течение 60-180 мин и при автоклавировании ( $120^{\circ}\text{C}$ , 15-30 мин);
- ингибирование развития микрофлоры закваски при ужесточении режима стерилизации молока в автоклаве ( $120^{\circ}\text{C}$ , более 30 мин) [31].

### 8.3 Изменение физико-химических свойств молока

Свежее натуральное молоко содержит примерно 87 г/100 г воды и 13 г/100 г СМО. Состав молока для йогурта после нормализации и обогащения несколько изменяется: содержание воды в нем 84-86 г/100 г, а СМО 14-16 г/100г. Компоненты молока распределены в основном между двумя дисперсными системами – жировыми шариками и их мембранами, образующими эмульсию, и комплексами казеиновых мицелл, образующими коллоидный раствор сывороточные белки находятся в растворе и имеют более компактную, сферическую форму, чем казеины.

Функциональные свойства белков сыворотки становятся более явными после нагревания молока, поскольку при температуре выше 80<sup>0</sup>С они денатурируются и связываются с κ-казеином, повышая стабильность мицеллы.

Очевидно, что изменения белков молока, вызванные нагреванием и последующее образование кислоты могут повлиять и на другие свойства. Например, оптимальные гидрофильные свойства белков получены при нагревании до 85<sup>0</sup>С в течение 30 мин. По действие нагревания на белки представляет собой двухстадийный процесс, на первой стадии которого происходят структурные изменения (развертывание белковой глобулы), на второй – агрегация (объединение) денатурированных молекул белка, за которой может последовать коагуляция.

Наибольшим изменениям в результате тепловой обработки молока, применяемой при производстве йогурта, подвергаются сывороточные белки, хотя определенное значение могут иметь изменения и некоторых других компонентов молока: нагревание может влиять на состояние солей молока, особенно кальция, фосфата, цитрата и магния. Эти соли могут существовать в молоке в виде растворимых ионов или в коллоидной форме как часть комплекса казеиновых мицелл, а нагревание молока при 85<sup>0</sup>С в течение 30 мин может перевести в коллоидную фазу до 16 % растворимого кальция. Нагревание молока может снизить количество присутствующего кислорода, т.е. уменьшить окислительно-восстановительный потенциал, стимулирующий рост закваски [17].

#### 9. Процесс ферментирования молока

При производстве йогурта подвергнутое тепловой обработке молоко охлаждается до температуры внесения закваски (*S. thermophilus* и *L. delbrueckii* подвида *bulgaricus*) и обычно сквашивается (ферментируется) при 40-45<sup>0</sup>С, оптимальной температуре для роста этой смешанной культуры (метод краткой инкубации). В некоторых случаях продолжительность сквашивания может составлять 2,5 ч (при условии, что закваска (в количестве 3%) достаточна активна, и отношение между палочками и кокками хорошо сбалансировано). Однако может быть использовано и более продолжительное сквашивание при 30<sup>0</sup>С около 16-18 ч или до достижения желаемой кислотности (например, до следующего дня).

Когда охлажденное молоко перекачивается в резервуар для сквашивания, закваска обычно дозируется непосредственно в молоко, или,

если используется многоцелевой резервуар, закваска добавляется в ручную, либо (при большом объеме резервуара) необходимое количество закваски подается в него насосом. При производстве густого йогурта (термостатный способ) собственно ферментация может происходить в потребительской таре, а при производстве перемешанного йогурта (резервуарный способ) молоко сквашивается в резервуаре. Независимо от вида производимого йогурта биохимические реакции, отвечающие за формирование геля/сгустка, идентичны.

Основное отличие густого и перемешанного йогурта -- это реологические свойства сгустка, поскольку в густом йогурте молоко в процессе сквашивания не перемешивается, и получаемый гель представляет собой сплошную твердообразную массу, а перемешанный йогурт получается в результате разрушения структуры геля в конце сквашивания, перед охлаждением и дальнейшей обработкой [20].

#### 9.1. Микроорганизмы закваски

В промышленном процессе производства йогурта используются закваски с определенным набором молочнокислых бактерий, например *S. thermophilus* и *L. delbrueckii* подвида *bulgaricus*, но для производства других аналогичных продуктов могут потребоваться закваски другого состава. Например, болгарская дахта производится с использованием только *L. delbrueckii* подвида *bulgaricus*, дахи в Индии производится с помощью смешанной закваски, содержащей *S. Thermophilus*, *Lactococcus lactis* вида *diacetylactis* и, *Lactococcus lactis* подвида *cremoris*. Био-йогурты производятся с помощью различных заквасок, содержащих йогуртовые организмы (отдельно в смеси) и/или виды *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Enterococcus* [2].

Выбор комбинаций заквасок, используемых при производстве йогурта, осуществляется исходя из получения желаемых вкусовых характеристик продукта, накопления лактатов, ароматических соединений и ЭПС (экзополисахариды), а также стремления обеспечить потребителя широким выбором лечебных продуктов [19].

