

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИБАТУЛЛИНА Л.А., ГАФАРОВ Ф.А., КАНАРЕЙКИНА С.Г.**

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ОСНОВАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**УФА – 2019**

УДК 637.1/.3

ББК 36.95

И 13

Рецензент: доцент кафедры ТОП и ПРС, к.с.-х.н. Гусев А.Н.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башкирского государственного аграрного университета

**Ибатуллина Л.А.**

И 13 Биотехнологические процессы в производстве молочных продуктов с основами моделирования : учебное пособие / Л. А. Ибатуллина, Ф. А. Гафаров, С. Г. Канарейкина. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2019. – 84 с.

Учебное пособие написано в соответствии с требованиями, предъявляемыми квалификационной характеристикой ФГОС ВО подготовки магистров по направлению 19.04.03 Продукты питания животного происхождения. Пособие предназначено для получения и закрепления теоретических знаний и приобретения практических навыков в исследовании химического состава, физико-химических свойств, биотехнологических процессов при производстве молочных продуктов, изложены краткие теоретические сведения, описана методика выполнения работ.

## Оглавление

1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ.....	4
2 ПОЛУЧЕНИЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ .....	5
3 КЛАССИФИКАЦИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЗАКВАСКИ.....	7
4 ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОКА .....	8
5 ПОНЯТИЕ ФЕРМЕНТЫ И ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ. ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	10
6 КОНЦЕПЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	19
7 МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ РЕЦЕПТУР.....	27
8 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....	30
8.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Биотехнология приготовления заквасок.....	30
8.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Изучение интенсивности кислотообразования заквасок.....	34
8.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Изучение динамики изменения содержания лактозы в процессе сквашивания .....	38
8.4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Биотехнология кисломолочных напитков с гомоферментативным брожением.....	42
8.5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Биотехнология кефира.....	50
8.6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Биотехнология сметаны.....	56
8.7 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Биотехнология творога.....	63
8.8 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Биотехнология кефира детского.....	68
8.9 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 Биотехнология напитков из молочной сыворожки.....	73
8.10 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 Биотехнология напитков из пахты.....	79
Библиографический список.....	81

## 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ

Целью изучения данной дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний и формирование навыков и умений в области современной биотехнологии молочных продуктов.

Биотехнология – это наука, которая изучает методы получения полезных для человека веществ и продуктов в управляемых условиях, используя микроорганизмы, клетки животных и растений или изолированные из клеток биологические структуры.

Промышленная микробиология составляет основную часть биотехнологии. Это наука о важнейших микробиологических процессах и их практическом применении для получения промышленным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, их биомассы как белкового продукта, о получении отдельных полезных веществ или препаратов, используемых в различных отраслях народного хозяйства.

Пищевая биотехнология является одним из важнейших разделов биотехнологии. В течение тысячелетий люди успешно получали сыр, уксус, спиртные напитки и другие продукты, не зная о том, что в основе лежит метод микробиологической ферментации. С помощью пищевой биотехнологии в настоящее время получают такие пищевые продукты, как пиво, вино, спирт, хлеб, уксус, кисломолочные продукты, сырокопченые и сыровяленые мясные продукты и многие другие. Кроме того, пищевая биотехнология используется для получения веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности: это лимонная, молочная и другие органические кислоты; ферментные препараты различного действия – протеолитические, амилолитические, целлюлолитические; аминокислоты и другие пищевые и биологически активные добавки.

Важность пищевой биотехнологии для специалистов в области технологии молока и молочных продуктов определяется тем, что использование микроорганизмов или ферментных препаратов,

биотехнологических процессов при производстве молочных продуктов оказывает существенное влияние на потребительские свойства и показатели их качества. Знание о биотехнологических процессах позволит технологу определить причины порчи продовольственных товаров и возникновения дефектов, приводящих к существенным количественным потерям продуктов. Например, неправильное применение заквасок может привести к ухудшению качества и возникновению дефектов кисломолочной продукции. С другой стороны, использование новых штаммов микроорганизмов может придать продукту –молочным продуктам, – новые оригинальные оттенки вкуса и аромата. Применение ферментных препаратов и других соединений, полученных биотехнологическим способом, будет способствовать оптимизации и интенсификации технологических процессов производства молочных продуктов, улучшению их свойств и продлению сроков хранения.

## **2 ПОЛУЧЕНИЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

### **2.1 Применение заквасок в производстве кисломолочных продуктов**

Закваска – основной источник внесения желаемой микрофлоры в молоко при производстве кисломолочных продуктов. Закваска является чистой посевной культурой микроорганизмов. При внесении закваски молоко обогащается микрофлорой, производящей сквашивание молока и способствующей накоплению вкусовых и ароматических веществ.

Для заквашивания молока и сливок издавна применяли простоквашу или сметану высокого качества. В качестве естественных заквасок использовали пахту, сквашенные сливки или кислое молоко. Они не гарантировали получение продукта высокого качества, так как содержали различные микроорганизмы и часто загрязнялись посторонней микрофлорой, вызывающей порчу продукта. Бактериальные закваски в промышленном масштабе впервые стали применять в маслоделии в конце прошлого столетия.

В молочной промышленности используются закваски, полученные из чистых культур микроорганизмов, которые готовят в специальных лабораториях. Состав микрофлоры подбирают таким образом, чтобы обеспечить для каждого вида продукта свойственный ему запах, вкус, консистенцию.

В молочной промышленности применяют в основном жидкие закваски и закваски, высушенные способом сублимационной сушки; сухие, жидкие и подвергнутые глубокому замораживанию бактериальные концентраты, бактериальные препараты. Срок хранения сухих заквасок, бактериальных препаратов и концентратов составляет 3-4 месяца, жидких заквасок – 10 суток (в условиях холодильника).

Закваску готовят на цельном или обезжиренном молоке хорошего качества, которое стерилизуют при температуре 121 °С с выдержкой 15-20 минут (при приготовлении лабораторной закваски) или пастеризуют при 92-95 °С с выдержкой 20-30 минут (при приготовлении производственной закваски). Сразу после термической обработки молоко охлаждают до температуры заквашивания и вносят в него закваску в количестве 1-3 % в зависимости от условий производства. В результате биохимических процессов в молоке происходит образование белого сгустка, частично расщепляются белки молока, формируется вкус и аромат продукта. При приготовлении лабораторной закваски проводят несколько последовательных пересевов каждые сутки в возрастающие объемы (1:10) до доведения объема, необходимого в производстве.

После каждого пересева и перед выпуском в производство закваску контролируют по органолептическим, химическим и микробиологическим показателям.

Чрезмерное увеличение дозы вносимой закваски приводит к повышению кислотности молока и получаемого продукта. Недостаточное внесение заквасочных культур может приводить к нарушению биохимических процессов в сырной массе, и активизации посторонней, технически вредной микрофлоры,

что в результате увеличивает вероятность появления горечи, нечистоты и других пороков вкуса и запаха.

При переработке молока с механической загрязненностью, применении молока с низкой первоначальной кислотностью, слабом молочнокислом процессе увеличивают дозы вносимых заквасочных культур. Однако чрезмерное увеличение дозы вносимой закваски не способствует увеличению объема действующей микрофлоры, а приводит к повышению кислотности молока и получаемого продукта. Недостаточное внесение заквасочных культур может приводить к нарушению биохимических процессов в сырной массе, а отсутствие конкуренции – к активизации посторонней, технически вредной микрофлоры, что в результате увеличивает вероятность появления горечи, нечистоты и других пороков вкуса и запаха.

### **3 КЛАССИФИКАЦИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЗАКВАСКИ**

В зависимости от состава микрофлоры заквасок и способа приготовления кисломолочные продукты делят на следующие группы:

- ♦ Вырабатываемые с использованием многокомпонентных заквасок (кефир, кумыс). Микрофлора этой группы продуктов состоит из молочнокислых бактерий (одного или нескольких видов), дрожжей и нередко уксуснокислых бактерий. Дрожжи и уксуснокислые бактерии придают продуктам специфические вкус и аромат. При производстве кефира применяют естественную симбиотическую закваску – кефирные грибки, состоящие из молочнокислых бактерий *Lactobacillus*, дрожжей *Saccharomyceskefir* и некоторых видов стрептококков. Кумыс получают из кобыльего молока с помощью молочнокислых бактерий (*Lactobacillus casei* др.), стрептококков и дрожжей, сбраживающих лактозу. Скваживание молока при использовании таких заквасок проводят при 20-22 °С в течение 10-12 часов.

- ♦ Вырабатываемые с использованием мезофильных молочнокислых стрептококков (творог, сметана, простокваша обыкновенная). Основными представителями микрофлоры таких продуктов являются молочнокислые стрептококки: *Streptococcus lactis*, *Streptococcus acetoinicus*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis*. Скваживание молока происходит через 6-8 часов при 30 °С.
- ♦ Изготавливаемые с применением термофильных молочнокислых бактерий (ряженка, варенец, йогурт, простокваша Южная, Мечниковская). Для приготовления этих кисломолочных продуктов используют смесь молочнокислых бактерий (10:1) *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus* (болгарская палочка). Заквашивание молока этими бактериями проводят при 40-42 °С в течение трех часов.
- ♦ Вырабатываемые с применением термофильных и мезофильных молочнокислых бактерий (любительская сметана, сметана с пониженным содержанием жира, напитки «Любительский» «Юбилейный», «Русский»). Основными представителями микрофлоры таких продуктов являются мезофильные и термофильные молочнокислые стрептококки. Температура сквашивания молока при использовании смешанных заквасок – 33-38 °С.
- ♦ Приготавливаемые с использованием ацидофильных бактерий и бифидобактерий: ацидофильное молоко, ацидофилин, бифидопродукты – продукты лечебно-профилактического питания. В состав микрофлоры этих продуктов входят: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus* с добавлением кефирной закваски; *Bifidobacterium bifidum* и др.

#### **4 ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОКА**

Технологический процесс изготовления кисломолочных продуктов сводится в общих чертах к тому, чтобы, во-первых, в исходном сыром молоке

подавить или уничтожить постороннюю микрофлору, а во-вторых, после пастеризации и охлаждения молока предоставить «избранным» видам полезных микроорганизмов наиболее благоприятные условия для развития и, благодаря этому, получить готовый продукт с характерными для него свойствами.

Рассмотрим более подробно процессы ферментации (сбраживания) молока. В пищевой промышленности ферментацию применяют для получения большого ассортимента кисломолочных продуктов. Главным процессом является молочнокислое брожение, вызываемое стрептококками и молочнокислыми бактериями, при котором лактоза (молочный сахар) превращается в молочную кислоту. Путем использования иных реакций, которые сопутствуют главному процессу или идут при последующей обработке, получают такие продукты переработки молока, как пахта, сметана, йогурт и сыр. Свойства конечного продукта зависят при этом от характера и интенсивности реакции ферментации. Те реакции, которые сопутствуют основному процессу образования молочной кислоты, обычно и определяют особые свойства продуктов. Так, именно вторичные реакции ферментации, идущие при созревании сыров, определяют вкус отдельных их сортов. В некоторых таких реакциях принимают участие пептиды, аминокислоты и жирные кислоты, присутствующие в продуктах.

В молоке при ферментации могут протекать шесть основных реакций; в результате образуется молочная, пропионовая или лимонная кислота, спирт, масляная кислота или же происходит колиформное газообразование. Как сказано выше, главная из этих реакций – молочнокислое брожение. На нем основаны все способы сквашивания молока. Лактоза молока гидролизуеться при этом с образованием галактозы и глюкозы. Обычно галактоза превращается в глюкозу еще до сквашивания. Имеющиеся в молоке бактерии преобразуют глюкозу в молочную кислоту. Образование сгустка казеина происходит в изоэлектрической точке этого белка ( $pH = 4,6$ ) под действием молочной кислоты. Этот процесс лежит в основе сыроварения.

При производстве швейцарского сыра ключевую роль играет

маслянокислое брожение с образованием углекислого газа. Именно оно обуславливает своеобразный вкус (букет) этих сыров и образование глазков. Характерный вкус пахты, сметаны и сливочного сыра формируется в результате лимоннокислого брожения. Он складывается из составляющих вкусов диацетила, пропионовой и уксусной кислот и других, близких к ним, соединений.

Молочные продукты, полученные на основе спиртового брожения, мало известны в Европе и Америке. Такой тип брожения нашел применение при переработке молока в России, но при производстве других продуктов он считается нежелательным. Обычно рост вызывающих его дрожжей (*Torula*) стараются подавить. Нежелательны также маслянокислое брожение и колиформное газообразование.

Различные процессы ферментации молока проводят сегодня в контролируемых условиях. В течение тысячелетий они осуществлялись при участии бактерий, изначально присутствующих в молоке. В наше время для этого используют разнообразные закваски, позволяющие получать молочные продукты нужного качества и типа. Цеховые и заводские микробиологические лаборатории, а также отраслевые научно-исследовательские институты постоянно следят за чистотой и качеством заквасок.

## **5 ПОНЯТИЕ ФЕРМЕНТЫ И ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ. ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Ферменты – это высокоактивные соединения белковой природы, являющиеся специфическими катализаторами реакций.

Ферменты катализируют миллионы химических превращений в клетках животных, растений, микроорганизмов и воздействуют на соответствующие субстраты вне клетки. Достоинством применения ферментов перед химическими катализаторами является то, что они действуют при нормальном давлении, при диапазоне температур от 20 до 70 °С, рН от 4 до 9, в

большинстве случаев имеют высокую субстратную специфичность, что позволяет в сложной смеси биополимеров направленно воздействовать на определенные соединения.

При помощи ферментов получают ряд пищевых продуктов. Ферменты используют в пищевой, фармакологической, биохимической промышленности и во многих областях деятельности человека.

Следует различать два понятия: ферменты и ферментные препараты. Ферменты находятся практически во всех живых объектах: растениях, животных и микроорганизмах. Ферментные препараты могут представлять собой смесь ферментов или фермент одного вида, иметь различную степень очистки, могут быть добавлены в сырье или продукт, или использоваться закрепленными на носителе (иммобилизованные ферменты). В качестве источника получения ферментных препаратов биотехнологическим способом используют ткани и органы растений, животных и микроорганизмы.

Производство ферментных препаратов является одним из перспективных направлений развития биотехнологии.

### 5.1 Характеристика активности ферментных препаратов

Ферменты являются соединениями белковой природы, поэтому в смеси с другими белками определить их количество практически невозможно. Наличие определенного фермента в данном препарате может быть установлено по результатам той реакции, которую катализирует фермент, то есть по количеству образовавшихся продуктов реакции или уменьшению исходного субстрата.

**Активность ферментного препарата Е** (по международной классификации) выражается в микромолях субстрата, прореагировавшего в присутствии 1 мл ферментного раствора или 1 г препарата в заданных условиях за 1 минуту. Число микромолей и будет равно числу стандартных единиц активности.

Необходимо придерживаться определенных условий при установлении активности фермента: вести определение при температуре 30 °С и определять

активность по начальной скорости реакции, когда концентрация субстрата достаточна для насыщения фермента.

## 5.2. Получение ферментных препаратов из сырья животного происхождения

Органы и ткани животных (поджелудочная железа, слизистые оболочки желудка и тонких кишок свиней и т.п.), содержащие ферменты, на мясоперерабатывающих комбинатах консервируют и используют для получения ферментов. Из слизистой желудка свиней и крупного рогатого скота получают препарат пепсина. Из поджелудочной железы свиней получают панкреатин, смеси трипсина, химотрипсина, липаз и амилаз. Пепсин, трипсин и химотрипсин применяют для размягчения мяса, однако бóльший эффект получен при обработке мяса панкреатином. Из желудка (сычуга) молодых телят выделяют сычужный фермент (12нфор), широко используемый в сыроделии. Сычужный фермент осуществляет процесс превращения жидкого молока в гель (сгусток), а кроме того участвует в протеолизе, происходящем в сыре при созревании. Некоторые наиболее известные ферменты животного происхождения, а также органы и ткани животных, из которых их получают, представлены в таблице 1 .

