

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Е.П. МИРОШНИКОВА

МИКРОБИОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности «Технология молока и молочных продуктов»

Оренбург 2005

УДК 637.1 (0758)
ББК 36.95я73
М 64

Рецензент
доктор медицинских наук, профессор Д.Г. Дерябин

Мирошникова Е.П.
М 64 **Микробиология молока и молочных продуктов [Текст]: электронное учебное пособие - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005.-135 с.**

Данное пособие содержит цикл лекций по дисциплине "Микробиология молока и молочных продуктов", охватывающий основные разделы курса в соответствии с требованиями утвержденной программы.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 260303 – Технология молока и молочных продуктов

Б 4001120000

ББК 36.95я73

© Мирошникова Е.П., 2005
©ГОУ ОГУ, 2005

1 Введение в микробиологию. Предмет и задачи курса

1.1 История развития микробиологии, ее основоположники

Микробиология изучает невидимые невооруженным глазом организмы, поэтому эта наука начала развиваться только после изучения микроскопа. Один из первых микроскопов был сконструирован голландским ученым-естествоиспытателем в конце XVII столетия Антонием Левенгуком (1632-1723). При помощи микроскопа ему удалось увидеть микробы, точно описать и зарисовать их. Свои многочисленные наблюдения он отразил в книге «Тайны природы, открытые Антонием Левенгуком», вышедшей в 1695 г.

Заслуга Левенгука состоит в том, что он открыл завесу над тайнами природы, привлек внимание ученых к новому миру живых существ. Это были истоки современной науки о микробах - микробиологии. После открытия Левенгука ученые, описывая новые микробы (этот период поэтому и получил название описательного или морфологического), не понимали ни их роли в природе, ни значения для человечества.

В 1698 г. Петр I при посещении Голландии заинтересовался сконструированным Левенгуком микроскопом и привез его в Россию. В 1716 г. и в России был изготовлен первый микроскоп.

Несовершенство микроскопов долгое время затрудняло систематику микроорганизмов. В первой половине XVIII столетия известный систематик животного и растительного мира Карл Линней отказался от систематики микроорганизмов, отнес их к общему роду «хаос», и считал, что человек не должен углублять свои познания о невидимых живых существах.

В первый период развития микробиологии изучали, главным образом, внешнюю форму (морфологию) микроорганизмов. Роль их в природе и жизни человека оставалась неизвестной.

С появлением работ французского ученого Луи Пастера (1822-1895) начинается новый этап в развитии микробиологии. Его работы дали возможность всесторонне изучать жизнедеятельность микробов, т.е. их физиологию. Поэтому новый этап развития науки получил название физиологического.

В 1857 г. Л. Пастер установил, что молочнокислое брожение происходит в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий, а спиртовое брожение вызывают дрожжи. Изучая маслянокислое брожение, ученый открывает явление анаэробнозиса. До Пастера незыблемым законом являлось положение, высказанное Лавуазье: жизнь без кислорода невозможна. Л. Пастер установил, что маслянокислые бактерии развивались без кислорода воздуха. После этого все микроорганизмы по типу дыхания разделили на две группы – аэробы и анаэробы.

Пастер также открыл возбудителей уксуснокислого брожения, которые развивались в пленке на поверхности вина и оказались типичными аэробами, т.е. развивались только в присутствии кислорода воздуха. Доказывая микробную природу брожения, Пастер указал метод борьбы с «болезнями»

вина и пива (1865 г.), который применяется в настоящее время и известен под названием «пастеризация». Сущность этого метода заключается в нагревании продукта до 65-80 °С, в результате чего многие микроорганизмы погибают, но пищевая ценность продуктов не снижается.

Луи Пастер доказал, что возбудителями гниения различных продуктов являются микроорганизмы. Он открыл возбудителей болезней шелковичных червей, ряда заболеваний людей и животных. Л.Пастер установил возможность аттенуации (ослабления болезнетворности) микробов и показал, что если ввести их в организм, он становится невосприимчив к данному заболеванию. Это явилось началом иммунологии. Он создал вакцины против сибирской язвы, рожи свиней, холеры кур. Л. Пастер совершил гражданский подвиг, т.к. им была создана вакцина против бешенства не только до открытия вируса бешенства и вирусов вообще - этим он совершил гражданский подвиг. Исследования Луи Пастера послужили основой для развития медицинской, ветеринарной, технической микробиологии, учения об иммунитете.