#### 9.2. Образование геля

Образование геля при изготовлении некоторых молочных продуктов обусловлено в основном дестабилизацией казеинового комплекса. Хотя изготовление йогурта не включает добавление протеолитического

коагулирующего фермента, определенную роль могут играть протеиназы йогуртовых заквасок. Поэтому следует иметь в виду, что йогурт может быть гелем, образованным не только под действием кислоты, и что в образовании денатурированной белковой матрицы могут участвовать протеиназы. Все это может иметь отношение к свойствам гелевой структуры йогурта.

Основные различия между молочными гелями, полученными под действием кислоты или фермента: прочность кислотного геля не меняется в течение первых суток после гелеобразования, в ферментном геле в течение того же периода она увеличивается; молочный гель, образованный ферментами-коагулянтами, более прочен, чем кислотный гель. Кислотный же гель имеет менее прочную структуру и легко разрушается.

Органолептические показатели ферментированного молока. Запах – его интенсивность, кислый, фруктовый, масляный, дрожжевой, сливочный, сладкий, другой. Вкус – его интенсивность, кислый, фруктовый, масляный, прогорклый, сливочный, соленый, горький, лимонный, сладкий, химический, другой. Послевкусие – его интенсивность, горький, кислый, другой. Консистенция – плотность, сметанообразность, вязкость, клейкость (слизистость), творожистый характер, застывание на небе, меловой, отделение сыворотки/плазмы.

Формирование йогуртового геля является результатом биологических и физических воздействий на молоко – таких как обогащение, гомогенизация и тепловая обработка молочной основы и катаболизм лактозы в молоке микроорганизмами заквасок для удовлетворения их энергетических потребностей, в результате чего образуется молочная кислота и другие соединения. Эти эффекты вызывают образование в молоке геля [2].

#### 10. Охлаждение

Производство йогурта – процесс биологический, и одним из наиболее популярных методов регулирования метаболической активности микроорганизмов закваски и их ферментов является охлаждение. Охлаждение сгустка начинается непосредственно после достижения продуктом желаемой кислотности, например, рН около 4,6 или 0,9% молочной кислоты – в зависимости от вида производимого йогурта, используемого способа охлаждения и/или эффективности теплопередачи [14].

Поскольку при температуре около 10<sup>0</sup>С микроорганизмы йогурта проявляют ограниченную активность роста, основная цель охлаждения – это

как можно быстрее снизить температуру сгустка с 30-45<sup>0</sup>С до 10<sup>0</sup>С и ниже (лучше всего – около 5<sup>0</sup>С) для контроля конечной кислотности продукта. Процесс охлаждения йогурта может состоять из одной или двух стадий.

#### 10.1 Одностадийное охлаждение

При таком процессе сгусток охлаждается от температуры инкубации до температуры ниже 10<sup>0</sup>С перед добавлением вкусовых веществ и упаковкой. Этот подход основан на предположении, что сгусток при низкой температуре более стабилен, чем при 20<sup>0</sup>С, и поэтому он меньше повреждается при последующих стадиях (механическое воздействие при введении фруктов/вкусовых добавок и при заполнении тары для розничной продажи). Фактически сгусток при температуре около 20<sup>0</sup>С менее вязок, и, следовательно, продукт может быть перемещен из одной части технологического оборудования в другую с минимальными нарушениями структуры. В связи с этим одностадийное охлаждение в промышленности используется довольно редко.

#### 10.2 Двухстадийное охлаждение

При таком подходе в первой стадии охлаждения температуру сгустка снижают от 35-45<sup>0</sup>С примерно до 20<sup>0</sup>С (перед добавлением вкусовых добавок и розливом). Вторая стадия охлаждения проводится в холодильной камере, где йогурт охлаждается до температуры ниже 10<sup>0</sup>С. Таким образом, конечное охлаждение йогурта происходит в таре для розничной продажи, и, поскольку сгусток остается неповрежденным, через 1-2 суток хранения консистенция йогурта улучшается.

Подобный способ охлаждения широко используется в промышленности для получения качественных вязких йогуртов.

Рекомендуется следующая процедура: а) до начала охлаждения йогурт перемешивается в резервуаре для сквашивания до достижения гомогенности смеси; б) йогурт охлаждается (первичное охлаждение) до 24<sup>0</sup>С и расфасовывается; в) расфасованный йогурт охлаждается в холодильной камере с двухступенчатым регулятором температуры (т.е. первые 5-6 ч при температуре воздуха 7-10<sup>0</sup>С, а затем – при температуре воздуха 1-2<sup>0</sup>С в течение оставшегося времени охлаждения); г) для достижения равномерного охлаждения расфасованного йогурта рекомендуется принудительная циркуляция воздуха в холодильной камере и д) на скорость охлаждения упакованного йогурта могут влиять конструкция тары и материалы, используемые для упаковки [2].

Обычно на крупных производствах расфасованный йогурт подвергают относительно резкому охлаждению в туннельном охладителе до его помещения в холодильную камеру для хранения.

Многостадийный процесс охлаждения йогурта, включает следующие основные этапы:

1. быстрое охлаждение от  $42^{\circ}\text{C}$  до  $30^{\circ}\text{C}$ ;
2. этап дисгенезиса (вырождения) от  $30^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ ;
3. «немолочный» этап до  $14,5^{\circ}\text{C}$ ;
4. этап выдержки при  $2-4^{\circ}\text{C}$ .