Таблица 1 Источники ферментов животного происхождения

Ферменты	Источник, из которого получают
Сычужный фермент	Крупный рогатый скот – сычуг
Щелочная фосфатаза	Крупный рогатый скот – кишечник
Лактатдегидрогеназа	Крупный рогатый скот – сердце
Гиалуронидаза	Крупный рогатый скот – семенники
Каталаза	Крупный рогатый скот, свиньи – печень
Пепсин	Свинья – желудок
Трипсин, химотрипсин, карбоксинпептидаза, панкреатин, эластаза	Свинья – поджелудочная железа
Фумараза и трансаминаза	Свинья – сердце
Аминоацилаза	Свинья – почки
Ацетилхолинэстераза	Электрический угорь – мышечная ткань

### 5.3 Получение ферментных препаратов с помощью микроорганизмов.

По экономическим и технологическим соображениям получать ферменты с помощью микроорганизмов более выгодно, чем из растительных и животных источников. В специально созданных условиях микроорганизмы способны синтезировать огромное количество разнообразных ферментов. Они неприхотливы к составу питательной среды, легко переключаются с синтеза одного фермента на другой и имеют сравнительно короткий цикл роста (16-100 часов). Продуцентами ферментов могут быть различные микроорганизмы: бактерии, грибы, дрожжи, актиномицеты. Для промышленного получения ферментных препаратов используют как природные штаммы микроорганизмов, так и мутантные штаммы. Микроорганизмы могут синтезировать одновременно целый комплекс ферментов, но есть и такие, особенно среди мутантных штаммов, которые являются моноферментными и образуют в больших количествах только один фермент. Микробные клетки содержат или продуцируют более двух тысяч ферментов, катализирующих биохимические реакции, связанные с ростом, дыханием и образованием продуктов. Многие из этих ферментов могут быть легко выделены и проявляют свою активность независимо от того, находятся ли они внутри клетки или в культуральной жидкости.

Производство ферментных препаратов осуществляется и поверхностным, и глубинным способами. При поверхностном способе в качестве продуцентов используются грибы. Питательные среды при этом способе имеют твердую или рыхлую консистенцию. Основой почти всех сред являются увлажненные пшеничные отруби. Для придания среде рыхлой структуры и ее обогащения к пшеничным отрубям добавляются древесные опилки или солодовые ростки. Культивирование проводят в условиях аэрации.

Глубинный способ выращивания принципиальных отличий от поверхностного не имеет. Культивирование проводят в жидких средах, а продуцентами могут быть и бактерии.

При получении внеклеточных ферментов применяют питательные среды неопределенного состава. В таких средах в качестве источника органического углерода и азота, как правило, используют различные сорта крахмала (картофельный, кукурузный, рисовый), кукурузный экстракт, соевую муку, гидролизаты биомассы дрожжей. Однако такие питательные среды неприменимы при выделении внутриклеточных ферментов, так как биомасса в этом случае содержит нерастворимые компоненты, затрудняющие выделение и очистку целевого продукта.

Замена одного источника углерода на другой коренным образом меняет набор накапливаемых ферментов. Например, *Aspergillus awamori* на средах, содержащих крахмал, преимущественно образует амилазы, при замене крахмала на ксилан синтезирует ксиланазу, а если в качестве источника углерода применяют растительное масло, в культуральной жидкости накапливается липаза.

При получении ферментов высокой степени очистки целесообразно культивировать продуцент в питательной среде строго детерминированного (определенного) состава, что обеспечивает направленный биосинтез нужного фермента.

Ферментные препараты представляют собой жидкости (до 50 % сухих веществ), либо порошки. Часто они содержат не один, а целый комплекс ферментов. Выделение и очистка ферментов очень трудоемкий и дорогой процесс, поэтому в некоторых случаях ферментные препараты применяют неочищенными. Но в пищевой промышленности используют препараты высокой и даже предельной степени очистки. Чем выше очистка, тем выше активность препарата. В целом ряде случаев необходимо иметь ферментные препараты, стандартизованные по активности входящих в их состав ферментов. В этом случае используют различные наполнители: муку, крахмал, соли серной и соляной кислот, бентонит и др.

#### 5.4 Номенклатура ферментных препаратов микробного происхождения

Существует определенная система названия ферментных препаратов, в которой учитываются: основной фермент, источник получения и степень очистки. Подавляющее количество ферментных препаратов является комплексным, содержащим помимо основного фермента еще значительное количество сопутствующих ферментов и белков. Поэтому в технологии ферментов препараты чаще классифицируют по основному компоненту в смеси ферментов, присутствующих в данном препарате: амилалитические, протеолитические, липолитические и т.д.

Наименование каждого препарата включает сокращенное название основного фермента, затем добавляется видовое название продуцента, заканчивается название препарата суффиксом «ин». Например, амилалитические препараты, получаемые из культур *Aspergillusoryzae* и *Bacillus subtilis*, называются соответственно амил-ориз-ин (амилоризин) и амил-о-субтил-ин (амилосубтилин). Мальтаваморин П2х (продуцент *A. Awamori* содержит в основном мальтазу). Целловиридин Г3х (продуцент *Trichoderma viride* содержит в основном целлюлолитические ферменты).

Далее ставится индекс, в котором обозначены способ производства и степень очистки фермента от балластных веществ. При глубинном способе культивирования после названия ставится буква Г, а при поверхностном – П. После букв Г или П может стоять цифра, обозначающая степень чистоты препарата. Индекс 2х обозначает жидкий неочищенный концентрат исходной культуры; 3х – сухой ферментный препарат, полученный высушиванием распылением неочищенного раствора фермента (экстракта из поверхностной культуры или культуральной жидкости). Технические ферментные препараты с индексами 2х и 3х чаще используются в легкой промышленности и сельском хозяйстве. Для пищевой промышленности, медицины и научных исследований требуются очищенные и высокоочищенные ферментные препараты. Индекс 10х означает сухие препараты, полученные осаждением ферментов органическими растворителями или методом высаливания; цифрами 15х, 18х, 20х обозначают

препараты, частично освобожденные не только от балластных веществ, но и от сопутствующих ферментов; выше 20х – высокоочищенные и даже гомогенные ферментные препараты.

В нашей стране выпускаются следующие ферментные препараты: амилосубтилин и протосубтилин (продуцент – *Bacillus subtilis*), пектофоедин (*Aspergillus foetidus*), мальтаваморин (*Aspergillus awamori*), амилоризин (*Aspergillus oryzae*), глюконигрин (*Aspergillus niger*) и другие.

#### 5.5. Применение ферментных препаратов в пищевой промышленности

Протеолитические ферменты продуцируются грибами рода *Aspergillus*, *Penicillium*, бактериями рода *Bacillus*, дрожжами рода *Saccharomyces*. Эти ферменты используют при переработке животного сырья в мясной, молочной и рыбной промышленности. Они применяются как размягчители мяса, ускорители созревания мяса и рыбы. При проведении слабого протеолиза с использованием набора специфических ферментов происходит незначительное изменение структуры мяса, но оно становится качественно лучше, значительно мягче. Особенно важным является действие ферментов на белки соединительной ткани. В этом случае оказывается возможным значительно полнее использовать все части туши.

Ввиду нехватки сырья для получения сычужного фермента в последние годы ведутся интенсивные работы по поиску его заменителей ферментами микробного происхождения для сыродельной промышленности. Однако все они уступают ему по свертывающей способности. Хорошими сгустителями являются протеазы, полученные из штаммов микроскопических грибов рода *Mucor* и бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas* др. В настоящее время в сыроделии применяется около 10 % 16нформ микробного происхождения.

В пивоваренном производстве протеолитические ферменты применяют для устранения белковых помутнений, а в хлебопечении – для сокращения времени замеса теста из пшеничной муки с высоким содержанием клейковины. Протеолитические ферменты используют как добавки к моющим средствам, что дает высокий эффект при устранении белковых загрязнений.

Амилолитические ферменты продуцируют грибы рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* и бактерии рода *Bacillus*. Самыми большими потребителями являются спиртовая и пивоваренная промышленности. Амилазы микробного происхождения добавляют при подготовке пивного сусла, при спиртовом брожении, чтобы перевести крахмал в форму, усваиваемую дрожжами. Тем самым можно ускорить или полностью заменить солодование зерна в пивоварении. Кроме того, амилолитические ферменты применяют в хлебобулочном производстве, способствуя улучшению структуры мякиша хлеба.

Целлюлолитические ферменты, участвующие в гидролизе целлюлозы, представляют собой комплекс, состоящий из нескольких ферментов с различной специфичностью действия: эндоглюканызы, экзоглюкозидазы,  $\beta$ -глюкозидазы и др. Целлюлазы и гемицеллюлазы могут быть получены только с помощью микроорганизмов. Целлюлазы, продуцируемые грибами родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium*, применяют в спиртовой, пищевых концентратной промышленности, где сырьем являются растительные материалы или отходы переработки растений, например, в производстве растворимого кофе.

Пектолитические ферменты продуцируют грибы родов *Aspergillus* (*Aspergillus niger*), *Penicillium*, бактерии *Erwinia caratovora*, *Clostridium* sp. Пектиназы представляют комплекс ферментов, состоящий из полигалактуроназы, пектинметилэстеразы и др. Эти ферменты используют при производстве осветленных соков из плодов и ягод, для осветления вин. Применение пектиназ в производстве соков обусловлено тем, что они катализируют гидролиз пектиновых веществ растительных клеток, тем самым освобождая сок из клеточных структур. Применение пектиназ в виноделии увеличивает скорость фильтрации сусла, способствует его осветлению и стабилизации. При этом возрастает содержание экстрактивных веществ, витамина С, флавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью.

В производстве кисло-молочных продуктов используется 17нфор –

ферментный препарат, осуществляющий свертывание молока. Получают его с помощью микроорганизмов *Endothiaparasitica* и *Mucor* sp.

Наибольшее распространение получили препараты, в которых ферменты в активной форме прикреплены к нерастворимой основе. Такие ферментные препараты называют иммобилизованными. Преимуществом их применения является возможность многократного использования. В этом случае обрабатываемый раствор пропускают через основу с иммобилизованным ферментом.

#### Вопросы для самопроверки

1. В чем отличие ферментов от ферментных препаратов ?
2. Что такое активность ферментного препарата ?
3. Перечислите основные источники получения ферментов растительного и животного происхождения.
4. Перечислите, какие микроорганизмы применяют для промышленного производства ферментных препаратов.
5. Какие способы культивирования микроорганизмов используют при производстве ферментных препаратов ?
6. Расскажите, по какому принципу составляется название ферментного препарата микробного происхождения.
7. Ферментные препараты какого действия наиболее широко используются в пищевой промышленности ?
8. Области применения амилалитических ферментов.
9. В каких отраслях пищевой промышленности используются пектолитические ферменты ?
10. Назовите продуцентов и область применения целлюлаз.
11. Что такое иммобилизованные ферменты, в чем их преимущество ?

## **6 КОНЦЕПЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Традиционная биотехнология молочных продуктов исторически основана на широком использовании микрофлоры чистых культур в виде заквасок и бакпрепаратов. В соответствии с теорией адекватного питания и развивающимися взглядами трофологии наиболее предпочтительным является применение естественной микрофлоры желудочно–кишечного тракта - бифидобактерий.

Бифидобактерии являются важнейшей категорией функционального питания. Им принадлежит ведущая роль в нормализации микробиоценоза кишечника, улучшении процессов гидролиза и всасывания жиров, белкового и минерального обмена. Колонизируя слизистую оболочку кишечника, бифидобактерии создают механическую преграду внедрению возбудителей кишечных инфекций в слизистую оболочку. Они разрушают канцерогенные вещества, образуемые некоторыми представителями кишечной микрофлоры при азотном обмене, выполняя функцию второй печени. Бифидобактерии не накапливают токсины, не патогенны для человека, не обладают гемолитическими свойствами, не образуют пигменты. Препараты на основе живых лиофилизированных культур бифидобактерий используются для питания грудных детей, для профилактики и лечения дисбактериозов, колитов и других заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Исследования показали, что бифидобактерии являются основным биологическим фактором, обеспечивающим нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта. Количество бифидобактерий снижается у грудных детей при искусственном вскармливании, у взрослых людей – после лечения антибиотиками, стрессов, любых экстремальных ситуаций. Это приводит к возникновению различных заболеваний. Поэтому проблема создания бифидогенных молочных продуктов для детского и диетического питания, способствующих развитию бифидофлоры в организме человека, в

настоящее время привлекает пристальное внимание учёных всего мира. Однако этот вид микроорганизмов очень плохо приживается в коровьем молоке.

На рост и размножение бифидобактерий оказывает влияние целый ряд факторов. Они нуждаются в биотине, пантотеновой кислоте, цистине, рибофлавине, пуриновых и пиримидиновых основаниях, пептидах и аминсахарах, коферменте А, олигосахаридах, некоторых ненасыщенных жирных кислотах. Отдельным штаммам необходим углекислый газ, аммиак, гистидин. Установлена высокая потребность бифидобактерий как в веществах пептидной природы, так и в аминокислотах. Все бифидобактерии являются строгими анаэробами. В молоке имеются все необходимые компоненты, но развитие бифидобактерий сдерживается из-за растворённого кислорода и низкой фосфотазной активности самих бактерий.

Активизируют развитие бифидобактерий в молоке различными способами. В качестве растительных стимуляторов могут быть использованы: соя обезжиренная, экстракты картофеля, кукурузы, тростникового сахара, морковный сок. В этих же целях используют аминокислоты и их соли, аминсахара, сорбит, соли железа, микроэлементы. Активность бифидобактерий в молоке увеличивают экстракты дрожжей, гидролизованное молоко, увеличение соотношения белок: лактоза, добавление сахарозы при концентрации не выше 5%. Имеются сведения о том, что развитию бифидобактерий способствуют сывороточные белки. Общеизвестным бифидус-фактором, стимулирующим развитие бифидобактерий, является лактулоза.

Учёными предложен ряд технологий молочных продуктов, содержащих бифидобактерии. Ассортимент таких продуктов достаточно широк, а назначение разнообразно. Это могут быть различные кисломолочные напитки (йогурт, кефир, простокваша), творог и творожные изделия, быстро созревающие сыры, масло, сливочные кремы, а также существующие веками национальные продукты.

Все бифидосодержащие продукты можно условно разделить на три группы. К первой группе относятся продукты, в которые добавляют жизнеспособные клетки бифидобактерий. Выращивают их на специальных средах, и размножение этих микроорганизмов в продукте не предусматривается. Продукты второй группы получают путём сквашивания сырья чистыми или смешанными культурами бифидобактерий. Активизация роста бифидобактерий достигается вводом в молоко бифидогенных факторов различной природы. При этом допускается использование мутантных штаммов бифидобактерий, адаптированных к молоку и способных развиваться в аэробных условиях. Продукты со смешанным брожением отнесены к третьей группе. Как правило, процесс сквашивания осуществляют совместными культурами бифидобактерий и молочнокислых микроорганизмов. Многие виды молочнокислых стрептококков и палочек стимулируют рост бифидобактерий в молоке. Особенно благоприятные условия для этого создают бактерии ацидофильной палочки. Однако бифидогенная активность продуктов этих групп довольно низкая.