Создавалась новая наука, которую Пастер назвал «микробия», ныне микробиологии, задачей которой являлось широкое изучение микробов и их роли в природе и жизни человека. Поэтому Луи Пастер считается основоположником современной микробиологии.

Одним из создателей современной микробиологии признан также немецкий ученый Роберт Кох (1843-1910). С развитием науки возникла необходимость в получении чистой культуры, изучении свойств и значения вида микроба в отдельности. Кох успешно решил проблему получения чистых культур микробов. Он предложил использовать плотные искусственные питательные среды, применяя для их получения питательный желатин (1887 г.). При посеве на эти среды отдельные клетки микроорганизмов размножались на поверхности плотной среды, образуя так называемые колонии – скопления многих тысяч микробов, видимые невооруженным глазом. Успеху изучения микробов способствовало также введение Р.Кохом в бактериологическую практику метода окраски микробов анилиновыми красителями, что позволяло увидеть четкие контуры клеток микробов и различать их структурные особенности.

Р. Кох усовершенствовал микроскопию микробов, применив иммерсионную систему. Благодаря этому увеличил разрешающую способность микроскопов, ввел в практику микрофотографию.

Роберт Кох открыл явление спорообразования у бактерий, изучил защитную функцию спор возбудителя сибирской язвы. В 1882 г. он открыл возбудителя туберкулеза, в 1883г. - возбудителя холеры. В 1905 г. ему была присуждена Нобелевская премия.

В одном ряду с первооткрывателями стоит имя И.И.Мечникова (1845-1916)-русского естествоиспытателя, доктора зоологии, лауреата Нобелевской премии (1908 г). Он был признан одним из основоположников отечественной микробиологии. Его учение о фагоцитозе является одним из крупнейших достижений научной мысли.

Согласно этой теории у высших животных существуют клетки, которые ведут борьбу с посторонними телами и микробами, попадающими в организм. Это клетки, захватывающие чужеродные тела и клетки микробов и уничтожающие их. Мечников назвал их фагоцитами (пожирающими клетками). У позвоночных животных, в том числе и у человека, фагоцитами являются белые кровяные клетки – лейкоциты. Фагоцитарная теория послужила основой для теории иммунитета, т.е. невосприимчивости к заразным заболеваниям.

Он также считал, что старость человека является следствием хронически развивающегося отравления организма продуктами обмена гнилостных бактерий, обитающих в кишечнике человека. И.И. Мечников открыл явление антагонизма. Для подавления развития гнилостных микробов он рекомендовал использовать молочнокислые бактерии, ежедневно употребляя для этой цели кисломолочные продукты.

Несмотря на большие научные достижения, в конце второй половины XIX столетия микробиологи столкнулись с неразрешимыми проблемами. При многих, безусловно, инфекционных заболеваниях они не находили микроорганизмов – возбудителей, что противоречило установившимся взглядам о том, что без микробов нет инфекционных болезней.

Это несоответствие разрешил русский ботаник Д.И. Ивановский (1864-1920), открывший в 1892 г. невидимых под обычным микроскопом ультрамикробов, названных вирусами. Он установил, что размер вирусов находится за пределами разрешающей способности оптических микроскопов, и они являются внутриклеточными паразитами, вследствие чего не растут на питательных средах, применяемых для культивирования других микроорганизмов. Д.И. Ивановский является основоположником современной вирусологии.

Основоположником отечественной микробиологии молока и молочных продуктов является С.А. Королев (1874-1932). С его именем связаны первые крупные научные открытия в области микробиологии молока в нашей стране. Им была создана первая школа отечественных микробиологов молочной промышленности. Он провел широкую программу исследований микробиологических процессов по основным отраслям молочного производства.

С.А. Королев выявил закономерность молочнокислого процесса и динамику изменения различных групп микроорганизмов при этом.