Кроме того, следует отметить, что охлаждение йогурта начинается при относительно высоком значении рН, и поэтому скорость охлаждения (медленное или быстрое) определяет конечную кислотность продукта, влияя на структуру молочного геля. Очень быстро охлаждение может вести к отделению сыворотки – возможно, из-за слишком быстрого сжатия белковой матрицы, которое в свою очередь влияет на гидрофильные свойства.

## 11. Добавление фруктов, вкусовых веществ и красителей

### 11.1 Фрукты

Для придания йогурту фруктового вкуса можно использовать свежие фрукты, но из-за сезонности их поступления и изменений качества применение их в промышленности очень ограничено. Более широко используются переработанные фрукты, прежде всего потому, что необходимая фруктовая смесь при переработке может быть нормализована в соответствии с требованиями потребителя.

Обычно фруктовая смесь для производства йогурта состоит из фруктов, сахара (сиропа и/или искусственных подсластителей), стабилизаторов, вкусовых добавок, красителей и пищевых кислот или регуляторов рН. Добавляемые фруктовые смеси можно разделить на пресервы, консервированные фрукты и другие.

Фруктовые пресервы – изготавливаются для получения конечного продукта с содержанием 70 г/100 г фруктов и 30 г/100 г воды с малым количеством сахарного сиропа. Этот продукт можно называть натуральным, поскольку в нем отсутствуют красители или консерванты. Способ переработки позволяет получить продукт с сильным ароматом, но из-за тепловой обработки натуральный цвет любого фрукта теряется.

Консервированные фрукты – подобны пресервам, но могут содержать определенные добавки, например: красители, помогающие скрыть потерю

натурального цвета фруктов; стабилизаторы, помогающие сохранить структуру обработанных фруктов и улучшить вязкость продукта; вкусовые добавки, усиливающие привлекательность йогурта для потребителя. Консервированные фрукты упаковываются в специальные лакированные жестяные банки или резервуары из нержавеющей стали.

Замороженные фрукты -- хранят до последующего использования примерно при  $-20^{\circ}\text{C}$ . Затем продукт оттаивают, подслащивают и подвергают тепловой обработке. В зависимости от содержания кислоты во фруктах температура этой обработки может быть от  $65^{\circ}\text{C}$  до  $95^{\circ}\text{C}$ .

Поскольку замораживание может повредить структуру фруктов, следует принять меры для минимизации повреждений: сбор фруктов определенной зрелости, быстрое замораживание и/или добавление стабилизаторов при нагревании. Иногда при обработке добавляют краситель для компенсации потемнения (ферментного или окислительного), которое может происходить при оттаивании и последующем нагревании.

Различные фруктовые добавки: фруктовое пюре, гомогенизированное для превращения конечного продукта в пасту, форма фруктов при этом полностью теряется, волокна могут быть удалены; фруктовый сироп – чистый продукт без твердых веществ с подсластителем, используемый при производстве ароматизированного густого или питьевого йогурта, при производстве густого йогурта сироп добавляется к заквашенному молоку до расфасовки и сквашивания, при производстве питьевого йогурта сироп может быть добавлен в охлажденный натуральный йогурт. Термообработка фруктов выполняется либо при  $85^{\circ}\text{C}$  в течение 10 мин при периодическом технологическом процессе, либо при  $100^{\circ}\text{C}$  (мгновенно) – при непрерывном процессе [15].

Для переработки фруктов рекомендуются следующие приемы: стабилизация продукта с помощью яблочного пектина, смеси низкометоксилированного пектина и ксантана, гидроксипропилированных крахмалов, амидированного пектина, нормализованного солью  $\text{Ca}^{2+}$ ; обработка зерен и мюсли эмульсией «вода-в-масле» перед смешиванием с йогуртом (что позволяет сохранить хрустящую текстуру); вымачивание ломтиков персика в растворе хлорида кальция ( $0,3 \text{ г}/100 \text{ г}$ ) перед термообработкой, что сохраняет плотность тканей; добавление в йогурт нарубленного изюма в количестве  $10 \text{ г}/100 \text{ г}$ .

Фрукты без тары (свежие, сульфитированные или замороженные) очищают от посторонних веществ (растительных материалов, насекомых, металлических включений и веток), а заплесневелые, поврежденные или незрелые фрукты перед переработкой удаляются. Перед приемом фруктов на переработку необходимо оценить наличие остатков пестицидов, общие микробиологические характеристики и присутствие нежелательных включений [2].

### 11.2 Вкусовые добавки

Термообработка фруктов может привести к уменьшению интенсивности вкуса, и поэтому для компенсации этих потерь обычно используют вкусовые добавки. Вкусовые добавки в зависимости от их источника можно разделить на три категории:

1. природные вкусовые добавки (растительного происхождения);
2. вкусовые вещества, идентичные натуральным (растительного происхождения);
3. искусственные (синтетические) вещества (химического происхождения).

Для ароматизации йогурта используются различные виды продуктов, включая алкогольные напитки, например:

- сладкие продукты (мед, кленовый сироп, крем-брюле);
- орехи (кокос, лесной орех, грецкий орех);
- злаки (мюсли);
- овощи (огурцы, помидоры, сельдерей);
- прочие продукты (кофейные зерна, специи, паприка, ваниль).