На кафедре технологии молока и молочных продуктов СевКавГТУ разработана концепция биотехнологии экологически чистых бифидосодержащих молочных продуктов нового поколения. Такие продукты-синбиотики обладают “двойным качеством” и имеют высокую бифидогенную активность за счёт содержания как жизнеспособных клеток бифидобактерий (пробиотиков), так и бифидус- факторов (пребиотиков), стимулирующих развитие бифидофлоры в продукте и в организме человека. В качестве бифидус-факторов концепция предполагает использование только компонентов молочного происхождения – лактулозы и сывороточных белковых концентратов, как в нативном виде, так и в виде гидролизатов. Основные требования к бифидус-факторам – высокие качественные показатели (пищевая категория) и экологическая чистота. Высокое качество и экологическая чистота лактулозы обеспечиваются за счёт использования в качестве сырья для её получения лактозы пищевой и применения биологического способа

дополнительной очистки сиропа. Экологическая чистота и высокое качество белковых концентратов обеспечиваются за счёт использования для их получения безреагентного способа биотрансформации молочных белков. После выделения белков методом биотрансформации сыворотка может быть использована для получения высококачественной экологически чистой пищевой лактозы.

В биотехнологии нового поколения молочных продуктов концепция предусматривает использование концентрата молочных белков СБК-К, содержащего казеин и сывороточные белки в регулируемом соотношении.

Белки молока, и особенно сывороточные белки, по своему аминокислотному составу относятся к наиболее ценным белкам животного происхождения, являются источником незаменимых аминокислот. Сделаны наблюдения о положительном влиянии концентратов сывороточных белков на рост бифидобактерий в молочном сырье. Добавление сывороточных белков повышает пищевую и биологическую ценность продуктов питания.

Традиционные методы выделения белка из сыворотки – тепловая и электролитическая коагуляция – характеризуются довольно низкой эффективностью, требуют использования химических реагентов. Они не позволяют получать экологически чистые белковые концентраты пищевой категории качества. Концепция биотехнологии молочных продуктов нового поколения предусматривает использование для получения высококачественных альбумино-казеиновых концентратов СБК-К экологически чистого способа биотрансформации азотистых соединений сыворотки с мицеллами казеина обезжиренного молока или пахты.

Лактулоза – углевод, относящийся к классу дисахаридов и состоящий из остатков молекул галактозы и фруктозы, является необходимым компонентом многих групп функциональных продуктов. Бифидогенная активность лактулозы доказана многочисленными исследованиями. Например, Braun с сотрудниками установили, что при включении 1% лактулозы в смеси для детского питания уровень естественной для грудных детей бифидофлоры

повышается с 30 – 40% до 80 –95%. Другие исследователи доказали, что при добавлении 2 –3% лактулозы в ежедневный рацион взрослых людей наблюдается активное развитие молочнокислых бактерий, снижается уровень вредной протеолитической микрофлоры. Лактулоза также успешно применяется при лечении печеночной недостаточности и системной энцефалопатии, желудочно-кишечных заболеваний.

Эффективность применения лактулозы в лечебно-профилактическом питании объясняется тем, что она не расщепляется в желудке и тонком кишечнике человека из-за отсутствия необходимых для этого ферментов. В толстом кишечнике лактулоза служит питательной средой для развития бифидобактерий и лактобацилл, рост которых резко увеличивается. Выделяющаяся при этом молочная кислота подавляет рост бактериоидов и других микроорганизмов, выделяющих в результате метаболизма индол, скатол, крезол, аммиак и другие вредные вещества. Прекращается всасывание в кровь токсичных веществ, отравление печени и мозга.

Согласно современным теоретическим положениям науки о химических превращениях углеводов, лактулоза может быть получена из лактозы двумя основными путями. Первый – это реакция Лобри де Брюина – Альберда 23нфо Экенштейна (т.н. LA-трансформация), механизм которой связан с образованием промежуточной енольной формы лактозы и эпилактозы. Вторым путем предполагает взаимодействие лактозы с аммиаком или аминами. Образовавшийся при этом лактозиламин подвергается перегруппировке Amadori до лактулозиламина и последующему гидролитическому расщеплению. Перегруппировка Amadori связана с образованием значительных количеств побочных продуктов реакции, в т.ч. аминосоединений, наличие которых в растворе редуцирующих углеводов может привести к образованию тёмноокрашенных меланоидинов. Поэтому известные промышленные способы получения лактулозы основаны на щелочной изомеризации лактозы по механизму LA-трансформации. Эта технология позволяет получить сироп,

состоящий из лактозы и лактулозы. Для получения более чистых препаратов лактулозы необходима очистка сиропов от лактозы.

Сыворотка, освобождённая от белков методом биотрансформации азотистых соединений, используется для получения экологически чистой лактозы пищевой категории качества.

Лактоза пищевая используется в биотехнологии нового поколения молочных продуктов как высококачественное экологически чистое сырьё для получения бифидус-фактора – лактулозы.

Лактоза – основной углевод молока, имеет высокую пищевую, биологическую и лечебную ценность, структурно-механические характеристики, адсорбционные свойства, выполняет не только энергетические, но и структурно-пластические функции. Имея энергетическую ценность, равную сахарозе, лактоза обладает более высокими медико-биологическими и функциональными свойствами.

Лактоза является трудногидролизуемым углеводом. Достигая отдела толстого кишечника, она способствует поддержанию кислой реакции среды в кишечнике и подавляет жизнедеятельность патогенных микроорганизмов, особенно гнилостных и инфекционных возбудителей, стимулирует кишечную перистальтику. Лактозе присуща серологическая и бифидогенная активность. Она способствует развитию в кишечнике бифидо- и колифлоры. Благодаря потреблению лактозы повышается эффективность действия лизоцима. Лактоза препятствует декальцинированию костей и необходима для синтеза цереброзидов и мукополисахаридов головного мозга, облегчает пищеварение, поддерживает необходимое равновесие между компонентами минерального комплекса в крови, некариогенна.

Потребление лактозы не приводит к ожирению. Она способствует липидному обмену и снижает образование жира в печени. Лактоза препятствует инактивации витамина С в продуктах из овощей. Она способствует всасыванию витаминов, поступающих с пищей, и аминокислот, образующихся при ферментативном распаде белковых веществ.

Лактоза в шесть раз менее сладка и в три раза меньше растворима в воде, чем сахароза, менее гигроскопична и более сыпуча, обладает хорошими поглотительными свойствами. Перечисленные свойства лактозы делают её незаменимым компонентом продуктов детского и диетического питания и других специальных продуктов для детерминированных групп населения.

В основу производства лактозы (молочного сахара) из осветлённой молочной сыворотки положена кристаллизация лактозы из пересыщенных растворов. Эта технология позволяет получать молочный сахар высокого качества и наиболее приемлема с точки зрения организации производства. Основное влияние при этом на качественные показатели получаемого продукта оказывает способ очистки лактозосодержащего сырья от нес сахаров. Использование метода биотрансформации для выделения белка из молочной сыворотки позволяет получить экологически чистый продукт пищевой категории качества.

Таким образом, концепция биотехнологии нового поколения молочных продуктов с бифидогенной активностью реализуется в системном виде: биотехнология лактозы и молочных белковых концентратов – биотехнология лактулозы – биотехнология бифидогенных молочных продуктов. Принципиальная схема биотехнологии нового поколения молочных продуктов с бифидогенной активностью представлена на рис. 1.5.

Основные принципы биотехнологии нового поколения бифидогенных продуктов:

- высокая пищевая, биологическая и лечебная ценность получаемых продуктов, соответствие мировым стандартам качества;
- экологическая чистота продуктов за счёт использования экологически чистого сырья, безреагентных и биотехнологических процессов;
- использование недорогих и недефицитных сырьевых источников;
- максимальное использование компонентов молочного сырья на пищевые цели;
- поточность и экологическая чистота технологических процессов;

- предотвращение загрязнения окружающей среды за счёт комплексной переработки молочного белково-углеводного сырья;
- социальная направленность (защита эндоэкологии человека, сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни).

Продукты, получаемые по предлагаемой биотехнологии:

- лактоза пищевая;
- альбумино-казеиновый белковый концентрат СБК-К для пищевых целей;
- сироп лактулозы пищевой категории качества;
- молочные продукты с бифидогенной активностью, содержащие бифидофлору и бифидус-фактор.

Назначение получаемых продуктов:

- лактоза пищевая – компонент пищевых продуктов и сырьё для получения экологически чистых производных (лактулозы и др.),
- альбумино-казеиновый белковый концентрат СБК-К – использование в производстве бифидогенных молочных и других видов продуктов, для детерминированных групп населения и массового потребления;
- сироп лактулозы – использование в производстве бифидогенных продуктов общего и лечебно-профилактического назначения;
- молочные продукты с бифидогенной активностью – детское, диетическое, лечебно-профилактическое и ординарное питание, а также массовое потребление.

Концепция биотехнологии нового поколения молочных продуктов с бифидогенной активностью реализуется в технологии молочных продуктов – лактозы, белковых концентратов и лактулозы и разработать научно-технические основы биотехнологии нового поколения экологически чистых молочных продуктов, обладающих высокой бифидогенной активностью за счёт содержания жизнеспособных клеток бифидобактерий и бифидус-факторов, стимулирующих развитие бифидофлоры как в продукте, так и в организме человека.

## 7 МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ РЕЦЕПТУР

### 7.1 Метод нечёткого моделирования для прогнозирования потребительских характеристик пищевых продуктов

Среди работ, посвящённых математическому моделированию рецептов и технологических режимов приготовления продуктов питания [1, 12], наряду с традиционными регрессионными моделями используется современный математический аппарат нейронных сетей [28] и систем с нечётким выводом [10]. Неоспоримым преимуществом систем с нечётким выводом является также то, что математический аппарат нечёткой логики позволяет осуществлять анализ в том случае, если оценка исходных экспериментальных данных не может быть представлена в явной числовой форме и носит субъективный характер.

Применение систем нечёткого вывода состоит из ряда процедур подготовки и обработки данных [3]:

- 1) планирование и постановка экспериментальных исследований;
- 2) обработка массива экспериментальных данных для формулирования правил работы системы. На данном этапе может быть использована программа Clustering, входящая в пакет MatLab, которая обеспечивает кластеризацию набора экспериментальных данных свывявлением чётких кластеров, используемых для формулировки правил функционирования системы;
- 3) построение системы с использованием модуля Fuzzy Logic Toolbox, входящего в пакет MatLab;
- 4) использование построенной системы для проектирования новых рецептов пищевых продуктов. Математическое функционирование экспертной системы на основе нечёткого вывода состоит из четырёх основных этапов: фазсификации исходных данных; вычисления значений истинности для предпосылок каждого из предикатных правил; композиции нечётких

подмножеств, назначенных для каждой входной переменной; приведения к чёткости (дефаззификация) в случае необходимости получения числового ответа.

Преимущества использования систем с нечётким логическим выводом особенно ярко проявляются при проектировании рецептур многокомпонентных пищевых продуктов, качество которых оценивается по результатам сенсорного анализа. Накапливается опыт использования аппарата нечеткой логики для определения оптимального соотношения рецептурных ингредиентов в комбинированных молочных и мясных продуктах, хлебобулочных и кондитерских изделиях.

Существует алгоритм построения системы нечёткого логического вывода с использованием модуля Fuzzy Logic Toolbox, входящего в пакет MatLab. Который нацелен на моделирование зависимости качества готового продукта от концентрации и размера частиц ингредиентов при изготовлении конкретных продуктов. Построение системы проводится на основе экспериментальных данных и сенсорного анализа изготовленных образцов продукта.

## 7.2. Метод нейронно-сетевого подхода для установления оптимального компонентного состава пищевых продуктов

Для обработки результатов эксперимента при моделировании технологических процессов в пищевой промышленности хорошо зарекомендовал себя метод нейронно-сетевого подхода [3], подразумевающего создание и использование искусственной нейронной сети (НС). В состав математического пакета MatLab входит пакет Neural Networks Toolbox (нейронные сети), который содержит средства для проектирования, моделирования, обучения и использования аппарата искусственных нейронных сетей. В качестве основных этапов реализации нейронно-сетевого подхода для решения множества разнообразных задач можно выделить:

- 1) подготовку данных для тренировки сети;
- 2) создание сети;

- 3) обучение сети;
- 4) тестирование сети;
- 5) моделирование сети (использование сети для решения конкретной задачи).

Используется нейронно-сетевой подход для установления оптимального рецептурного состава молочного продукта.

### 7.3. Метод линейного программирования для оптимизации рецептур со сложным сырьевым составом

Среди различных моделей технологических процессов особое место занимают линейные модели, т.е. модели, где математические зависимости (равенства или неравенства) – линейны относительно всех переменных величин, включённых в модель. Сущность задач такого рода заключается в том, чтобы из множества возможных вариантов рецептур необходимо выбрать по заданному признаку (критерию) оптимальный вариант путём направленного варьирования количественными соотношениями сырьевых компонентов.

Решение поставленной задачи осуществляется в несколько этапов:

- 1) формируется информационный банк данных, который включает химический состав ингредиентов, оптовые цены;
- 2) на основе информационного банка данных составляются балансовые линейные уравнения: по химическому составу конечного продукта (например, по содержанию жира, СОМО, воды, углеводам);
- 3) определяются технологические ограничения на использование отдельных видов ингредиентов (соли, специй и т.д.) согласно нормативной технической документации;
- 4) выбирается критерий (функция цели) оптимизации энергетической ценности продукта;
- 5) решается поставленная задача в компьютерной математической системе;
- 6) проводится анализ вариантов разработанных многокомпонентных пищевых продуктов с технологической и экономической точек зрения, и выбирается тот, который наиболее полно отвечает поставленной цели.

В результате решения системы линейных балансовых уравнений с учётом принятых обозначений получаем рассчитанные варианты рецептур при производстве конкретного количества продукта .

Представленный выше метод проектирования многокомпонентных пищевых продуктов с различной энергетической ценностью, основанный на линейном программировании, отличается простотой, наглядностью и информативностью и может быть использован при проектировании многокомпонентных пищевых продуктов питания с заданными свойствами.

При использовании современных компьютерных технологий сложные задачи проектирования рецептур многокомпонентных продуктов питания с заданными свойствами решаются без потери оперативности управления производством.

## **8 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

### **8.1 Лабораторная работа №1**

#### **Биотехнология приготовления заквасок**

##### **1 Цель и задачи**

**Цель работы:** изучение биотехнологии первичной и пересадочной лабораторной закваски.

**Задачи:** приобретение практических навыков по изготовлению заквасок; изучить режимы заквашивания отдельных видов заквасок; сделать выводы по продолжительности свёртывания, кислотности, органолептическим показателям заквасок.

##### **2 Оборудование, приборы и материалы**

Для работы используют термостаты с автоматическим регулированием температуры, микроскоп, аппаратуру и реактивы для определения кислотности, образования углекислого газа; стерильные пипетки, колбы и молочные бутылки, горелку; сухие или жидкие закваски, первичную лабораторную закваску, кефирные грибки; обезжиренное молоко кислотностью не более 20°Т,

полученное из натурального молока первого сорта плотностью не ниже 1,028 кг/м<sup>3</sup>.

### **3 Методы исследования**

Органолептические и физико-химические показатели исходного молока определяют с помощью стандартных методов: температуру – по ГОСТ 26754–85; кислотность – по ГОСТ 3624–92; группу чистоты – по ГОСТ 8218–89; pH – по ГОСТ 26781–85; плотность – по ГОСТ 3625–84; массовую долю жира – по ГОСТ 5867–90; массовую долю белка – путем формольного титрования по ГОСТ 25179–90; термоустойчивость по алкогольной пробе – по ГОСТ 25228–82; органолептические показатели – по ГОСТ 28283–89.

### **4 Порядок выполнения работы**

Готовится первичная лабораторная закваска. Каждая бригада готовит один вид закваски по заданию преподавателя таблица А1, приложение А. Молоко заливается в колбу (0,3-0,5 дм<sup>3</sup>), закрывается ватной пробкой. Затем производится тепловая обработка по 1 из вариантов:

- стерилизация при давлении 0,1 МПа  $\tau = 10-15$  мин.,
- кипячение  $\tau = 30$  мин.,
- пастеризация  $t = 95^{\circ}\text{C}$   $\tau = 1$  час.