Он установил закономерность смены фаз микрофлоры молока в процессах производства всех молочнокислых продуктов. Впервые в России применил закваски, т.е. чистые культуры молочнокислых бактерий. Введение в состав микрофлоры заквасок молочнокислых стрептококков, подавляющих рост некоторых патогенных и технически вредных бактерий, способствовало повышению стойкости и диетических свойств молочнокислых продуктов.

С.А. Королевым была проведена большая работа по выяснению причин возникновения пороков кисломолочных продуктов. В 1932 г. им был из-

дан фундаментальный труд «Основы технической микробиологии молочного дела», который не потерял своей актуальности и в настоящее время.

1.2 Предмет и задачи микробиологии

Микробиология – наука о мельчайших живых организмах – микробах. Большинство из них можно видеть только в микроскоп. Некоторые микроорганизмы невидимы даже при очень большом увеличении. Их можно рассмотреть только с помощью электронного микроскопа, дающего увеличение до ста тысяч раз.

К микроорганизмам относятся бактерии, дрожжи, простейшие животные (амебы, инфузории) и некоторые водоросли, т.е. представители как растительного, так и животного мира. Плесени и дрожжи принадлежат к низшим растениям, простейшие – к одноклеточным животным организмам.

Микробиология изучает формы микроорганизмов, условия их жизни и роль в природе. Знание свойств микроорганизмов облегчает работу по созданию благоприятных условий для развития полезных видов и подавления вредных, что позволяет управлять процессами производства и обеспечивать высокое качество продукта.

В природе происходит постоянный круговорот веществ, без которого была бы невозможна жизнь на Земле. Органические вещества в природе непрерывно минерализуются. В этом процессе основная роль принадлежит микроорганизмам. В результате их жизнедеятельности органические вещества растительных остатков и трупов животных разлагаются на простые соединения, доступные для питания растений. Таким образом, сложные органические вещества вовлекаются в новый круговорот веществ.

Как сказал Луи Пастер, «если бы микроскопические существа исчезли с поверхности земли, то она быстро загромодилась бы мертвыми органическими отбросами и всякого рода трупами животных и остатками растений».

Разрушая безазотные органические вещества, микроорганизмы минерализуют их до углекислоты и воды. Сложные белковые вещества, из которых в основном состоит тело животного, попадая после его смерти в почву, распадаются под воздействием микроорганизмов на более простые соединения и постепенно минерализуются, переходя сначала в аммонийные соединения, а затем – в соли азотной кислоты. Эти соли превращаются в растениях в органические вещества.

Широкое распространение микроорганизмов в природе и исключительно важное значение вызываемых ими процессов способствовало развитию микробиологии – одной из самых молодых отраслей биологической науки и разделению ее на ряд самостоятельных дисциплин (медицинская, сельскохозяйственная, техническая микробиология и т.д.).

Важную роль играют микроорганизмы в пищевой промышленности. На использовании микробиологических процессов основаны такие отрасли промышленности, как хлебопечение, виноделие, производство глицерина, уксуса, лимонной кислоты. Технологические процессы способствуют созда-

нию благоприятных условий для развития полезной микрофлоры, с тем, чтобы максимально использовать продукты ее жизнедеятельности. При этом полностью подавляется развитие вредной микрофлоры.

Особенно велика роль микроорганизмов в молочной промышленности. Производство кисломолочных продуктов (простокваши, сметаны, творога), сливочного масла, сыров основано на использовании различных микроорганизмов (бактерий, дрожжей, плесеней). Некоторые кисломолочные продукты относятся к лечебным. Они подавляют развитие в кишечнике вредной микрофлоры, образуют витамины и т.д.

В задачу дисциплины микробиологии молока входит изучение решающей роли микроорганизмов, встречающихся в молоке и молочных продуктах для технологии переработки, а также их значения, как потенциальных возбудителей порчи молочных продуктов, а иногда пищевых отравлений.

2 Биологические свойства микроорганизмов, используемых при производстве молочных продуктов

При производстве молочных продуктов используют следующие микроорганизмы:

- молочнокислые бактерии;
- пропионовокислые бактерии;
- бифидобактерии;
- уксуснокислые бактерии;
- дрожжи.