Вкус – важный аспект качества пищи, который характеризуется определенными химическими веществами, присутствующими в продукте и появляющимися при его обработке – при взаимодействии химических компонентов и/или действия заквасок и их ферментов.

В качестве вкусовых добавок для йогурта были предложены некоторые специфические вещества: 1 – для модификации или усиления вкуса ягод – отдушки и/или вкусовые составы, содержащие замещенные ароматические углеводороды – тетралин или индан; 2- в качестве усилителя вкуса в йогурте – гумулон, получаемый из хмеля, усиливая вкус, это вещество слегка снижает сладость фруктов; 3 – для формирования в йогуртах необычных вкусов – такие растительные источники, как герань, бузина, яблоневый цвет и шиповник.

## 12. Красители

Чтобы сделать фрукты более привлекательными, в них вводят красящие вещества. Эти вещества могут быть натуральными, идентичными натуральным, карамельными или искусственными. Перечень добавок используемых для приготовления йогуртов должен быть разрешен к применению Госсанэпиднадзором.

## 13. Упаковка

Важнейшая стадия в производстве йогурта – это расфасовка и упаковка. Цель упаковки пищевых продуктов определяется следующим образом: «Упаковка – это средство обеспечения надежной доставки продукта конечному пользователю при минимальных затратах». Йогурт – легко портящийся продукт, и упаковка должна защищать его от действия таких факторов окружающей среды, как:

- загрязнения или другие инородные тела;
- микроорганизмы (бактерии, дрожжи и плесени), которые могут снизить способность йогурта к хранению;
- газы (например, кислород), способствующие росту дрожжей и плесеней, а, следовательно, порче продукта;
- свет, вызывающий изменение цвета фруктов (ароматизированных йогуртов) или окисление жира.

Защита продукта должна препятствовать хищению, утечке и потерям (например, от испарения). Потеря влаги может не только изменить химический состав продукта, но и вести к отклонениям от объявленного веса упаковки и возникновению проблем с контролирующими организациями. Кроме того, упаковка должна препятствовать потере летучих вкусовых веществ и поглощению продуктом нежелательных посторонних запахов. Йогурт упаковывают в различную тару: в стеклянные банки – цветные и бесцветные и полистироловые стаканы – прозрачные (цветные или бесцветные) и непрозрачные (полностью покрытые соответствующим материалом).

## 14. Хранение

Хранят йогурты в холодильной камере при температуре 5<sup>0</sup>С [2].

Таким образом, вопросы, связанные с технологическими аспектами производства кисломолочных продуктов достаточно широко известны и описаны в научной и специализированной литературе. Однако до

настоящего времени оставался не полностью рассмотрен вопрос об изучении в сравнительном аспекте морфологических и биохимических свойств компонентов закваски йогурта "Активиа". Решению некоторых задач этого вопроса посвящена настоящая магистерская диссертация.

## 2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Цель и задачи

Целью наших исследований было изучение культуральных характеристик компонентов закваски йогурта "Активиа", в сравнении с другими, для разработки технологии и получения нового кисломолочного продукта.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Выделить чистую культуру из йогуртов реализуемых в торговой сети Павлодарского региона.
2. Исследование физико-химических и органолептических свойств продукта, полученного из закваски молока и йогурта
3. Определить качественный компонентный состав молочнокислых микроорганизмов закваски, используемой при производстве йогурта.
4. Определить из каких сортов продукта сохраняются возбудители молочнокислого брожения, обладающие физиологической активностью свойственной данному виду микроорганизмов.

### 2.2 Материалы и методы

В работе в качестве объекта исследования были использованы следующие виды йогурта:

1. Активиа с бифидобактериями Essensis – производитель М-ООО «Данон Индустрия», Россия;
2. Йогурт - производитель АО «Сут»;
3. Йогурт - производитель «МолКом»;
4. Йогурт – производитель ИП Кириченко.

1. Активиа с бифидобактериями Essensis – кисломолочный питьевой продукт, 2,4 % жирности. Содержание молочнокислых микроорганизмов не менее  $10^7$  КОЕ / г.

Состав: нормализованное молоко, сухое обезжиренное молоко, йогуртовая закваска, бифидобактери Essensis (не менее  $10^8$  КОЕ / г на конец срока годности).

Пищевая ценность 100 г продукта: жир – 2,4 г, белки – 3,2 г, углеводы - 4,8 г, минералы – 0,78 г, кальций – 125 мг, калорийность – 53,6 ккал, энергетическая ценность – 224 кДж.

2. Йогурт производства АО «Сут» - питьевой, клубника.

Состав: цельное молоко, сахар, закваска, стабилизатор, фруктовый наполнитель.

Таблица 2. Пищевая ценность в 100 г (йогурт производства АО «Сут»):

	Вид продукта		
	А	В	С
Жир, г	1,5	2,5	3,5
Белок, г	4	2,8	2,8
Углеводы, г	13	11,2	11,3
Энергетическая ценность (кДж)	82,5	78,5	88

3. Йогурт производства ТОО «МолКом» - питьевой, абрикос.

Состав: нормализованное молоко, закваска, натуральный идентифицированный абрикосовый ароматизатор, без консервантов.