После тепловой обработки молоко охлаждается до температуры заквашивания. Температуру заквашивания и сквашивания устанавливается в зависимости от вида закваски по таблице Б1 приложения Б. В охлажденное до температуры заквашивания молоко вносится закваска.

Перед внесением сухой или жидкой бактериальной закваски проверяется целостность и укупорка флакона. Если при осмотре обнаружена трещина в стекле или плохая укупорка флакона, данная порция закваски не используется. Край флакона обжигается, вынимается пробка и сухая закваска растворяется добавлением во флакон стерильной пипеткой 5-7 мл стерилизованного молока, подготовленного для заквашивания. Растворенная порция закваски переносится

стерильно в стерилизованное молоко (проба 1). Количество молока для заквасок определяется по таблице Б1 приложения Б.

При использовании жидкой закваски пробка флакона проводится через пламя горелки и быстро снимается, открытый край еще раз проводится над пламенем горелки, после чего содержимое флакона выливается в подготовленное молоко.

Молоко после внесения сухой или жидкой закваски тщательно перемешивается, помещается в термостат и остается в покое до образования плотного сгустка. Продолжительность сквашивания зависит от вида закваски.

Пересадочная лабораторная закваска готовится также как первичная закваска. В охлажденное до температуры заквашивания молоко стерильно вносится 2-3 % лабораторной закваски в две колбы по 0,3-0,5 дм<sup>3</sup> (проба 2, проба 3). Затем молоко тщательно перемешивается и остается в термостате до образования плотного сгустка.

В первичной и пересадочной лабораторных заквасках определяется продолжительность свертывания молока. После образования сгустка они охлаждаются до 8-10°С. Одна емкость с пересадочной лабораторной закваской используется для оценки качества закваски: определяется кислотность, проводится органолептическая оценка. Первичная лабораторная закваска и вторая емкость с пересадочной лабораторной закваской хранится при 3-6°С и используется в следующей работе.

Для приготовления кефирной грибковой закваски обезжиренное молоко разливается в количестве 200 дм<sup>3</sup> в 4 молочные бутылки или колбы закрываются ватными пробками. Подготовленное молоко пастеризуется в водяной бане при 92-95 °С в течение 20-30 мин. Затем молоко охлаждается до 20 °С и в него помещаются кефирные грибки из расчета 1 часть грибков на 20 частей молока (1 бригада), 30 частей молока (2 бригада), 40 частей молока (3 бригада), 50 частей молока (4 бригада). Через 15-18 часов закваска с грибками тщательно перемешивается, через 7 ч закваска снова перемешивается, и отделяются грибки процеживанием закваски через металлическое сито. Сито,

ложка должны быть вымыты, протерты спиртом и обожжены над пламенем горелки.

В полученной закваске определяется кислотность, проводится оценка вкуса и консистенции.

## 5 Оформление работы

8. Описать приготовление первичной лабораторной закваски из сухой культуры, пересадочной лабораторной и кефирной грибковой заквасок. Результаты режимов и качественных показателей заквасок оформляются в виде таблицы 2.

Таблица 2 Режимы и качественные показатели заквасок

№ пробы	Состав закваски	Температура сквашивания, °С	Продолжительность сквашивания, час	Кислотность, °Т	Органолептическая оценка	
					вкус	консистенция
1						
2						

Сделать выводы: первичной лабораторной закваске по продолжительности свертывания, пересадочной лабораторной закваски по продолжительности свертывания, кислотности, вкусу, запаху и консистенции; грибковой закваски в зависимости от соотношения грибков и молока – по вкусу, аромату, консистенции, кислотности.

## 6 Контрольные вопросы

1. В каком виде культуры молочнокислых бактерий поступают на молочные заводы?
2. Назовите режимы тепловой обработки молока для лабораторной и производственной заквасок.
3. Какие факторы учитываются при подборе культур для заквасок?
4. В чем отличие сухого бактериального концентрата от сухой заквасок?
5. Назовите пути повышения активности заквасок.

## **8.2 Лабораторная работа №2**

### **Изучение интенсивности кислотообразования заквасок**

#### **1 Цель и задачи**

**Цель работы:** изучение влияния количества закваски, ее состава, активности и температуры сквашивания на интенсивность кислотообразования и продолжительность свертывания. По полученным данным устанавливают интенсивность кислотообразования в разные фазы развития микроорганизмов.

**Задачи:** выработка продукта, исследование влияния качественных и количественных показателей на интенсивность кислотообразования и продолжительность свертывания, дать выводы по результатам исследований.

#### **2 Оборудование, приборы и материалы**

Термостаты с автоматическим регулированием температуры, аппаратура и реактивы для определения кислотности, плотности, стерильные пипетки, колбы (молочные бутылки), горелки; первичная и пересадочная лабораторные закваски, обезжиренное или цельное натуральное молоко высшего или первого сорта по ГОСТ – Р 52054-2004.

#### **3 Методы исследования**

Органолептические и физико-химические показатели исходного молока определяют с помощью стандартных методов: температуру – по ГОСТ 26754–85; кислотность – по ГОСТ 3624–92; группу чистоты – по ГОСТ 8218–89; pH – по ГОСТ 26781–85; плотность – по ГОСТ 3625–84; массовую долю жира – по ГОСТ 5867–90; массовую долю белка – путем формольного титрования по ГОСТ 25179–90; термоустойчивость по алкогольной пробе – по ГОСТ 25228–82; органолептические показатели – по ГОСТ 28283–89.

#### 4 Порядок выполнения работы

Работа выполняется в 4 вариантах:

- *1 вариант* – влияние состава закваски (1 бригада).
- *2 вариант* - влияние количества закваски (2 бригада),
- *3 вариант* – влияние активности закваски (3 бригада),
- *4 вариант* – влияние температуры сквашивания (4 бригада).

В колбы или молочные бутылки заливается обезжиренное или цельное молоко (по две емкости на один вариант), закрывают ватными пробками и пастеризуют в водяной бане при 92-95°C в течение 20-30 мин. В процессе выдержки молока при заданной температуре постоянно перемешивается для равномерного прогрева. После пастеризации молоко охлаждается до температуры заквашивания. В охлажденное молоко вносится 2-3 % пересадочной лабораторной закваски, тщательно перемешивается и помещается в термостат при соответствующей температуре.

**1 вариант** – для определения влияния состава закваски по две колбы с пастеризованным молоком заквашиваются заквасками разного состава (например, закваска для творога и сметаны, ряженки и йогурта и др.) при свойственных им температурах заквашивания. Сквашивают молоко также при температурах, соответствующих каждому составу.

**2 вариант** – влияние количества закваски устанавливается, заквашивая пастеризованное и охлажденное до одинаковой температуры молоко разным количеством (3 и 5%) одной и той же закваски (по две колбы). Молоко сквашивается в одинаковых условиях.

**3 вариант**- для того чтобы выявить влияние температуры сквашивания, в четыре колбы с молоком вносят одну и ту же закваску при двух разных температурах (разница не менее 5°C). При этих же температурах проводят сквашивание.

**4 вариант** – влияние активности закваски определяется также в двух вариантах, заквашивая две колбы первичной лабораторной и две

пересадочной лабораторной заквасками одного и того же вида. Количество закваски и температура сквашивания одинаковые.

Для определения кислотности из одной емкости каждого варианта сразу после сквашивания и через каждые последующие 30 мин в процессе сквашивания отбираются пробы. По второй емкости отмечается время начала свертывания и образования плотного сгустка, после чего закваску переносится из термостата в холодильник.

По полученным данным строятся графики изменения кислотности в процессе сквашивания. На графике выделяют фазу медленного нарастания кислотности, соответствующую фазе ассимиляции микроорганизмов (lag-фаза), и фазу интенсивного нарастания кислотности. Определяется скорость роста кислотности в этих фазах ( $^{\circ}\text{T}/\text{ч}$ ). Устанавливается продолжительность сквашивания и кислотность, при которой образовался сгусток. Полученные результаты сопоставляются и устанавливают влияние исследованных факторов на продолжительность фазы ассимиляции, скорость роста кислотности, продолжительность сквашивания.

В параллельных колбах, в которых сквашивание проходило без перемешивания, визуально определяется качество сгустка, его прочность, а также вкус и консистенцию.

## **5 Оформление работы**

Описывается последовательность выполнения работы. Строится график (рисунок 1).



Рисунок 1 График зависимости кислотности от времени

Дается характеристика исследования заквасок. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Характеристика заквасок

№ варианта	Закваска	Количество, %	Температура сквашивания, С°	Кислотность в конце сквашивания, °Т	Продолжительность lag-фазы, ч	Скорость роста кислотности, °Т/ч	
						минимальная	максимальная

Приводится характеристика вкуса и консистенции образцов заквасок (таблица 2). Делается вывод о влиянии состава закваски, температуры сквашивания, количества и активности закваски на продолжительность свертывания и lag-фазы, скорость роста кислотности.

Таблица 2 Органолептическая оценка заквасок

№ варианта	Закваска	Органолептическая оценка	
		Вкус	Консистенция

## 6 Контрольные вопросы

1. Назовите микроорганизмы, используемые в производстве кисломолочных продуктов.

2. Как влияет температура на продолжительность сквашивания?
3. От чего зависит продолжительность lag-фаз?
4. В чем различие между lag-фазы и log-фазы?
5. Охарактеризуйте стационарную фазу.
6. Назовите причины отмирания клеток (старение культуры).
7. Нарисуйте кривую роста бактериальной популяции, охарактеризуйте основные фазы роста культуры.

### **8.3 Лабораторная работа №3**

#### **Изучение динамики изменения содержания лактозы в процессе сквашивания**

##### **1 Цели и задачи**

**Цель работы:** изучение влияния количества закваски, ее состава, активности и температуры сквашивания на интенсивность кислотообразования, продолжительность свертывания и на изменение содержания лактозы в продукте. По полученным данным устанавливают интенсивность кислотообразования в разные фазы процесса сквашивания и динамику содержания лактозы в продукте.

**Задачи:** сквашивание молока, исследование влияния качественных и количественных показателей на интенсивность кислотообразования, продолжительность свертывания, дать заключение по исследованию изменения содержания лактозы в продукте.

##### **2 Оборудование, приборы и материалы**

Термостаты с автоматическим регулированием температуры, рефрактометр ФЭК; аппаратуру и реактивы для определения кислотности, плотности, стерильные пипетки, колбы (молочные бутылки), горелки; первичная и пересадочная лабораторные закваски, обезжиренное или цельное натуральное молоко высшего или первого сорта по ГОСТ - Р 52054-2004.

### 3 Методы исследование

Кислотность определяют титрованием, плотность — ареометрическим методом; вкус, запах и консистенцию — органолептически, содержание лактозы – рефрактометрическим методом.

### 4 Порядок выполнения работы

Работа выполняется в *4 вариантах*:

- *1 вариант* - влияние состава закваски
- *2 вариант* - влияние количества закваски
- *3 вариант* - влияние активности закваски
- *4 вариант* - влияние температуры сквашивания.

В колбы или молочные бутылки заливается обезжиренное или цельное молоко (по две емкости на один вариант), закрывают ватными пробками и пастеризуют в водяной бане при 92—95°C в течение 20—30 мин. В процессе выдержки молока при заданной температуре постоянно перемешивается для равномерного прогрева. После пастеризации молоко охлаждается до температуры заквашивания. В охлажденное молоко вносится 2—3 % пересадочной лабораторной закваски, тщательно перемешивается и помещается в термостат при соответствующей температуре.

**1 вариант** - для определения влияния состава закваски по две колбы с пастеризованным молоком заквашиваются заквасками разного состава (например, закваска для творога и сметаны, ряженки и йогурта и др.) при свойственных им температурах заквашивания. Сквашивают молоко также при температурах, соответствующих каждому составу.

**2 вариант** - влияние количества закваски устанавливается, заквашивая пастеризованное и охлажденное до одинаковой температуры молоко разным количеством (3 и 5%) одной и той же закваски (по две колбы). Молоко сквашивается в одинаковых условиях.

**3 вариант-** для того чтобы выявить влияние температуры сквашивания, в четыре колбы с молоком вносят одну и ту же закваску при двух разных температурах (разница не менее 5°C). При этих же температурах проводят сквашивание.

**4 вариант** - влияние активности закваски определяется также в двух вариантах, заквашивая две колбы первичной лабораторной и две пересадочной лабораторной заквасками одного и того же вида. Количество закваски и температура сквашивания одинаковые.

Для определения кислотности и содержания лактозы из каждой емкости каждого варианта сразу после заквашивания и через каждые последующие 30 мин в процессе сквашивания отбираются пробы. По второй емкости отмечается время начала свертывания и образования плотного сгустка, после чего сквашенный продукт переносится из термостата в холодильник.

По полученным данным строятся графики изменения кислотности и содержания лактозы в процессе сквашивания. На графике выделяют фазу медленного нарастания кислотности, соответствующую фазе ассимиляции микроорганизмов (lag-фаза), и фазу интенсивного нарастания кислотности. Определяется скорость роста кислотности в этих фазах (°Т/ч). Устанавливается продолжительность сквашивания и кислотность, при которой образовался сгусток. Полученные результаты сопоставляются с изменением содержания лактозы в продукте и устанавливают влияние исследованных факторов на продолжительность фазы ассимиляции, скорость роста кислотности, продолжительность сквашивания.

В параллельных колбах, в которых сквашивание проходило без перемешивания, визуально определяется качество сгустка, его прочность, а также вкус и консистенцию.

## 5 Оформление работы

Описывается последовательность выполнения работы. Дается характеристика исследования сквашиваемых продуктов. Строится график (рисунок 1) [4].

Таблица 1 Характеристика закваски

№ варианта	Закваска	Количество, %	Температура сквашивания, С <sup>0</sup>	Кислотность в конце сквашивания, °Т	Массовая доля лактозы, %	Скорость роста кислотности, °Т/ч	
						минимальная	максимальная

Приводится характеристика вкуса и консистенции образцов сквашиваемых продуктов (таблица 2). Делается вывод о влиянии состава закваски, температуры сквашивания, количества и активности закваски на продолжительность свертывания и lag-фазы, скорость роста кислотности и на изменение содержания лактозы в продукте.

Таблица 2 Органолептическая оценка продукта

№ варианта	Закваска	Органолептическая оценка		
		вкус	запах	консистенция

## 6 Контрольные вопросы

- 1 Назовите микроорганизмы, используемые в производстве кисломолочных продуктов.
- 2 Как влияет температура на продолжительность сквашивания?
- 3 От чего зависит продолжительность lag-фаз?
- 4 В чем различие между мезофилами и термофилами?
- 5 Охарактеризуйте стационарную фазу.
- 6 Назовите причины отмирания клеток (старение культуры).

7 Нарисуйте кривую роста бактериальной популяции, охарактеризуйте основные фазы роста культуры.

8 Сущность молочнокислого брожения.

9 Распад лактозы в процессе молочнокислого брожения.

## **8.4 Лабораторная работа №4**

### **Биотехнология кисломолочных напитков с гомоферментативным брожением**

#### **1 Цели и задачи**

**Цель работы:** изучение технологии кисломолочных напитков «Южный» и «Снежок» резервуарным способом.

**Задачи:** выработать из пастеризованного при разных режимах молока один вид кисломолочного продукта; пронаблюдать за процессом сквашивания; исследовать свойства готового продукта в зависимости от режима пастеризации.

#### **2 Оборудование, приборы и материалы**

Термостойкие колбы по 0,5 дм<sup>3</sup> - 4шт., аппаратуры и реактивы для определения содержания жира, кислотности и плотности молока, молоко цельное с кислотностью не выше 20°Т, пересадочную лабораторную закваску для жидких кисломолочных продуктов.