В созревании сыров со слизиевой поверхностью участвует незаквасочный пигментообразующий микроорганизм слизи *Brevibacterium lines*.

2.1 Молочнокислые бактерии

Это специфическая группа микроорганизмов, обуславливающих молочнокислое брожение, т.е. распад углеводов (сахаров) до молочной кислоты. Наряду с основным продуктом брожения – молочной кислотой – образуются побочные продукты: уксусная кислота, углекислый газ, ароматические вещества, этиловый спирт и другие.

Первые научные исследования этих микроорганизмов были проведены ещё Луи Пастером, результаты которых он опубликовал в 1857 году.

В природе молочнокислые бактерии представлены в виде шаровидных (кокков) и палочковидных (лактобактерий) форм.

Шаровидные молочнокислые бактерии называют молочнокислыми стрептококками, т.к. они относятся к семейству *Streptococcaceae*.

Молочнокислые стрептококки представлены тремя родами – *Lactococcus*, *Leuconostoc* и *Streptococcus*.

2.1.1 Лактококки

Систематика. Род *Lactococcus* (от греческого *lacticus* – молочный) включает пять видов, типовым из которых является *Lactococcus lactis*. Он объединяет три подвида: *Lac. lactis* (молочный лактококк); *Lac. cremoris* (сливочный лактококк) и *Lac. hordniae*.

В подвид *Lac. lactis* отнесён и ароматообразующий биологический вариант *Lac. diacetylactis*. *Lac. Cremoris* часто образует длинные цепочки (рисунок 2.1).

Морфология. Лактококки представляют собой сферические или овальные клетки размером 0,5-1,2×0,5-1,5 мкм, располагающиеся в виде коротких цепочек или попарно; неподвижны, спор и капсул не образуют, по Граму красятся положительно.

В молодых культурах некоторые штаммы сливочного стрептококка образуют слизистую капсулу.

Культурные свойства. Лактококки являются факультативными анаэробами, т.е. растут не только в анаэробных условиях, но и без доступа молекулярного кислорода. Однако в присутствии кислорода у них не изменяется тип дыхания, т.к. не проявляется аэробное дыхание, а продолжается процесс брожения.

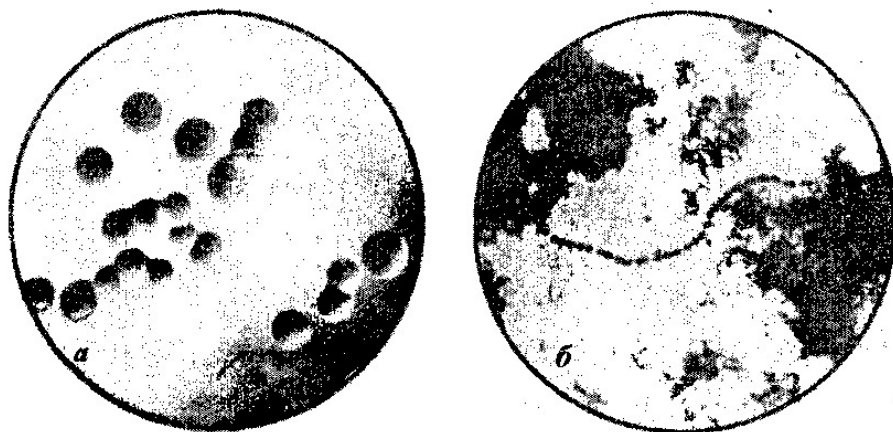


Рисунок 2.1 – *Lactococcus cremoris*

а – колонии; б - клетки

Поэтому лактококки можно отнести к категории аэротолерантных (воздухотерпимых) микроорганизмов.

Лактококки являются мезофилами, их оптимальная температура роста 30 °С, развиваются при 10 °С, но не при 45 °С. Многие штаммы имеют широкий диапазон температур роста – от 8 до 41 °С. Некоторые штаммы лактококков способны расти при очень низких плюсовых температурах (до 3 °С).

На обычных питательных средах они не развиваются, а растут на средах с добавлением аминокислот, гидролизатов белка мяса, лактоальбумина, казеина, муки. Лактококкам необходимы незаменимые аминокислоты, витамины группы В.