Пищевая ценность в 100 г продукта: жир – 2,5 г, белок - 2,7 г, углеводы – 15,3 г, энергетическая ценность – 95,5 ккал.

4. Йогурт – производитель ИП Кириченко – питьевой, банан.

Состав: нормализованное молоко, йогуртовая закваска, содержание молочнокислых бактерий не менее  $10^7$  КОЕ/г на конец срока годности, молоко сухое обезжиренное, фруктовые или вкусо-ароматические наполнители, сахар, стабилизатор.

Пищевая ценность в 100 г продукта: жир – 2,5 г, белок – 3,3 г, углеводы -- 10,8 г, энергетическая ценность – 83 ккал.

В процессе эксперимента была использована следующая аппаратура, материалы и реактивы:

1. Автоклав ВК-30 для стерилизации питательных сред;
2. Баня водяная с терморегулятором;
3. Весы лабораторные ВЛКТ-500;
4. Весы аналитические ВЛР-200;
5. Дистиллятор электрический;
6. Микроскоп биологический;
7. Плита электрическая;

8. Сушильный шкаф с терморегулятором SUP-4 (от 0-200<sup>0</sup>С);
9. Термостаты, поддерживающие температуру (24±1)<sup>0</sup>С, (30±1)<sup>0</sup>С (ТС-80 М-2);
10. Холодильник по ГОСТ 16317-87;
11. Бактериологическая петля;
12. Бюретки по ГОСТ 20292;
13. Бумага фильтровальная по ГОСТ 12026-76;
14. Вата медицинская по ГОСТ 5556-81;
15. Воронка стеклянная по ГОСТ 25336-82;
16. Кастрюли разные;
17. Колба мерная вместимостью 100 см<sup>3</sup>;
18. Колба коническая плоскодонная разной вместимостью по ГОСТ 25336-82;
19. Капельницы с растворами красителей;
20. Карандаш по стеклу;
21. Марля медицинская по ГОСТ 9412-93;
22. Пинцет по ГОСТ 21241-89;
23. Пипетки разной вместимости;
24. Пробки корковые по ГОСТ 9284-75;
25. Пробирки;
26. Стекла предметные по ГОСТ 9284-75;
27. Спиртовка по ГОСТ 25336-82;
28. Сливная чашка с мостиком;
29. Стаканы стеклянные разной вместимости;
30. Флаконы стеклянные вместимостью 250 см<sup>3</sup>;
31. Холодильник стеклянный лабораторный по ГОСТ 9499-70;
32. Цилиндры мерные разной вместимости по ГОСТ 1770-74;
33. Чашки Петри бактериологические по ГОСТ 25336-82;
34. Штатив лабораторный для бюретки;
35. Шпатели металлические;
36. Агар сухой питательный;
37. Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72;
38. Вода водопроводная сухая;
39. Генциановый фиолетовый;
40. Натрий хлористый по ГОСТ 4233-77;
41. Раствор Люголя;

42. Спирт этиловый ректифицированный по ГОСТ 5962-67;
43. Фенолфталеин по ТУ 6-09-5360;
44. Фуксин Пфейффера.

Микробиологические методы исследования:

Для культивирования микроорганизмов в лабораторных условиях используют специально приготовленные питательные среды. Во время эксперимента в качестве питательной среды был использован питательный агар.

Приготовление питательного агара:

Состав в граммах на 1 л воды: панкреатический гидролизат рыбной муки – 24,0; натрий хлористый – 4,0; агар микробиологический – 12,0. рН  $7,3 \pm 0,2$ .

38,0 г порошка размешать в 1 л воды, кипятить 1-2 мин. до полного расплавления агара, фильтровать через ватно-марлевый фильтр, разлить в стерильные флаконы и стерилизовать автоклавированием при температуре  $121^{\circ}\text{C}$  в течение 15 мин. при необходимости среду охладить до температуры  $45-50^{\circ}\text{C}$ , разлить в стерильные чашки Петри слоем 4-6 мм. После застывания среды, чашки подсушить при температуре  $(37 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  в течение 40-60 мин [27].

Для выделения чистых культур микроорганизмов из исследуемого материала существуют разные методы. В проведении опыта использовали метод разведения.

Метод разведения: Исследуемый материал разводят в изотоническом растворе натрия хлорида. В зависимости от материала и содержания в нем микроорганизмов, разведения могут быть в  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  и т. д. раз. С увеличением разведения число микробов уменьшается, что позволяет изолировать отдельные микробные клетки и выделить культуру в чистом виде. Для этого из больших разведений делают посев на плотную питательную среду, на которой потом из каждой микробной клетки вырастают изолированные колонии. Сходные между собой колонии микроскопируют и при однородности культуры делают пересев [33].