#### **3 Методы исследования**

Кислотность определяют титрованием; содержание жира - кислотным методом Гербера; вязкость – по времени истечения.

Для определения вязкости готовый продукт температурой 20°С тщательно перемешивать до однородного состояния. Вязкость определяют по времени истечения из пипетки вместимостью 100 мл с выходным отверстием диаметром 5 мм.

#### 4 Продуктовые расчеты

Определяют массу сырья, необходимого для выработки кисломолочного напитка по формуле:

$$M_{\text{кмн}} = \frac{M_{\text{км}} \cdot N_{\text{км}}}{1000}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{кмн}}$  – масса сырья с учетом потерь для выработки кисломолочного напитка, кг;

$M_{\text{км}}$  – масса кисломолочного напитка, кг;

$N_{\text{км}}$  – норма расхода сырья, необходимого для выработки пастеризованного молока, с учетом нормативных потерь, в зависимости от вида фасовки и мощности завода, кг/т.

Расчеты по нормализации молока проводят так же, как при выработке пастеризованного молока.

Массу бактериальной закваски рассчитывают по формуле:

$$M_3 = \frac{M_{\text{кмн}} \cdot P_3}{100}, \quad (2)$$

где  $M_{\text{кмн}}$  – масса сырья для выработки кисломолочного продукта, кг;

$P_3$  – норма расхода закваски по технологической инструкции, %.

В случае использования закваски, приготовленной на обезжиренном молоке, массовую долю жира нормализованного молока до внесения закваски рассчитывают по формуле:

$$J_{\text{нм}} = \frac{100 \cdot J_{\text{км}} - P_3 \cdot J_3}{100 - P_3}, \quad (3)$$

где  $J_{\text{нм}}$  – массовая доля жира нормализованного молока перед заквашиванием, %;

$J_{\text{км}}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке после заквашивания, (соответствует массовой доле жира готового продукта);

$J_3$  – массовая доля жира закваски (при изготовлении ее из обезжиренного молока с массовой долей жира 0,05 %).

Масса нормализованного молока до внесения закваски рассчитывается по формуле:

$$M_{н} = M_{кнн} - M_{з}, \quad (4)$$

При нормализации молока путем смешивания сырья в резервуаре, если массовая доля жира в исходном молоке выше стандартной расчет выполняют в следующем порядке.

Определяют массу цельного молока, направленного на выработку нормализованного молока, по формуле:

$$M_{м} = \frac{M_{нм}(J_{нм} - J_{о})}{(J_{м} - J_{о})}, \quad (5)$$

где  $J_{нм}$ ,  $J_{о}$ ,  $J_{м}$  – массовые доли жира в нормализованном, обезжиренном и исходном цельном молоке, %.

Массу обезжиренного молока для нормализации определяют по формуле:

$$M_{о} = \frac{M_{нм}(J_{м} - J_{нм})}{(J_{м} - J_{о})} \text{ или по разности } M_{о} = M_{нм} - M_{м}, \quad (6)$$

Массу молока, которое необходимо просепарировать для нормализации обезжиренным молоком определяют по формуле:

$$M_{м.сеп} = \frac{M_{о}(J_{сл} - J_{о})}{(J_{сл} - J_{м})} \cdot \frac{100}{(100 - \Pi)}, \quad (7)$$

где  $\Pi$  – предельно допустимые потери при сепарировании (0,38 %).

Масса сливок полученных от сепарирования определяется по формуле:

$$M_{сл} = M_{м.сеп} - M_{о}, \quad (8)$$

Если массовая доля жира в нормализованном молоке больше, чем в молоке-сырье  $J_{нм} > J_{м}$ , то необходимую массу молока для нормализации определяют по формуле:

$$M_{м} = \frac{M_{нм}(J_{сл} - J_{нм})}{(J_{сл} - J_{м})}, \quad (9)$$

Затем определяют массу сливок для нормализации – по следующей формуле:

$$M_{сл} = \frac{M_{нм}(J_{нм} - J_{м})}{(J_{сл} - J_{м})}, \quad (10)$$

Массу молока, которое необходимо просепарировать для получения сливок, идущих на нормализацию молока, рассчитывают по формуле:

$$M_{\text{м.сеп}} = \frac{M_{\text{сл}} (Ж_{\text{сл}} - Ж_0)}{(Ж_{\text{м}} - Ж_0)} \cdot \frac{100}{(100 - П)}, \quad (11)$$

Массу обезжиренного молока, полученного при сепарировании, определяют по формуле:

$$M_0 = M_{\text{м.сеп}} - M_{\text{сл}}, \quad (12)$$

**Пример 1.** Рассмотрим пример продуктового расчета 1000 кг кисломолочного напитка с массовой долей жира 2,5 %, расфасованного в пакеты из полиэтиленовой пленки по 0,5 дм<sup>3</sup>.

По массе готового продукта определяют массу нормализованного молока  $M_{\text{н}}$  в кг с учетом предельно допустимых потерь молока при приемке, обработке и расфасовке:

$$M_{\text{кмн}} = \frac{M_{\text{км}} \cdot П_{\text{км}}}{1000}, \quad (13)$$

где  $M_{\text{км}}$  - масса кисломолочного напитка, кг;

$P$  - норма расхода нормализованного молока на 1 т продукта, кг/т.

$$M = 1000 \times 1011,7/1000 = 1011,7 \text{ кг.}$$

Массу бактериальной закваски рассчитывают по формуле:

$$M_3 = \frac{M_{\text{кмн}} \cdot P_3}{100}, \quad (14)$$

где  $P_3$  - массовая доля бактериальной закваски в нормализованной смеси, %.

$$M_3 = 1011,7 \times 5/100 = 50,59 \text{ кг.}$$

Массовую долю жира нормализованного молока до внесения закваски рассчитывают по формуле:

$$Ж_{\text{нм}} = \frac{100 \cdot Ж_{\text{км}} - P_3 \cdot Ж_3}{100 - P_3}, \quad (15)$$

Массовая доля жира нормализованного молока  $Ж_{\text{нм}}$  до внесения бактериальной закваски вычисляется по формуле:

$$Ж_{\text{нм}} = (100 \times 2,5 - 5 \times 0,05)/(100 - 5) = 2,62 \%,$$

Масса нормализованного молока до внесения закваски рассчитывается по формуле:

$$M_H = M_{\text{кнн}} - M_3, \quad (16)$$

Масса нормализованного молока до внесения закваски

$$M_H = 1011,7 - 50,59 = 961,11 \text{ кг.}$$

Определяют массу цельного молока, направленного на выработку нормализованного молока, по формуле:

$$M_M = \frac{M_{\text{нн}}(J_{\text{нн}} - J_0)}{(J_M - J_0)}, \quad (17)$$

где  $J_{\text{нн}}$ ,  $J_0$ ,  $J_M$  – массовые доли жира в нормализованном, обезжиренном и исходном цельном молоке, %.

Масса молока для составления смеси рассчитывается по формуле:

$$M_M = 961,11 (2,62 - 0,05)/(3,5 - 0,05) = 715,95 \text{ кг.}$$

Массу обезжиренного молока для нормализации определяют по формуле:

$$M_0 = \frac{M_{\text{нн}}(J_M - J_{\text{нн}})}{(J_M - J_0)} \text{ или по разности } M_0 = M_{\text{нн}} - M_M, \quad (18)$$

Масса обезжиренного молока, включая и массу закваски, определяется по формуле:

$$M_0 = 961,11 (3,5 - 2,62)/(3,5 - 0,05) = 245,15 \text{ кг.}$$

## 5 Порядок выполнения работы

Определить состав и свойства исходного сырья для производства напитков - молока цельного, молока обезжиренного (массовая доля жира, кислотность, плотность, массовая доля сухих веществ). Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Физико-химические показатели сырья

Сырье	Кислотность, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля жира, %	Массовая доля сухих веществ, %
Молоко				
Обезжиренное				

МОЛОКО				
--------	--	--	--	--

Каждой бригаде в соответствии с заданием преподавателя выполнить продуктовый расчет для напитка с массовой долей жира 1,5;2,5; 3,2 %и определить потребность в сырье таблиц 2.

Т а б л и ц а 2 Рецептуры напитка «Снежок»

Сырье	Массовая доля жира		
	2,5 %	1 % (с плодоягодным сиропом)	1 % (с плодоягодным пюре)
Молоко с м.д.ж.3,2 %	794,8	319,1	320,2
Молоко обезжиренное	84,9	530,9	495,5
Плодово-ягодное пюре	-	100	-
Сахар-песок	70,3	-	70,3
Закваска на обезж. молоке	50,0	50,0	50,0
Итого	1000	1000	1000

3. Составить 0,5 дм<sup>3</sup> нормализованной смеси для производства кисломолочного напитка резервуарным способом. Смесь разлить в две термостойкие колбы по 0,5 дм<sup>3</sup> и пастеризовать: 1-й бригаде при 90-92 °С с выдержкой 2-3 мин; 2-й бригаде при 76—78 °С с выдержкой 20 с; 3-й бригады 72-74°С с выдержкой 20°С; 4-й бригаде 63°С с выдержкой 30 мин. Пастеризованную нормализованную смесь охладить до температуры заквашивания и внести в колбы по 5 % закваски. Смесь хорошо перемешать с закваской, закрыть колпачками из фольги, пронумеровать и поставить в термостаты при температурах сквашивания. Провести процесс сквашивания нормализованной и пастеризованной смеси. Окончание сквашивания определить по образованию достаточно прочного сгустка, а также по кислотности. По окончании сквашивания продукт охлаждают ледяной водой 30-60 мин, а затем сгусток перемешивают до получения однородной консистенции. Дальнейшее перемешивание осуществляется периодически в





Таблица 4. Результаты анализов кисломолочного напитка «Снежок».

Номер бригад	Температура пастеризации	Продолжительность сквашивания	Вязкость	Титруемая кислотность, °Т	Органолептическая оценка	
					Вкус	Консистенция
1-й						
2-й						

### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству кисломолочных напитков?
2. Какие режимы пастеризации молока применяются при производстве кисломолочных напитков и почему?
3. Как готовится закваска для кисломолочных напитков?
4. В чем сущность биохимических процессов, протекающих при сквашивании сгустка?
5. Какова технология кисломолочных напитков с бифидобактериями?
6. Какова технология простокваши? Состав заквасок, режимы сквашивания, наполнители, способы производства.
7. Какова технология йогурта? Обоснование режимов производства.

## 8.5 Лабораторная работа №5

### Биотехнология кефира

#### 1 Цель и задачи

**Цель работы:** изучение биотехнологии кефира резервуарным и термостатным способом.

**Задачи:** изучить технологическую инструкцию по производству кефира, выработать кефир, заполнить технический журнал.

## 2 Оборудование, приборы и материалы

Термостаты автоматическим регулированием температуры; аппаратура и реактивы для определения кислотности, плотности; стерильные пипетки, колбы (молочные бутылки), кефирная закваска, цельное натуральное молоко высшего или первого сорта по ГОСТ Р 52054-2003.

## 3 Методы исследования

Органолептические и физико-химические показатели исходного молока определяют с помощью стандартных методов: температуру – по ГОСТ 26754–85; кислотность – по ГОСТ 3624–92; группу чистоты – по ГОСТ 8218–89; pH – по ГОСТ 26781–85; плотность – по ГОСТ 3625–84; массовую долю жира – по ГОСТ 5867–90; массовую долю белка – путем формольного титрования по ГОСТ 25179–90; термоустойчивость по алкогольной пробе – по ГОСТ 25228–82; органолептические показатели – по ГОСТ 28283–89.

## 4 Продуктовый расчет кефира

Определяют массу сырья, необходимого для выработки кисломолочного напитка по формуле:

$$M_{\text{кмн}} = \frac{M_{\text{км}} \cdot N_{\text{км}}}{1000}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{кмн}}$  – масса сырья с учетом потерь для выработки кисломолочного напитка, кг;

$M_{\text{км}}$  – масса кисломолочного напитка, кг;

$N_{\text{км}}$  – норма расхода сырья, необходимого для выработки пастеризованного молока, с учетом нормативных потерь, в зависимости от вида фасовки и мощности завода, кг/т.

Расчеты по нормализации молока проводят так же, как при выработке пастеризованного молока.

Массу бактериальной закваски рассчитывают по формуле:

$$M_3 = \frac{M_{\text{кмн}} \cdot P_3}{100}, \quad (2)$$

где  $M_{\text{кнн}}$  – масса сырья для выработки кисломолочного продукта, кг;

$P_3$  – норма расхода закваски по технологической инструкции, %.

В случае использования закваски, приготовленной на обезжиренном молоке, массовую долю жира нормализованного молока до внесения закваски рассчитывают по формуле:

$$J_{\text{нм}} = \frac{100 \cdot J_{\text{км}} - P_3 \cdot J_3}{100 - P_3}, \quad (3)$$

где  $J_{\text{нм}}$  – массовая доля жира нормализованного молока перед заквашиванием, %;

$J_{\text{км}}$  – массовая доля жира в нормализованном молоке после заквашивания, (соответствует массовой доле жира готового продукта);

$J_3$  – массовая доля жира закваски (при изготовлении ее из обезжиренного молока с массовой долей жира 0,05 %).

Масса нормализованного молока до внесения закваски рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{н}} = M_{\text{кнн}} - M_3, \quad (4)$$

При нормализации молока путем смешивания сырья в резервуаре, если массовая доля жира в исходном молоке выше стандартной расчет выполняют в следующем порядке.

Определяют массу цельного молока, направленного на выработку нормализованного молока, по формуле:

$$M_{\text{м}} = \frac{M_{\text{нм}}(J_{\text{нм}} - J_0)}{(J_{\text{м}} - J_0)}, \quad (5)$$

где  $J_{\text{нм}}$ ,  $J_0$ ,  $J_{\text{м}}$  – массовые доли жира в нормализованном, обезжиренном и исходном цельном молоке, %.

Массу обезжиренного молока для нормализации определяют по формуле:

$$M_0 = \frac{M_{\text{нм}}(J_{\text{м}} - J_{\text{нм}})}{(J_{\text{м}} - J_0)} \text{ или по разности } M_0 = M_{\text{нм}} - M_{\text{м}}, \quad (6)$$

Массу молока, которое необходимо просепарировать для нормализации обезжиренным молоком определяют по формуле:

$$M_{\text{м.сеп}} = \frac{M_o (Ж_{\text{сл}} - Ж_o)}{(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{м}})} \cdot \frac{100}{(100 - \Pi)}, \quad (7)$$

где  $\Pi$  – предельно допустимые потери при сепарировании (0,38 %).

Масса сливок полученных от сепарирования определяется по формуле:

$$M_{\text{сл}} = M_{\text{м.сеп}} - M_o, \quad (8)$$

Если массовая доля жира в нормализованном молоке больше, чем в молоке-сырье  $Ж_{\text{нм}} > Ж_{\text{м}}$ , то необходимую массу молока для нормализации определяют по формуле:

$$M_{\text{м}} = \frac{M_{\text{нм}} (Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{нм}})}{(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{м}})}, \quad (9)$$

Затем определяют массу сливок для нормализации – по следующей формуле:

$$M_{\text{сл}} = \frac{M_{\text{нм}} (Ж_{\text{нм}} - Ж_{\text{м}})}{(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{м}})}, \quad (10)$$

Массу молока, которое необходимо просепарировать для получения сливок, идущих на нормализацию молока, рассчитывают по формуле:

$$M_{\text{м.сеп}} = \frac{M_{\text{сл}} (Ж_{\text{сл}} - Ж_o)}{(Ж_{\text{м}} - Ж_o)} \cdot \frac{100}{(100 - \Pi)}, \quad (11)$$

Массу обезжиренного молока, полученного при сепарировании, определяют по формуле:

$$M_o = M_{\text{м.сеп}} - M_{\text{сл}}, \quad (12)$$

**Пример 1.** Рассмотрим пример продуктового расчета 1000 кг кефира с массовой долей жира 2,5 %, расфасованного в пакеты из полиэтиленовой пленки по 0,5 дм<sup>3</sup>.