Лактококки культивируют, в основном, на обезжиренном стерильном молоке или на искусственных средах, с использованием гидролизованного молока и других питательных веществ.

Биохимические свойства лактококков изучают по энергии кислотообразования, предельной кислотности, по качеству сгустка, протеолитической активности бактерий и др.

Энергию (интенсивность) кислотообразования определяют по времени образования сгустка молока (кислотность около 58-60 °Т) при внесении 0,5 см³ молодой (12-20 ч) культуры в 10 см³ стерильного обезжиренного молока.

Кислотность молока, выраженную в градусах Тернера, определяют при титровании децинормальным раствором едкого натра с индикатором фенолфталеином.

Качество сгустка определяют тотчас после его образования. Лактококки образуют ровный, плотный, гомогенный кислотный сгусток без отде-

ления сыворотки, с кисловатым приятным вкусом. Если сгусток стягивается с отделением сыворотки, значит, в молоке присутствует сычужный фермент, выделяемый маммококками и микрококками. При этом образуется смешанный сычужно-кислотный сгусток. Чистый сычужный сгусток, который полностью растворяется, образуют гнилостные бактерии.

Наличие в сгустке пузырьков газа (если их много) даёт основание предположить загрязнение культуры бактериями группы кишечных палочек или дрожжами.

Протеолитическую активность молочнокислых бактерий изучают на мясопептонном желатине, молоке, молочном агаре или определяют с помощью специальных биохимических исследований.

Lac. lactis. Его штаммы свёртывают молоко за 4-7 ч., предельная кислотность достигает 120 °Т. Не развивается в щелочной среде при рН 9,5. Заключительная рН в жидких средах 4,0-4,5. *Lac. lactis* применяют в многоштаммовых заквасках совместно с *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis* и видами рода *Leuconostoc*.

Отдельные штаммы *Lac. lactis* при температуре около 30 °С способны образовывать горечь и поэтому непригодны для использования в качестве бактериальных заквасок при производстве сыра.

Lac. cremoris. Энергия его кислотообразования слабее, чем у *Lac. lactis* и составляет 6-8 часов, а предельная кислотность – 110-115 °Т.

В отличие от молочного лактококка не сбраживает мальтозу и декстрин, не растёт при температуре 39-40 °С.

Lac. cremoris используют преимущественно там, где необходимо добиться вязкой консистенции, умеренного кислотообразования. Он входит в состав заквасок для сметаны, творога, масла, сыров.

Lac. cremoris встречается в сыром молоке и молочных продуктах, но в небольших количествах.

Ароматобразующий лактококк **Lac. diacetylactis** продуцирует фермент цитритазу, которая расщепляет цитраты с образованием диоксида углерода (CO₂) и ароматических веществ – ацетоина и диацетила.

Lac. diacetylactis – сравнительно слабый кислотообразователь, имеет слабую энергию кислотообразования (более 16 ч), предельная кислотность в молоке достигает 70-100 °Т.

Сгусток молока содержит пузырьки газа (CO₂). Образование диоксида углерода может быть необходимым или нежелательным. Для получения глазков во многих видах сыра образование CO₂ необходимо. С другой стороны, оно не должно быть настолько сильным, чтобы обуславливать пороки рисунка сыра. В кисломолочных продуктах присутствие диоксида углерода улучшает вкус (лёгкий пикантный привкус).

Газообразование намного сильнее при использовании в качестве питательной среды цельного молока, по сравнению с обезжиренным.

При развитии ароматобразующего лактококка сгусток молока имеет специфический запах, обусловленный накоплением диацетила (собственно

ароматического вещества). Он обуславливает запах масла, сливок, пахты, различных сортов свежего сыра.

Ацетоин не обладает выраженными ароматическими свойствами, но тесно связан с диацетилом.

Диацетил восстанавливается в ацетоин через фермент диацетилредуктазу. Эта необратимая реакция происходит довольно интенсивно и ведёт к потере аромата. Ее можно замедлить, храня культуры или молочные продукты при низких температурах (5 °С и ниже).