Методы микроскопирования: Для определения отношения микроорганизмов к окраске по Граму из колоний приготавливают мазки, окрашивают их и микроскопируют (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика микроорганизмов

Наименование микроорганизмов	Характеристика
Молочнокислые микроорганизмы (за исключением рода <i>Sporolactobacillus</i> )	Неспорообразующие, грамположительные, неподвижные каталазоотрицательные палочки или неспорообразующие, грамположительные, неподвижные, каталазоотрицательные или образующие псевдокаталазу кокки.
Бактерии рода <i>Lactobacillus</i>	Грамположительные, неспорообразующие короткие или длинные, неподвижные, каталазоотрицательные палочки.
Слизеобразующие бактерии рода <i>Leuconostoe</i>	Грамположительные, неспорообразующие, имеющие сферическую или овальную форму, располагающиеся попарно или в цепочках, окруженные капсулой, которая по Граму не окрашивается, неподвижные, каталазоотрицательные кокки.
Стрептококки группы N рода <i>Streptococcus</i>	Грамположительные, неспорообразующие, располагающиеся в виде коротких и длинных цепочек. Неподвижные, каталазоотрицательные, не дающие роста в питательных средах с рН 9,6 и 6,5% NaCl кокки.
Бактерии рода <i>Pediococcus</i>	Грамположительные, неспорообразующие, располагающиеся парами и тетрадами, неподвижные, каталазоотрицательные или образующие псевдокаталазу кокки.
Стрептококки вида <i>S.thermophilus</i>	Грамположительные, располагающиеся парами или в виде коротких или длинных цепочек, неподвижные, каталазоотрицательные, термофильные, не дающие роста в питательных средах с рН 9,6 и 6,5% NaCl кокки.

Метод Грама: На фиксированный мазок помещают фильтровальную бумагу, обработанную по Синеву. Наносят 3-5 капель дистиллированной воды и выдерживают в течение 2 мин. Бумагу снимают пинцетом,

оставшуюся жидкость сливают и промывают водой. Затем наливают раствор Люголя. После слива раствора мазок обесцвечивают 96%-ным этиловым спиртом 20-30 с. мазок промывают водой. На 1-2 мин. Наливают фуксин Пфейффера, затем краситель смывают, препарат высушивают при комнатной температуре или фильтровальной бумагой.

Оценка результатов: Грамположительные микробы окрашиваются в фиолетовый цвет, грамотрицательные - в красный [24].

#### Физико-химические методы: Определение кислотности

Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина.

В колбу или стакан вместимостью 100-150 мл отмеряют пипеткой 10 мл исследуемого кисломолочного продукта. Остатки продукта на стенках пипетки смывают 20 мл дистиллированной воды, затем добавляют 3 капли 1% раствора фенолфталеина и титруют при постоянном перемешивании раствором щелочи до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Количество щелочи, израсходованной на титрование, умножают на коэффициент 10 в перерасчете на 100 мл продукта. Измеряют в градусах Тернера ( $^{\circ}\text{T}$ ) [34].

#### Органолептические показатели:

По органолептическим показателям йогурт должен соответствовать требованиям, указанным ниже.

1. Внешний вид и консистенция – однородная, в меру вязкая. При добавлении стабилизатора – желеобразная или кремообразная. При использовании вкусоароматических пищевых добавок – с наличием их включений.

2. Вкус и запах -- кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов. При выработке с сахаром или подсластителем – в меру сладкий. При выработке с вкусоароматическими пищевыми добавками и вкусоароматизаторами -- с соответствующим вкусом и ароматом внесенного ингредиента.

3. Цвет – молочно-белый, равномерный по всей массе. При выработке с вкусоароматическими пищевыми добавками и пищевыми красителями – обусловленный цветом внесенного ингредиента [35].

## 2.3 Микробиологические, физико-химические исследования компонентов закваски

### 2.3.1. Выделение чистой культуры

#### Опыт №1

Исходный материал йогурт:

1. Активиа;
2. АО «Сут»;
3. ТОО «МолКом».

Для выделения чистой культуры из исследуемого материала использовали метод разведения. Исследуемый материал разводили в изотоническом растворе (NaCl) 1:100 и 1:10 (0,01 и 0,1). После этого делали посев на плотную питательную среду (агар) в чашки Петри. Выращивание микроорганизмов на питательной среде проводили при оптимальной температуре. Это одно из основных условий получения культуры с определенными свойствами и в достаточном количестве.

Чашки Петри переворачивают вверх дном и ставят в термостат на 3 суток при температуре - 37<sup>0</sup> С. Таким путем можно получить изолированные колонии и выделить культуру в чистом виде.

На третий день изучали выросшие колонии.

*Рост колоний на питательном агаре:*

1. Активиа, разведение 0,1 – 1 поверхностная и 5 глубинных колоний; разведение 0,01 – 2 поверхностные и 1 глубинная колония.
2. Йогурт производства АО «Сут», разведение 0,1 – 5 глубинных мелких колоний; разведение 0,01 – множество мелких белых колоний.
3. Йогурт производства ТОО «МолКом», разведение 0,1 – множество различных поверхностных и глубинных колоний; разведение 0,01 – множество глубинных и поверхностных колоний более 500.

Затем сделали пересев на питательный агар, все чашки Петри поместили на 3 суток в термостат при температуре – 37<sup>0</sup> С.

Результат пересева:

1 чашка Петри – Активиа, разведение 0,1 – желтая, глянцевая, круглая колония.

2 чашка Петри -- Активиа, разведение 0,01 – большая, разветвленная, белая, морщинистая колония.

3 чашка Петри – «МолКом», разведение 0,01 – поверхностная, кремовая, круглая, зонтичной формы колония.