По массе готового продукта определяют массу нормализованного молока  $M_{\text{н}}$  в кг с учетом предельно допустимых потерь молока при приемке, обработке и расфасовке:

$$M_{\text{кмн}} = \frac{M_{\text{км}} \cdot P_{\text{км}}}{1000}, \quad (13)$$

где  $M_{\text{км}}$  - масса кисломолочного напитка, кг;

$P$  - норма расхода нормализованного молока на 1 т продукта, кг/т.

$$M = 1000 \times 1011,7/1000 = 1011,7 \text{ кг.}$$

Массу бактериальной закваски рассчитывают по формуле:

$$M_3 = \frac{M_{\text{кмн}} \cdot P_3}{100}, \quad (14)$$

где  $P_3$  - массовая доля бактериальной закваски в нормализованной смеси, %.

$$M_3 = 1011,7 \times 5/100 = 50,59 \text{ кг.}$$

Массовую долю жира нормализованного молока до внесения закваски рассчитывают по формуле:

$$J_{\text{нм}} = \frac{100 \cdot J_{\text{км}} - P_3 \cdot J_3}{100 - P_3}, \quad (15)$$

Массовая доля жира нормализованного молока  $J_{\text{нм}}$  до внесения бактериальной закваски вычисляется по формуле:

$$J_{\text{нм}} = (100 \times 2,5 - 5 \times 0,05)/(100 - 5) = 2,62 \%,$$

Масса нормализованного молока до внесения закваски рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{н}} = M_{\text{кмн}} - M_3, \quad (16)$$

Масса нормализованного молока до внесения закваски

$$M_{\text{н}} = 1011,7 - 50,59 = 961,11 \text{ кг.}$$

Определяют массу цельного молока, направленного на выработку нормализованного молока, по формуле:

$$M_{\text{м}} = \frac{M_{\text{нм}}(J_{\text{нм}} - J_0)}{(J_{\text{м}} - J_0)}, \quad (17)$$

где  $J_{\text{нм}}$ ,  $J_0$ ,  $J_{\text{м}}$  - массовые доли жира в нормализованном, обезжиренном и исходном цельном молоке, %.

Масса молока для составления смеси рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{м}} = 961,11 (2,62 - 0,05)/(3,5 - 0,05) = 715,95 \text{ кг.}$$

Массу обезжиренного молока для нормализации определяют по формуле:

$$M_0 = \frac{M_{\text{нм}}(J_{\text{м}} - J_{\text{нм}})}{(J_{\text{м}} - J_0)} \text{ или по разности } M_0 = M_{\text{нм}} - M_{\text{м}}, \quad (18)$$

Масса обезжиренного молока, включая и массу закваски, определяется по формуле:

$$M_0 = 961,11 (3,5 - 2,62)/(3,5 - 0,05) = 245,15 \text{ кг.}$$

### 5 Порядок выполнения работы

Определить состав и свойства исходного сырья для производства кефира - молока цельного, молока обезжиренного (массовая доля жира, кислотность, плотность). Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Физико-химические показатели сырья

Сырье	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Молоко цельное			
Обезжиренное молоко			

Каждой бригаде в соответствии с заданием преподавателя выполнить продуктовый расчет для кефира с массовой долей жира 1,5; 2,5; 3,2; 3,5% и определить потребность в сырье. Составить 0,5 дм<sup>3</sup> нормализованной смеси для производства кефира резервуарным способом. Нормализованное молоко пастеризовать при 90-92 °С с выдержкой 2-3 мин.

В колбы на 0,5 дм<sup>3</sup> отмерить по 5 % кефирной грибковой закваски и залить молоком, охлажденным до 26°С (1-й вариант) и 22°С (2-й вариант). Молоко хорошо перемешать с закваской, закрыть колпачками из фольги, пронумеровать и поставить в термостаты при тех же температурах. Провести процесс сквашивания молока, выдержки для созревания продукта и дать органолептическую оценку образцов кефира при одинаковой температуре. Характеристику консистенции определить также и по продолжительности истечения продуктов из пипетки вместимостью 100 см при 20 °С.

### 6 Оформление работы

1. Составить отчет о работе по форме технологического журнала (приложение 1). Оформить результаты в виде таблицы 1.

Таблица 1 Результаты анализов

Номер вариант а	Продолжительность сквашивания, ч	Титруемая кислотность, °Т	Продолжительность истечения, с	Органолептическая оценка	
				Вкус	Консистенция
1					
2					

2. Сделать выводы о влиянии температуры сквашивания молока при производстве кефира на его качество.

### 7 Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству кефира
2. Какие режимы пастеризации молока применяются при производстве кефира и почему?
3. Какие факторы влияют на качество кефира?
4. Как готовится кефирная закваска?
5. В чем заключается сущность биохимических процессов, протекающих при сквашивании кефира и его созревании?

## 8.6 Лабораторная работа №6

### Биотехнология сметаны

#### 1 Цель и задачи

**Цель работы:** изучение биотехнологии сметаны резервуарным и термостатным способом.

**Задачи:** изучить технологическую инструкцию по производству сметаны, выработать сметану, заполнить технический журнал.

#### 2 Оборудование, приборы и материалы

Термостаты автоматическим регулированием температуры; аппаратура и реактивы для определения кислотности, плотности; стерильные пипетки, колбы (молочные бутылки), закваска, цельное натуральное молоко высшего или

первого сорта по ГОСТ Р 52054-2003.

### **3 Методы исследования**

Органолептические и физико-химические показатели исходного молока определяют с помощью стандартных методов: температуру – по ГОСТ 26754–85; кислотность – по ГОСТ 3624–92; группу чистоты – по ГОСТ 8218–89; pH – по ГОСТ 26781–85; плотность – по ГОСТ 3625–84; массовую долю жира – по ГОСТ 5867–90; массовую долю белка – путем формольного титрования по ГОСТ 25179–90; термоустойчивость по алкогольной пробе – по ГОСТ 25228–82; органолептические показатели – по ГОСТ 28283–89.

### **4 Технология производства сметаны**

Молоко и другое сырье принимают по массе и качеству установленной лабораторией предприятия. Очищают от механических примесей на центробежных молокоочистителях, охлаждают до температуры  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  и хранят в резервуарах промежуточного хранения. Сливки, полученные при сепарировании молока, нормализуют по массовой доле жира и белка молока, сухим молоком, сливки гомогенизируют перед пастеризацией при температуре  $(65-85)^\circ\text{C}$ .

При давлении 8-11 МПа сливки пастеризуют при температуре  $(94\pm 2)^\circ\text{C}$  с выдержкой 20 с или при температуре  $(86\pm 2)^\circ\text{C}$  с выдержкой 2-10 минут. Сливки охлаждают до температуры заквашивания и направляют в резервуар для сквашивания, где немедленно заквашивают при температуре  $(30\pm 2)^\circ\text{C}$ . Объемная доля закваски по отношению к объему заквашенных сливок составляет (5-10) %.

Заквашенные сливки перемешивают в течение 10-15 минут и оставляют в покое для сквашивания. Сквашивание сливок проводят до образования сгустка и достижения кислотности не менее  $50^\circ\text{T}$ .

Длительность процесса сквашивания сливок не должна превышать 10 часов при температуре сквашивания  $(28-34)^\circ\text{C}$ , 12 часов при температуре  $(22-26)^\circ\text{C}$  и 6 часов при температуре  $(38-40)^\circ\text{C}$ . Сквашенные сливки перемешивают

в течение 3-15 минут и направляют на фасовку. Упакованную сметану охлаждают до температуры  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ . Одновременно с охлаждением происходит процесс созревания. Длительность охлаждения и созревания упакованной сметаны не должна превышать 12 часов. После охлаждения и созревания технологический процесс считается законченным.

#### 4 Продуктовый расчет сметаны

Рассчитаем потребность в сырье для производства сметаны с массовой долей жира 15 %, расфасованной в стаканчики из полистирола по 0,2 кг.

По массе готового продукта определим массу нормализованной смеси  $M_H$  в кг (сливки плюс закваска) с учетом потерь при производстве и фасовании:

$$M_H = M_{\text{пп}} \times P_{\text{пр}} \times P_{\text{уп}} / 1000 \times 1000,$$

где  $P_{\text{пр}}$ ,  $P_{\text{уп}}$  - норма расхода нормализованной смеси на 1 т сметаны, соответственно, при производстве и упаковке, кг/т.

$$M_H = 465 \times 1007 \times 1006,7 / 1000 \times 1000 = 471,4 \text{ кг.}$$

Массовая доля жира в нормализованной смеси  $J_H$  в % до внесения закваски

$$J_H = (100 \times J_{\text{пп}} - K_3 \times J_3) / (100 - K_3).$$

$$J_H = (100 \times 15 - 5 \times 0,05) / (100 - 5) = 15,79 \text{ \%}.$$

Затем определим массу бактериальной закваски  $M_3$  в кг и массу сливок до внесения закваски  $M_H^*$  в кг:

$$M_3 = M_H \times K_3 / 100,$$

$$M_H^* = M_H - M_3.$$

$$M_3 = 471,4 \times 5 / 100 = 23,6 \text{ кг,}$$

$$M_H^* = 471,4 - 23,6 = 447,8 \text{ кг}$$

Масса молока  $M_{\text{ц}}$  в кг, которую нужно просепарировать,

$$M_{\text{ц}} = M_H^* (J_{\text{с}} - J_{\text{о}}) 100 / (J_{\text{ц}} - J_{\text{о}}) (100 - \Pi).$$

$$M_{\text{ц}} = 447,8 (15,79 - 0,05) 100 / (3,5 - 0,05) (100 - 0,32) = 2049,6 \text{ кг}$$

Масса обезжиренного молока  $M_{\text{о}}$  в кг, полученного при сепарировании,

$$M_{\text{о}} = M_{\text{ц}} (J_{\text{с}} - J_{\text{ц}}) (100 - \Pi) / (J_{\text{с}} - J_{\text{о}}) 100.$$

$$M_{\text{о}} = 2049,6 (15,79 - 3,5) (100 - 0,4) / (15,79 - 0,05) 100 = 1593,9 \text{ кг.}$$

## 5 Выполнение работы

1. Определить состав и свойства исходного сырья для производства сметаны - сливок, молока обезжиренного (массовая доля жира, кислотность, плотность). Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Физико-химические показатели сырья

Сырье	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Сливки			
Молоко обезжиренное			

2. Смесь пастеризовать:

- 1 бригаде при  $(86 \pm 2)^\circ\text{C}$ , с выдержкой 2-10 мин;
- 2 бригаде при  $(86 \pm 2)^\circ\text{C}$  без выдержки;
- 3 бригаде при  $(94 \pm 2)^\circ\text{C}$  с выдержкой 3,4 мин.
- 4 бригаде при  $(94 \pm 2)^\circ\text{C}$  с выдержкой 8-10 мин.

3. Для изучения влияния процесса физического созревания на консистенцию продукта пастеризованные сливки разлить в две емкости.

4. В первом варианте сливки для проведения процесса физического созревания охладить до  $2-6^\circ\text{C}$  (водопроводной водой, а затем в морозильной камере холодильника), выдержать 1-2 ч (если сметана вырабатывается без гомогенизации, то не менее 2 ч), а затем осторожно подогреть при постоянном перемешивании до температуры заквашивания  $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$  и внести закваску. Объемная доля закваски, выработанной на пастеризованном молоке, по отношению к сливкам составляет 2-5%. Доля закваски приготовленной на стерилизованном молоке, должна быть не менее 1%, а активизированного бактериального концентрата 0,5-1%. Сливки хорошо перемешать с закваской, закрыть колпачками из фольги, пронумеровать и поставить в термостат при температуре сквашивания.

5. Во втором варианте пастеризованные сливки охладить до температуры заквашивания  $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$  и внести закваску.

6. Провести процесс сквашивания нормализованных пастеризованных сливок (не более 16 ч). Окончание сквашивания определить по образованию сгустка, а также по кислотности  $(60 \pm 5)^\circ\text{T}$ .

7. По окончании сквашивания продукт перемешать до получения однородной консистенции.

8. Охладить (до температуры не более  $8^\circ\text{C}$ ) и выдержать для созревания в холодильнике с температурой  $0-8^\circ\text{C}$  на 6-12 ч.

9. Определить качество готового продукта (титруемую кислотность, вязкость). Полученные данные записать в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты наблюдений и анализов

Режим пастеризации, $^\circ\text{C}$	Способ выработки		Кислотность сметаны, $^\circ\text{T}$		Органолептическая оценка, консистенция и внешний вид
	с созреванием	без созревания	после сквашивания	после созревания	

## 6 Оформление работ

Выполнить расчеты. Составить схему технологических процессов производства сметаны. Заполнить технологический журнал таблица 3. Сделать выводы о влиянии процесса режима пастеризации и физического созревания сливок при производстве сметаны на ее качество.



Заквашивание	Сквашивание	Упаковка	Охлаждение и созревание	Характеристика продукта	готового	Расход сырья на 1 т сметаны		
Температура °С	Масса закваски кг	Температура °С	Начало ч мин	Окончание ч мин	Продолжительность, ч	Кислотность сливок в конце	Вил-тапы	Температура сквашивания сливок при
								Температура холодильной камеры, °С
								Продолжительность, ч
								Масса, кг
								Массовая доля жира, %
								Кислотность °Т
								Температура °С
								Наличие фосфатазы
								Консистенция и внешний вид
								Вкус и запах
								Цвет
								Фактический
								По нормативам
								Номер качественного удостоверения
								Подпись мастера
								Примечание

### 7 Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству сырья для производства сметаны?
2. Какие режимы пастеризации сливок применяются при производстве сметаны и почему?
3. Как готовится закваска для сметаны?
4. В чем заключается сущность биохимических процессов, протекающих при сквашивании сливок и созревании?
5. Какие основные технологические операции производятся при выработке сметаны резервуарным и термостатным способом?

## 8.7 Лабораторная работа №7

### Биотехнология творога

#### 1 Цель и задачи

**Цель работы:** изучение технологии производства творога.

**Задачи:** изучить технологическую инструкцию производства творога, совершенствовать навыки выполнения продуктового расчета, выработать творог.

#### 2 Оборудование, приборы и материалы

Аппаратуру и реактивы для определения жира и кислотности, плотности обезжиренного молока и нежирного творога, прибор АПС-1, молоко обезжиренное кислотностью не более 20°Т, закваска пересадочная, посуда для выработки творога (кастрюля емкостью 0,5-1дм<sup>3</sup>)

#### 3 Методы исследования

Органолептические и физико-химические показатели исходного молока определяют с помощью стандартных методов: температуру – по ГОСТ 26754–85; кислотность – по ГОСТ 3624–92; группу чистоты – по ГОСТ 8218–89; pH – по ГОСТ 26781–85; плотность – по ГОСТ 3625–84; массовую долю жира – по ГОСТ 5867–90; массовую долю белка – путем формольного титрования по ГОСТ 25179–90; термоустойчивость по алкогольной пробе – по ГОСТ 25228–82; органолептические показатели – по ГОСТ 28283–89.

#### 4 Продуктовый расчет

Требуемое количество обезжиренного молока для получения обезжиренного творога находят следующим образом.

Норму расхода обезжиренного молока на 1 т нежирного творога определяют по формуле:

$$P_{об} = \frac{237,4 \times 100 \times K}{B_{об}},$$

где 237,4 - масса белка, необходимого для выработки 1 т нежирного творога с массовой долей влаги 77,5 %;

$B_{об}$  - фактическая массовая доля белка в обезжиренном молоке, %;

$K$  - коэффициент, учитывающий потери обезжиренного молока на приемку, пастеризацию, охлаждение и хранение в зависимости от годового объема переработанного молока:

$$K = 1 + \frac{П}{100},$$

где  $П$  - потери, в % (составляют для 1-й группы заводов - 0,52; 2-й группы - 0,52; 3-й группы - 0,50; 4-й группы - 0,48).