Самым важным исходным веществом для образования диацетила является лимонная кислота. Обогащением питательной среды лимонной кислотой можно стимулировать продукцию ароматического вещества.

Оптимальной температурой ароматообразования для *Lac. diacetylactis* является 25 °С.

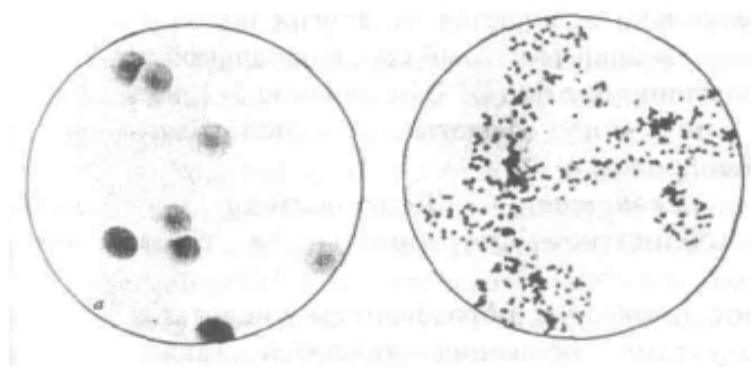
Lac. diasey lactis в качестве заквасочного микроорганизма используют при производстве молочных продуктов, в которых желательна сильная кислотность и ароматообразование, например для приготовления масла, творога, сметаны, простокваши и разных сортов свежего сыра.

2.1.2 Лейконостоки

Систематика. Род *Leuconostoc* (от греческого *leucos* – белый, бесцветный; *nostoc* – обобщенное название водорослей; *leuconostoc* – бесцветные слизистые растения) объединяет 9 видов.

В молочной промышленности имеет значение вид *Leu. mesenteroides*, он включает три подвида: *Leu. dextranicum*, *Leu. cremoris* и *Leu. mesenteroides*.

Морфология. Лейконостоки имеют сферические, несколько вытянутые клетки размером 0,5-0,7×0,7-1,2 мкм. Располагаются парами или цепочками. По Граму красятся положительно, неподвижные, спор не образуют (рисунок 2.2).



а – круглые плотные колонии; б – кокковая форма, круглые клетки, окруженные слизью

Рисунок 2.2 – *leuconostoc mesenteroides*

Leu. cremoris имеет клетки, которые обычно выстраиваются в длинные двойные цепочки.

У лейконостоков на морфологию клеток могут влиять условия выращивания микроорганизмов. При культивировании в молоке большинство штаммов образуют коккоподобные клетки в коротких цепочках. При культивировании в бульоне клетки лейконостоков удлиняются и могут принимать вид палочек, проявляясь морфологически ближе к лактобактериям, чем к стрептококкам.

Культурные свойства. Лейконостоки являются факультативными анаэробами. Растут на специальных питательных средах. Оптимальная температура роста 20-30 °С, а минимальная составляет 5 °С.

По сравнению с лактококками лейконостоки более требовательны к составу питательных сред. Молоко для них является бедной питательной средой. Большинство штаммов растёт в молоке при добавлении экстракта дрожжей и глюкозы.

Лейконостоки на плотных средах образуют мелкие (до 1 мм в диаметре) гладкие круглые серовато-белые колонии.

Рост лейконостоков никогда не бывает быстрым. Наиболее активными являются штаммы *mesenteroides*, имеющие самое короткое время генерации – в течение 24 часов при 30 °С.

Биохимические свойства. Они ферментируют глюкозу с образованием кислоты и обычно газа.

Лейконостоки являются слабыми кислотообразователями, молоко часто не свёртывают, протеолитической активностью не обладают, нитраты не восстанавливают. Конечную рН при росте в жидкой среде доводят до 4,4-5,0.

Leu. dextranicum является слабым кислотообразователем, свёртывает молоко через 2-3 суток. Предельную кислотность доводит до 70-80 °Т.

Leu. cremoris медленно развивается в молоке и его не сквашивает, т.к. предельная кислотность достигает только 40-50 °Т.

Установлено стимулирующее воздействие марганца на рост и образование диацетила бактериями рода *Leuconostoc*.