4 чашка Петри -- «МолКом», разведение 0,1 – средняя, круглая, поверхностная, кремовая колония.

5 чашка Петри – «МолКом», разведение 0,1 – поверхностная, большая, кремовая, морщинистая колония.

6 чашка Петри – «МолКом», разведение 0,1 – поверхностная, больше средней, кремовая, неровная колония.

7 чашка Петри – «МолКом», разведение 0,1 – поверхностная, маленькая, кремовая, морщинистая колония.

Пересев с йогурта АО «Сут» не делали, потому что выросли все глубинные колонии, а пересев с йогурта «МолКом» с разведением 0,1 делали на 4 чашки Петри, так как при первичном посеве наблюдался рост множества колоний микроорганизмов.

Из выросших культур готовили мазки, окрашивали по Граму, проводили микроскопию.

В проведенном опыте не было получено требуемого результата. Исследуемый материал приобретался в торговле, где мог быть нарушен температурный режим хранения продукта. Также причинами неудавшегося опыта могли быть:

- нарушение технологии приготовления производственной закваски используемой при производстве йогурта взятого для опыта;
- нарушение приготовления первичной или материнской закваски;
- либо недостаточно проведена активизация закваски.

Колонии выросшие при посеве на питательном агаре не соответствовали описанию молочнокислых микроорганизмов, при окраске по Граму -- грамотрицательные кокки (*Bac. subtilis*, *Bac. cereus*). Тогда как молочнокислые микроорганизмы имеют форму палочковидную или цилиндрическую и окрашиваются по Граму – грамположительно.

Поставленной цели достигнуто не было, поэтому был проведен дополнительный опыт.

### 2.3.2. Исследование органолептических и физико-химических показателей

#### Опыт №2

Исходный материал йогурт:

1. Активиа;
2. Frutti;
3. АО «Сут».

Для получения закваски из готового продукта было взято пастеризованное молоко, жирностью 2,5 %.

Целью данного опыта было получение конечного продукта с определенными органолептическими и физико-химическими свойствами.

В 100 мл молока внесли по 5 мл и по 10 мл каждого вида йогурта. Затем поставили в термостат на сутки при температуре – 37<sup>0</sup> С.

На следующий день проводились органолептические исследования, и определение физико-химического показателя – кислотность, результаты которых, отражены в таблице 4

Таблица 4. Органолептические и физико-химические показатели

Показатели	АО «Сут»		Активиа		Frutti	
	разведение йогурт/молоко		разведение йогурт/молоко		разведение йогурт/молоко	
	5/100	10/100	5/100	10/100	5/100	10/100
Цвет	белый	белый	белый	белый	белый	белый
Вкус и запах	кисломолочный, свойственный данному виду продукта					
Консистенция	плотная	желеобразная, густая	плотная	плотная	плотная	плотная
Слой отстоявшейся сыворотки, мм	10	10	5	2	10	10
Кислотность, °Т	120	146	98	128	112	122

Результаты исследований закваски полученной опытным путем из йогурта «Активиа» и пастеризованного молока, отраженные в таблице 4, показывают, что требования, предъявляемые к качеству продукта наиболее соблюдены в йогурте «Активиа»

Из полученных продуктов в опыте №2 приготовили мазки, окрасили по Граму и провели микроскопию:

- йогурт Активиа – грамположительные кокки, овальной формы располагающиеся парами в виде цепочек и грамположительные палочки (предположительно молочнокислые микроорганизмы и стрептококки рода *Streptococcus thermophilus*);

- йогурт Фрутти – грамположительные кокки, располагающиеся парами в виде длинных цепочек (предположительно стрептококки рода *Streptococcus thermophilus*);

- йогурт АО «Сут» - грамположительные палочки с закругленными концами, расположенные в виде коротких цепочек (предположительно микроорганизмы рода *Lactobacillus*).

В результате микроскопии было установлено, что во всех видах заквасок йогуртов присутствуют молочнокислые микроорганизмы. Но если в йогуртах Фрутти и АО «Сут» обнаружен только один вид бактерий, то в йогурте Активиа наблюдается симбиоз, что значительно улучшает качество закваски.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований было установлено, что микроорганизмы молочнокислого брожения лучше сохранили свои свойства в йогурте Активиа, чем в остальных йогуртах, которые использовали для опыта, что подтверждается органолептическими исследованиями.

В процессе исследования йогурта Активиа, наблюдалось наличие нескольких микроорганизмов – молочнокислые микроорганизмы и термофильный стрептококк. При микроскопировании выросшие колонии овальной формы в виде цепочек (длинных, коротких), состоящих из кокков и палочек.

При производстве йогурта необходимо учитывать ряд факторов:

1. чистота заквасок, т.е. соблюдение гигиенических норм при получении закваски;
2. поддержание оптимальной температуры сквашивания, что обеспечивает необходимое нарастание кислотности за определенный промежуток времени;
3. возможность быстрого охлаждения сгустка при нужном уровне кислотности, что способствует получению более однородного по консистенции продукта.

Учитывая культуральные характеристики изученных микроорганизмов, входящих в состав заквасок йогуртов используемых нами в опыте пришли к заключению, что, видоизменяя состав закваски и учитывая факторы, приведенные выше, можно получить новый продукт при минимальном изменении его качества.