Массовую долю белка в молоке в % находят по формуле:

$$B_{об} = 0,5 \times Ж_{м} + 1,3.$$

Количество обезжиренного молока (кг) на весь выпуск творога определяют по формуле:

$$M_{об} = \frac{M_{отв} \times P_{об}}{1000}.$$

Недостающее количество обезжиренного молока для производства обезжиренного творога можно восполнить обезжиренным молоком, оставшимся от производства сметаны и пастеризованных сливок, или дополнительным сепарированием цельного молока, но уже с меньшим содержанием жира в сливках.

Количество закваски (кг) определяют по формуле:

$$M_{з} = \frac{M_{об} \times P_{з}}{100}.$$

Выход сыворотки (кг) рассчитывают по формуле:

$$M_{сыв} = \frac{M_{об} \times 75}{100}.$$

**Пример 1.** Определим массу творога обезжиренного вырабатываемого из 6000 кг молока обезжиренного.

Рассчитаем массовую долю белка в цельном ( $B_{ц}$ ) и обезжиренном ( $B_{о}$ ) по формулам:

$$B_{ц} = 0,5 \times Ж_{ц} + 1,3$$

$$B_o = B_{ц} (100 - Ж_o)/(100 - Ж_{ц})$$

$$B_{ц} = 0,5 \times 3,6 + 1,3 = 3,1\%$$

$$B_o = 3,1 \times (100 - 0,05)/(100 - 3,6) = 3,21\%$$

Норма расхода обезжиренного молока  $P_o$  в кг на 1 т обезжиренного творога

$$P_o = B \times 100 \times (1 + П/100)/B_o,$$

$B$  – расход белка для производства 1 т обезжиренного творога (зимне-весенний период 240 кг/т, летне-осенний 2235 кг/т);

$П$  – потери обезжиренного молока при приемке, пастеризации, охлаждении, хранении.

$$P_o = 235 \times 100 \times (1 + 3,32/100)/3,21 = 7564 \text{ кг.}$$

За норму расхода  $P_o$  на 1 т обезжиренного творога и массу обезжиренного молока на его производство – 6000 кг, рассчитаем массу творога:

$$M_{ТВ} = 6000 \times 1000/7564 = 793 \text{ кг,}$$

или с учетом потерь при фасовании во фляги ( $M_{ТВ}^*$ ),  $P = 1000,6$  кг/т масса продукта составит

$$M_{ТВ}^* = M_{ТВ} \times 1000/P,$$

$$M_{ТВ}^* = 793 \times 1000/1000,6 = 792,8 \text{ кг}$$

Масса закваски с учетом потерь

$$M_3 = K_3 \times M_o \times 100/(100 - П)$$

$$M_3 = 0,05 \times 6000 \times 100/(100 - 0,6) = 302 \text{ кг.}$$

Масса сыворотки составляет 80% от массы смеси:

$$M_{сыв} = 6000 \times 0,8 = 4800 \text{ кг.}$$

## 5 Порядок проведения работы

1. Определить состав и свойства исходного сырья для производства творога - молока цельного, молока обезжиренного (массовая доля жира, кислотность, плотность). Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Физико-химические показатели сырья.

Сырье	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Молоко цельное			
Молоко обезжиренное			

2. Каждой бригаде в соответствии с заданием преподавателя выполнить продуктовый расчет для творога с массовой долей жира 9 и 5 % и обезжиренного и определить потребность в сырье. Составить 1 дм<sup>3</sup> нормализованной смеси для производства творога заданной массовой доли жира. Смесь пастеризовать при  $(78 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , с выдержкой 20-30 с.

3. Пастеризованную нормализованную смесь охладить до температуры заквашивания и внести закваску.

4. Скваживание молока активной бактериальной закваской заканчивается через 7-9 ч с момента внесения закваски; при ускоренном способе через 5-7 ч до получения сгустка и  $80-85 ^\circ\text{T}$  для нежирного творога.

5. Готовый сгусток разрезают проволочными ножами на кубики 2,0 x 2,0 см: сначала по длине ванны на горизонтальные слои, затем по длине и ширине - на вертикальные.

6. Для ускорения отделения сыворотки готовый сгусток медленно в течение 1-1,5 ч подогревают. Оптимальная температура подогрева сгустка при производстве нежирного творога  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Для равномерного подогревания сгустка верхние слои его осторожно перемещают от одной стенки емкости к другой, благодаря чему нижние подогретые слои его постепенно поднимаются вверх, а верхние слои опускаются вниз. Сгусток, нагретый до указанных температур, выдерживают в течение 20-30 мин, затем сгусток охлаждают не менее чем на  $10 ^\circ\text{C}$ .

7. Для изучения процесса отделения сыворотки разделить полученный сгусток на 2 части (по вариантам).

В 1-м варианте сгусток разливают в бязевые или лавсановые мешки, заполняя их приблизительно на 70 %. Самопрессование продолжается не менее

1 ч. После самопрессования на мешки помещают груз. Прессование продолжают до достижения творогом стандартной массовой доли влаги, не более 10 ч.

8. Во 2-м варианте для обезвоживания творожного сгустка вместо прессования используют вращающийся обезвоживатель, обтянутый фильтрующей тканью. Регулирование массовой доли влаги в твороге осуществляют, изменяя угол наклона барабана обезвоживателя и температуру сгустка. Охлаждают творог до температуры 8-15°C, после чего технологический процесс считается законченным и продукт готов к реализации.

9. Определить качество творога (кислотность, массовая доля жира, массовая доля жира в сыворотке, массовая доля влаги). Результаты анализов занести в таблицу 2.

Таблица 2 Физико-химические показатели творога

Продукт	Кислотность, °Т	Массовая доля жира в твороге, %	Массовая доля жира в сыворотке, %	Массовая доля влаги, %
Творог				

## 6 Оформление работы

Выполнить продуктовый расчет. Составить схемы технологических процессов производства творога. Заполнить технический журнал, приложение А. Дать заключение о качестве готового продукта.

## 7 Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству сырья для производства творога?
2. Какие режимы пастеризации молока применяются при производстве творога и почему?
3. Как готовится закваска для творога?
4. Перечислите особенности производства творога кислотным и кислотно-сычужным способом?
5. Какие физико-химические изменения составных частей молока происходят при кислотной и кислотно-сычужной коагуляции?
6. Какие факторы влияют на интенсивность отделения сыворотки из сгустка?

## **8.8 Лабораторная работа №8**

### **Изучение биотехнологии кефира детского**

#### **1 Цели и задачи**

Изучение биотехнологии кефира детского, выработка продукта.

#### **2 Оборудование, приборы и материалы**

Для выполнения работы используют: молочную посуду (ушаты, ведерки, мутовки), водяную баню или стерилизатор для тепловой обработки молока; аппаратуру и реактивы для определения температуры, титруемой кислотности, вязкости; термостат, холодильник бытовой, а также молоко коровье цельное и обезжиренное, сливки, кефирную грибковую закваску.

#### **3 Технология кефира детского**

Кефир детский предназначен для искусственного и смешанного вскармливания детей начиная с шестимесячного возраста. Это кисломолочный продукт, вырабатываемый из коровьего молока путем сквашивания его грибковой закваской с последующим созреванием. Технологический процесс производства кефира детского в условиях промышленного предприятия отличается от технологического процесса

производства обычного кефира резервуарным способом тем, что используется более высокая температура тепловой обработки молока: проводится пастеризация при температуре 90–95 °С 50с выдержкой 20 мин или стерилизация в потоке при температуре 135–140 °С в течение 2–5 с, что вызвано более жесткими санитарно - гигиеническими требованиями.

Этот кисломолочный диетический напиток вырабатывают из коровьего молока жирностью 3,2 %, которое после высокотемпературной обработки сквашивают грибковой закваской.

Кефир детский (ТУ 49 492) – однородная жидкость молочно-белого или слегка кремового цвета, сметанообразной консистенции, с чистым кисломолочным, освежающим, слегка острым вкусом, специфическим для кефирных грибов. Состав продукта: жира - 3,2%, белков – 2,8%, лактозы - 4,1, минеральных веществ – 0,7%, органических кислот – 0,9%. В его состав входят витамины А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, РР и микроэлементы. Титруемая кислотность 80 –100 °Т. Наличие бактерий группы кишечной палочки не допускаются в 3 мл продукта, патогенных микроорганизмов (в том числе сальмонелл) - в 50 г.

Технология детского кефира основана на схеме производства обычного кефира. Отличия обусловлены повышенными нормативами оценки санитарно-гигиенических условий производства детского кефира.

Продукт вырабатывают резервуарным способом. Наибольшее внимание уделяется заквашиванию и сквашиванию, так как в ходе этих операций активно развивается не только полезная микрофлора, но и посторонняя, попадающая в результате вторичного обсеменения. При этом содержание бактерий группы кишечной палочки увеличивается в десятки - сотни раз. Чтобы исключить вторичное обсеменение, пастеризованное молоко направляют в резервуар для заквашивания, не охлаждая. Затем его выдерживают при температуре пастеризации, охлаждают, добавляют закваску и сквашивают.

Для получения детского кефира с хорошей консистенцией следует четко проводить операции перемешивания и охлаждения по окончании сквашивания молока. Продолжительность перемешивания должна составлять 10 - 12 мин до образования однородной сметанообразной консистенции. Затем сгусток отстаивается 40 - 60 мин. Далее ведут циклическое перемешивание, включая мешалку на 5 - 10 мин через каждые 40 - 60 мин до достижения температуры 14 - 16 °С. Тщательно перемешанный и охлажденный сгусток оставляют для созревания, продолжительность которого должна быть не менее 24 ч с момента заквашивания.

Срок хранения детского кефира, приготовленного из стерилизованного молока и асептически расфасованного в пакеты из комбинированного материала, 72 часа (в том числе на предприятии-изготовителе до 24 ч). аппаратурное оформление процесса производства представлено на рис. 11.

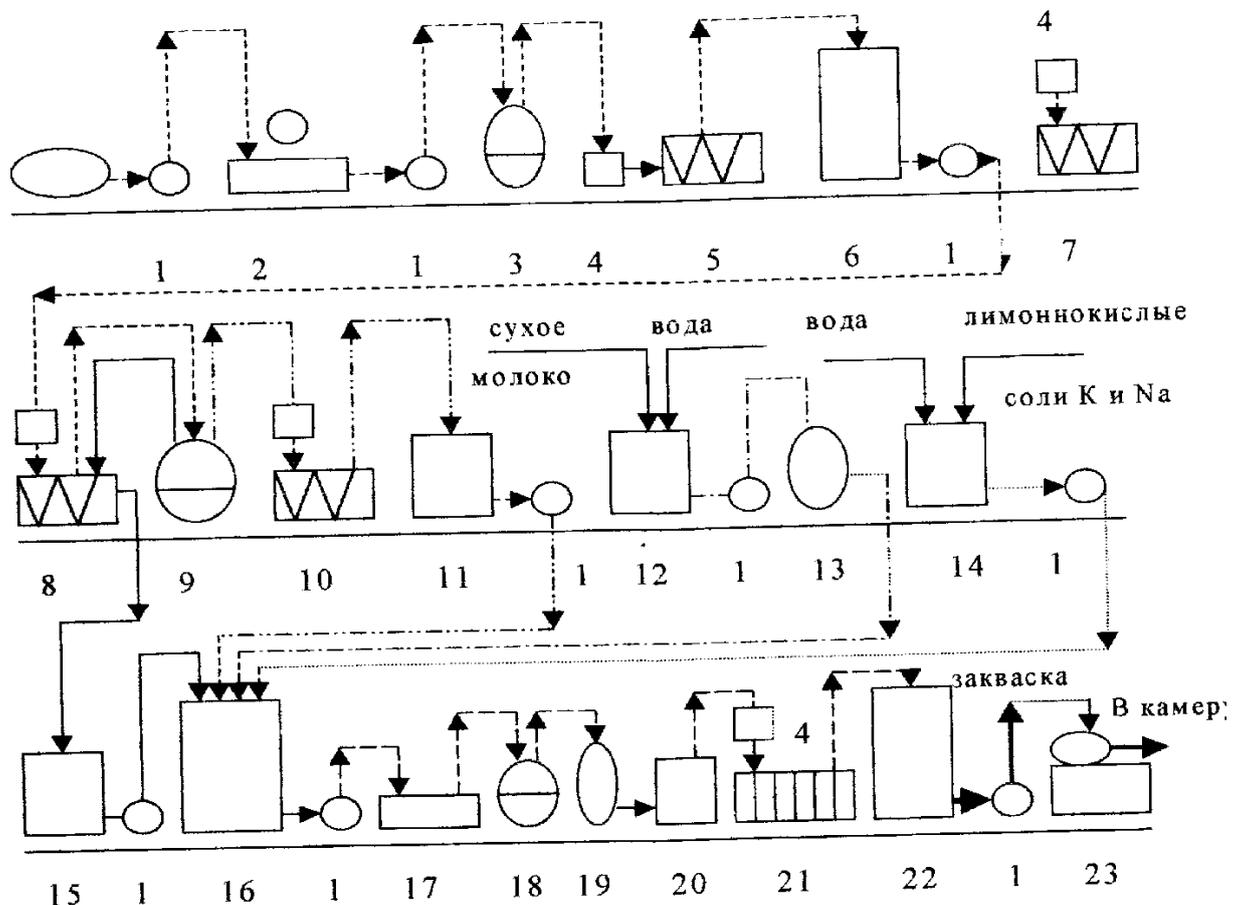


Рис. 1 Схема технологического процесса производства кефира детского

1 – насосы для перекачивания молока, сливок, сквашенного сгустка; 2 – весы; 3 – сепаратор молокоочиститель (или фильтр); 4 – промежуточный бачок; 5 – охладитель; 6 – резервуар для хранения молока; 7 – теплообменник; 8 – подогреватель; 9 – сепаратор сливоотделитель; 10 – пастеризатор для сливок; 11 – резервуар для хранения сливок; 12 – резервуар для восстановления сухого молока; 13 – фильтр; 14 – резервуар для подготовки раствора лимоннокислых солей К и Na; 15 – резервуар для обезжиренного молока; 16 – резервуар для подготовки нормализованной смеси; 17 – подогреватель; 18 – сепаратор для удаления дестабилизированных белков; 19 – деаэратор; 20 – гомогенизатор; 21 – стерилизатор – охладитель; 22 – резервуар для сквашивания нормализованной смеси; 23 – фасовочный автомат.

----- молоко	..... раствор лимоннокислых солей К и Na
—— обезжиренное молоко	----- нормализованная смесь
-·-·-· сливки	———— готовый продукт
-·-·-· восстановленное молоко	

На основе кефира детского вырабатывают кефир детский обогащенный и кефир детский витаминизированный. При производстве этих видов кефира в молоко вносят соответственно растительное масло с жирорастворимым витамином Е или водорастворимые витамины С, РР, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>. Эти компоненты вносят в нормализованное молоко перед гомогенизацией.

### 3 Методы исследования

Органолептические и физико-химические показатели исходного молока определяют с помощью стандартных методов: температуру – по ГОСТ 26754–85; кислотность – по ГОСТ 3624–92; группу чистоты – по ГОСТ 8218–89; рН – по ГОСТ 26781–85; плотность – по ГОСТ 3625–84; массовую долю жира – по ГОСТ 5867–90; массовую долю белка – путем формольного титрования по ГОСТ 25179–90; термоустойчивость по алкогольной пробе –

по ГОСТ 25228–82; органолептические показатели – по ГОСТ 28283–89; вязкость готового продукта определяют по времени истечения (в секундах) образца из стеклянной пипетки вместимостью 100 см<sup>3</sup> и с диаметром отверстия 5 мм или с помощью прибора ВКН для определения вязкости кисломолочных напитков. Анализы проводят дважды, за окончательный результат принимают среднее арифметическое полученных значений.