Данных, подтверждающих или опровергающих, полученных нами результатов в доступной нам литературе обнаружено не было, в связи с этим считаем, что полученные нами результаты имеют определённое научное и практическое значение.

## ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

При производстве йогуртов необходимо:

- строго соблюдать технологию получения закваски.
- учитывать культуральные характеристики микроорганизмов, используемых в закваске.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

При разработке новых технологий производства кисломолочных продуктов, отработке оптимальных и предельно допустимых режимов их хранения необходимо учитывать данные о культуральных характеристиках компонентов закваски.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Банникова Л.А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности. М.: Пищ. Пром-ть, 1975. С. 143.
2. Тамим А.Й., Робинсон Р.К. Йогурт и другие кисломолочные продукты. СПб.: Профессия, 2003. С. 20-130.
3. Колычев Н.М., Госманов Р.Г. Ветеринарная микробиология и иммунология. Омск: ОмГАУ, 1996. С. 127-130.
4. Королев С.А. Основы технической микробиологии молочного дела. М.: Колос, 1974. С. 45-113.
5. Квасников Е.И., Нестеренко О.А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. М.: Наука, 1975. С. 23, 290-359.
6. Брусилковский Л.П., Банникова Л.А., Вайнберг И.А. Управление процессами культивирования микроорганизмов заквасок и кисломолочных продуктов. М.: Легкая и Пищ. Пром-ть, 1982. С. 128.
7. Висетур У. Э., Кристапсон М.Ж. Культивирование микроорганизмов. М.: Пищ. Пром-ть, 1980. С. 230.
8. Королева Н.С. Техническая микробиология кисломолочных продуктов. М.: Пищ. Пром, 1966. С. 79-94.
9. Angeles A.G., Marth E.H. Journal of Milk and Food Technology. 1971. P. 34-52.
10. Macleod A., Fedio W.M., Ozimek L. Milchwissenschoft. 1995. P. 50-55.
11. Cilano L., Lion M., bossi M.G. Microbiology, Aliments, Nutrition. 1991. P. 9-24.
12. Коршунов В.М., Сеница Н.А., Гинопдман Г.А. //Журн. Микробиол. - 1985. - 9. - 20-25.
13. Chandan R.C., Shahani K.M. In Biotechnology: Enzymes, Biomass, Food and Feed. 1995. P. 385-418
14. Вессер Р. Технология получения молока. М.: Колос, 1971. С. 26-32.
15. Богданова Г.И., Богданов Е.А., Милютин Л.А. Производство цельномолочных продуктов. М.: Пищ. Пром, 1970. С. 64-74.
16. IDF. In New Technologies for Fermented Milks. International Dairy Federation Brussels. 1992. Doc. No. 227.
17. Бакулов И.А. Эпизоотология с микробиологией. М.: Агропромиздат, 1987. С. 13-30.

18. Сенченко Б.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животного и растительного происхождения. Серия /Технология пищевых производств/. Ростов-на-Дону: Март, 2001. С.637-643.
19. Дьяченко П.Ф., Коваленко М.С. Технология молока и молочных продуктов. М.: Пищ. Пром-ть, 1974. С. 446.
20. Asker L. Food Technology. 1969. P. 23-28.
21. Инихов Г.С. Биохимия молока и молочных продуктов. М.: Пищ. Пром, 1970. С. 221-248.
22. Коршунов В.М., Пинегин Б.В., Иванова Н.П. и др. //Журн. Микробиол. - 1983. - №5. - С. 28-32.
23. Скрыбин К.И. Ветеринарная энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1973. С. 70.
24. Асэнов Н.Р. Практикум по микробиологии. М.: Агропромиздат, 1988. С. 63.
25. Богданов В.М. Микробиология молока и молочных продуктов. М.: Пищ. Пром-ть, 1969. С. 367.
26. Вайткус В.В. Гомогенизация молока. М.: Пищ. Пром, 1967. С. 141-152.
27. Госманов Р.Г., Колычев Н.М., Барсков А.А. Практикум по ветеринарной микробиологии и иммунологии. Омск: ОмГАУ, 2001. С. 84.
28. Инихов Г.С., Брио Н.П. Методы анализа молока и молочных продуктов. М.: Пищ. Пром-ть, 1971. С. 234-240.
29. Стоянова Л.Г., Аркадьева З.А. Сравнение способов хранения молочнокислых бактерий // Микробиология, 2000, т. 69, № 1. С. 98-104.
30. Abdou S.M., Dawood A.M. Annals of Agricultural Science. Moshtohor, 1994. P. 32-45.
31. Abrahamsen R.K., Rysstad G. Cultured Dairy Products Journal. 1991. P. 26-47.
32. Kim H.J., Kim T.J., Yoon H.J. Dairy Science Abstracts. 1995. P. 57-69.
33. ГОСТ 10444.11-89, Продукты пищевые. Методы определения молочнокислых микроорганизмов. М.: Издательство стандартов, 1990
34. ГОСТ 3624-92, Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. М.: Издательство стандартов, 1992
35. СТ РК 1065-2002, Йогурт. Общие технические условия. Астана: Госстандарт, 2002