### 3 Выполнение работы

Задание 1. Приготовить образцы кефира детского. В молоке, подученном у лаборанта, определить массовую долю жира и кислотность. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Результаты анализов

Сырье	Массовая доля жира, %	Кислотность, °Т
Молоко		

При необходимости нормализации рассчитать массу нормализующего компонента, приготовить нормализованную смесь с массовой долей жира 3,2 % и подвергнуть ее тепловой обработке. Затем охладить смесь до температуры 20–25 °С, внести 1–3 % (от массы смеси) закваски, тщательно перемешать и оставить в покое при данной температуре для сквашивания до образования сгустка с кислотностью 75–90 °Т. Полученный сгусток перемешать, охладить до температуры 14–16 °С и оставить на 8–10 ч для созревания.

Задание 2. Исследовать показатели качества готового продукта. В полученных образцах кефира детского определить органолептические (вкус, запах, цвет, консистенцию) и физико-химические (титруемую кислотность, вязкость) показатели. Результаты анализов занести в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты анализов

Вкус и запах	Цвет	Консистенция	Кислотность, °Т	Вязкость, с

Дать заключение о качестве готового продукта.

Кефир детский должен иметь после перемешивания однородную, в меру густую консистенцию, чистый кисломолочный вкус без посторонних привкусов и запахов. Вязкость продукта по времени истечения должна быть не менее 20 с; массовая доля жира 3,2 %; кислотность 80–100 °Т.

#### **4 Оформление работы**

Задание 1. Привести схему технологического процесса производства кефира детского с указанием режимов и расчеты по нормализации.

Задание 2. Описать органолептические и физико-химические показатели готового продукта и сделать вывод о соответствии их нормативам.

#### **5 Контрольные вопросы**

1. Каковы особенности технологического процесса промышленного производства кефира детского?
2. Какие требования предъявляются к качеству готового продукта?
3. Какие детские напитки вырабатывают на основе детского кефира?
4. Технология детского кефира. Особенности технологии.

### **8.9 Лабораторная работа №9**

#### **Биотехнология напитков из молочной сыворотки**

##### **1 Цель и задачи**

**Цель работы:** изучение биотехнологии напитков из сыворотки (на примере напитка «Здоровье»).

**Задачи:** изучить технологию производства напитка «Здоровье», выработать напиток.

## 2 Краткие теоретические сведения

Молочная сыворотка получается при производстве сыра, творога и казеина и является ценным нежирным молочным сырьем. В среднем в сыворотку переходит 48-50% сухих веществ молока. Состав ее подвержен изменениям в зависимости от свойств исходного сырья и способов выделения белков. В среднем в сыворотку переходит, %: жира - 1-11; белка - 20-25; молочного сахара - 88-94; минеральных солей - 59-65.

Молочная сыворотка характеризуется следующими основными свойствами:

плотность, кг/м <sup>3</sup>	1023 - 1027
вязкость, Па·с	1,55-1,66
удельная теплоемкость, кДж/(кгК)	4,8
активная кислотность, рН	4,4 - 6,3
буферная емкость, см <sup>3</sup> :	
по кислоте	1,72
по щелочи	2,32
оптическая плотность раствора с массовой долей 1 %	0,259
мутность	0,150 - 0,259
поверхностное натяжение, н/м-10	0,50 - 0,52

Энергетическая ценность данного сырья по сравнению с цельным молоком составляет 36%. Биологическая ценность молочной сыворотки обусловлена содержащимися в ней белковыми азотистыми соединениями, углеводами, липидами, минеральными солями, витаминами, органическими кислотами, ферментами, иммунными телами и микроэлементами. Содержащийся в сыворотке молочный жир (0,05-0,45%) более диспергирован, чем в молоке, что положительно влияет на его усвояемость в организме человека и животных.

Весьма разнообразен минеральный состав молочной сыворотки. В нее переходят практически все соли и микроэлементы молока, а также соли,

вводимые при выработке основного продукта. Минеральные вещества в сыворотке находятся в состоянии молекулярного раствора или в коллоидном - в виде солей органических и неорганических кислот. На долю неорганических солей приходится 67% фосфора, 75% кальция, 80% магния.

Велика витаминная ценность сыворотки. В ней остаются почти все водорастворимые витамины молока, а в некоторых случаях их оказывается больше, чем в молоке, за счет синтеза молочнокислыми бактериями. В молочную сыворотку переходит примерно 50% жирорастворимых витаминов молока.

Витамины РР и аскорбиновая кислота, которые в данном сырье практически отсутствуют, так как разрушаются еще в молоке при хранении.

В сыворотку переходят все углеводы и углеводсодержащие соединения молока, не связанные с казеином.

Большую ценность представляют сывороточные белки, которые содержат весь набор незаменимых аминокислот. Высоко содержание в них лизина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, лейцина и изолейцина, треонина и др. Отмечено, что суточная потребности взрослого человека в аминокислотах полностью удовлетворяется при потреблении 17,4 г яичных белков, или 28,4г белков коровьего молока, или 14,5 г белков молочной сыворотки. Добавление, например, 4% сывороточных белков к пшеничной муке или шлифованному рису увеличивает их питательную ценность в 2 раза. По своей природе белковые вещества молочной сыворотки близки к белкам крови (альбуминам и глобулинам), некоторые фракции их обладают иммунными свойствами. В сывороточных белках по сравнению с казеином содержится в 4 раза больше триптофана, в 19 раз цистина и в 1,4 раза лизина. Эти аминокислоты имеют жизненно важное значение в структурном обмене и защитных функциях организма, а также в восстановлении белков печени, образовании гемоглобина и плазмы крови. Сывороточных белков в сыворотке в среднем содержится 0,74% с некоторым увеличением и уменьшением в зависимости от сезонности. Они отличаются от казеина

структурой и свойствами, обусловленными разницей в последовательности аминокислот.

Питательная ценность и диетические свойства молочной сыворотки позволяют применять ее непосредственно или после предварительной обработки при приготовлении напитков. При этом создается возможность ее направленного обогащения за счет биологической обработки и введения различных наполнителей. Важно и то, что массовый сезон получения сыворотки совпадает с максимумом потребления напитков (лето), что создает благоприятные условия для их производства и сбыта.

Технология приготовления напитков на основе молочной сыворотки базируется на использовании ее составных частей в полном объеме или после выделения сывороточных белков (осветления) методом тепловой коагуляции либо мембранными методами.

Напитки из неосветленной сыворотки представляют особую ценность, так как в них содержатся все составные части молочной сыворотки. Технология их производства достаточно проста. Эти напитки непрозрачные, и в них возможно выпадение хлопьевидного осадка. Они обладают определенными диетическими и лечебными свойствами.

Напитки из осветленной сыворотки используются как прохладительные, срок их хранения более продолжителен.

В настоящее время разработана нормативная документация для производства более 45 видов различных продуктов из молочной сыворотки. Наибольший практический интерес представляет возможность использования этих продуктов для непосредственного употребления в пищу или в качестве полуфабриката для производства других пищевых продуктов.

Технология напитков из молочной сыворотки сравнительно проста, не требует больших энергетических затрат; используются все составные части исходного сырья.

Напиток «Здоровье» производят из пастеризованной молочной сыворотки путем сквашивания ее закваской из обезжиренного молока,

приготовленной на чистых культурах термофильных рас молочнокислого лактококка, болгарской, ацидофильной и сырных палочек.

Органолептические показатели напитка «Здоровье»:

вкус и запах - кисломолочный, освежающий;

консистенция - однородная жидкость, допускается осадок;

цвет - белый с зеленоватым оттенком, характерным для сыворотки, равномерный по всей массе.

Физико-химические показатели напитка «Здоровье»:

кислотность - не более 120 °Т;

массовая доля сухих веществ, не менее 6%;

температура (4±2)°С.

Технология производства напитка «Здоровье» включает следующие операции; отбор и подготовку сырья, тепловую обработку сыворотки, сквашивание смеси, розлив, укупорку и маркировку, охлаждение продукта в камере и хранение.

Для выработки напитка «Здоровье» используют сыворотку, полученную после выработки творога, сыра или казеина.

Из сыворотки, приготовленной для производства напитка, отбирают среднюю пробу, в которой определяют кислотность, плотность, массовую долю жира, массовую долю сухих веществ. Полученные данные заносят в таблицу 1.

Таблица 1 Физико-химические показатели сыворотки

Кислотность, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля жира, %	Массовая доля сухих веществ, %

Перед пастеризацией проверяют кислотность сыворотки, которая должна быть не выше 30°Т.

В водяной бане с температурой 75-85°С каждой бригаде в соответствии с заданием преподавателя провести пастеризацию сыворотки при (80±5)°С с выдержкой 15-20 с.

После окончания пастеризации сыворотку охлаждают до температуры заквашивания  $(41 \pm 2)^\circ\text{C}$  путем погружения сосуда с сывороткой в холодную воду при непрерывном помешивании.

Заквашивают сыворотку немедленно после охлаждения. Закваска состоит из чистых культур термофильного молочнокислого лактококка, болгарской, ацидофильной и сырных палочек в равных частях. Если закваска приготовлена на пастеризованном молоке, вносят до 10 %, если на стерилизованном - 5%. После внесения закваски смесь тщательно перемешивают, закрывают колпачками из фольги, маркируют и ставят в термостат при той же температуре на 10-12 ч.

Окончание сквашивания определяют по прочности сгустка и кислотности, которая не должна превышать  $100^\circ\text{T}$ . Сгусток должен быть ровным и достаточно прочным. Допускается незначительное отделение сыворотки.

После окончания сквашивания напиток помещают в холодильник, где его охлаждают до температуры  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

### **3. Выполнение работы**

1 Изучить ТУ 10-02-02-789-169-94. Напитки из сыворотки. Технические условия.

2 Изучить технологическую инструкцию по производству напитка «Здоровье».

3 Выработать напиток «Здоровье».

4 Оформить и представить отчет о выполненной работе.

### **Порядок оформления работы**

1 Полученные экспериментальные данные внести в таблицу 1.

2 Дать технологическую схему производства напитка «Здоровье».

3 Оформить и представить отчет о выполненной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы теоретические предпосылки и биохимическая сущность получения напитков из молочной сыворотки?
2. Каковы виды напитков на основе молочной сыворотки?
3. Каковы особенности сбраживания лактозы? Какие основные и побочные продукты образуются при сбраживании углеводов?
4. В чем сущность биохимических процессов, протекающих при сбраживании и созревании напитка?

## **10 Лабораторная работа №10**

### **Биотехнология напитков из пахты**

#### **1 Цель и задачи**

**Цель работы:** изучение биотехнологии напитка «Идеал» из пахты.

**Задачи:** изучить технологическую инструкцию, выработать напиток, исследовать свойства готового продукта.

#### **2 Оборудование, приборы и материалы**

Для работы используют аппаратуру и реактивы для определения содержания жира и кислотности; кастрюля емкостью 1дм<sup>3</sup>; колбы емкостью 0,5; 0,25 дм<sup>3</sup>; сливки пастеризованные 25-35% жирности; пахта, полученная при выработке сладкосливочного масла; смесь заквасок чистых культур ацидофильной палочки и диацетил образующего молочно-кислого стрептококка.

#### **3 Методы исследования**

Содержание жира определяют кислотным методом Гербера; кислотность— титрованием; вкус, аромат и консистенцию- органолептически.

#### 4 Выполнение работы

Технология напитка «Идеал» сквашенная включает: приемка и подготовка сырья; нормализация и внесение наполнителей; пастеризация; гомогенизация (допускается без гомогенизации); охлаждение до температуры заквашивания; заквашивание - резервуарным способом; сквашивание в резервуарах; перемешивание; охлаждение; розлив и упаковывание; хранение.

Для выработке используется пахта, полученная при производстве сладкосливочного масла, с добавлением пастеризованных сливок и

сквашиванием смесью закваски чистых культур ацидофильной палочки (50%) и диацетил образующего молочно-кислого стрептококка (50%).

1. Из пахты в количестве 500 см<sup>3</sup> с температурой 5-13°С, приготовленной для производства напитка отбирается средняя проба, в которой определяется кислотность, плотность, массовая доля жира, массовая доля сухих веществ. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 Физико-химические показатели пахты

Кислотность, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля жира, %	Массовая доля сухих веществ, %

2. Пахту при температуре 5-13°С нормализуем по количеству жира (добавление к пахте сливок), а затем осторожно пастеризуем постоянно перемешивая при 85-87°С с выдержкой 5-10 мин или при 90-93°С с выдержкой 2-3 мин.

3. Пахту охлаждаем до температуры заквашивания (30-32) °С и вносим 3-5% закваски.

4. Процесс сквашивания длится 8-10 часов до образования сгустка кислотностью 80-85°Т. Строится график зависимости кислотности от времени.

По окончании продукт охладить до 15-20°С при периодическом перемешивании.

5. Определить качество готового продукта. Готовый продукт имеет чистый кисломолочный вкус, однородную консистенцию, напоминающую жидкую сметану со свойственной данному продукту вязкостью и тягучестью, белый со слегка желтоватым оттенком равномерный по всей массе цвет. Физико-химические показатели пахты «Идеал» сквашенной: содержание жира-1%, сухих обезжиренных веществ-8,5%, кислотность-85-110°Т.

### **5 Оформление работы**

1. Составить схему технологических процессов производства напитка «Идеал» из пахты сквашенной.

2. Изучить изменение кислотообразования напитка в зависимости от времени. Построить график. Сделать выводы.

### **6 Контрольные вопросы**

1. Какие требования предъявляют к качеству сырья для производства напитка из пахты сквашенной?

2. Какие режимы пастеризации применяются при производстве напитка из пахты сквашенной?

3. Какие физико-химические показатели имеет пахта «Идеал» сквашенная?

4. Какие основные технологические операции производятся при выработке напитка из пахты сквашенной?

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- 1 Шалапугина Э.П., Технология молока и молочных продуктов [Текст]: учебное пособие / Э.П. Шалапугина. - М.: Дашков и К, 2011. - 303с.
- 2 Калинина, Л.В. Технология цельномолочных продуктов. [Текст]: учебное пособие./Л.В.Калинина, В.И.Ганина, Н.И.Дунченко.- СПб.:Гиорд,2008.-232с.

- 3 Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов [Текст]: учебное пособие / Г.В. Твердохлеб, Г.Ю. Сажин, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 614с.
- 4 Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов [Текст]: учебник для студентов вузов /П.П.Степаненко. –4-изд., испр.- М.: [Лири]: Все для Вас-Подмосковье, 2006. – 413 с.
- 5 Рогов, И.А. Пищевая биотехнология [Текст]: учебник в 4кн.,кн.1: Основы пищевой биотехнологии/И.А. Рогов, Л.В.Антипова, Г.П.Шуваева. – М.: КолосС, 2004.- 440 с.
- 6 Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки [Текст]: учебное пособие./А.Г.Храмцов, П.Г.Нестеренко – М.: ДеЛи принт, 2004. – 588 с.
- 7 Кудрявцева Т.А., Забодалова Л.А., Орлова О.Ю. Биотехнология продуктов питания специального назначения. Ч. 1.: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 87 с.
- 8 Ибатуллина, Л. А. Методы исследования свойств сырья и молочных продуктов [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Л. А. Ибатуллина, Ф. А. Гафаров ; Башкирский ГАУ. - . - Уфа : [Изд-во БГАУ], 2012. - . - 52 с. – Режим доступа: <http://biblio.bsau.ru/metodic/16611.doc>