Количество марганца в коровьем молоке зависит от времени года: весной его содержание составляет 8-20 мкг/л и осенью – 25-85 мкг/л.

Поэтому в масле, изготовленном с помощью заквасок, содержащих *Leuconostoc*, весной диацетила будет меньше, чем летом и осенью.

Образование диацетила и ацетоина в заметных количествах наблюдается только у *Leu. cremoris* и *Leu. dextranicum*. Оптимальная температура ароматообразования составляет 18-20 °С. Оно происходит только при низком значении рН (меньше 6,0), т.е. при накоплении в большом количестве молочной кислоты.

Leu. cremoris применяют в основном при производстве стойкого к хранению масла, когда необходимо получить мягкий долговременный аромат.

Leu. dextranicum чаще вводят в состав заквасок для сыров.

Лейконостоки обладают липолитической активностью. Они в состоянии расщеплять моно-, ди- и триглицериды. Липолиз высвобождает жирные кислоты (масляную, капроновую, каприловую, меристиновую, олеиновую) и их продукты распада, что может привести к порокам вкуса.

2.1.3 Термофильный стрептококк

Был выделен и описан Орла-Иенсенем в 1919 году.

Систематика. В род *Streptococcus* входит один вид молочнокислых кокков – *Streptococcus thermophilus* (термофильный стрептококк).

Морфология. *Str. thermophilus* представляет собой грамположительные шарообразные или эллипсоидные клетки диаметром 0,7-0,9 мкм, чаще располагающиеся длинными цепочками. По величине клетки крупнее, чем клетки молочного стрептококка. Термофильный стрептококк спор и капсул не образует, неподвижен.

Культурные свойства. По отношению к кислороду *Str. thermophilus*, как и все молочнокислые бактерии, является факультативным анаэробом. Хорошо растёт на обезжиренном и гидролизованном молоке, также на плотных средах, особенно с добавлением к питательным средам основных аминокислот.

Характерным признаком *Str. thermophilus* является широкий диапазон температур роста – от 20 до 50 °С. Оптимальной является температура 37-40 °С, слабый рост наблюдается при 50 °С, температура 53 °С задерживает рост.

Имеется разновидность термофильного стрептококка, которая образует слизь и придаёт кисломолочным продуктам особую кремоподобную вязкую консистенцию.

Биохимические свойства. *Str. thermophilus* по энергии кислотообразования превосходит все молочнокислые стрептококки, достигая уровня термофильных лактобактерий. Он сквашивает молоко через 3,5-6 часов, предельная кислотность составляет 110-115 °Т. Сквашивание молока происходит быстрее при добавлении к нему дрожжевого экстракта (0,3 %) и сахарозы (3 %).

Характерным свойством этого вида считается способность сбраживать сахарозу и отсутствие ферментаций мальтозы.

Некоторые штаммы образуют диацетил, что улучшает качество молочных продуктов.

Этот вид не растёт на средах с концентрацией пенициллина 0,01МЕ/см³ и стрептомицина 5 мкг/см³, поэтому его используют в качестве тесткультуры при выявлении антибиотиков в молоке.

Str. thermophilus обладает относительно высокой термоустойчивостью. Он выдерживает температуру 75 °С в течение 15 мин и 65 °С в течение 30 мин, вследствие чего составляет значительную часть остаточной микрофлоры в молоке после пастеризации.

Штаммы термофильных стрептококков чаще выделяют из сырого молока, их в комбинации с болгарской палочкой используют в производстве ряженки, варенца, йогурта, и других кисломолочных напитков и творога ускоренной выработки, сыров с высокой температурой нагревания.

2.1.4 Лактобактерии

Систематика. В связи с многочисленным количеством видов молочнокислых палочек (67) при их классификации и идентификации выделенных штаммов, кроме морфологических особенностей, культурных свойств и ферментативной активности (фенотипические свойства), учитывают также генотипические особенности: содержание гуанина с цитозином (Г+Ц) в молекуле ДНК, выраженное в мольпроцентах, гомологию ДНК/ДНК различных штаммов и видов, состав и расположение аминокислот в клеточной стенке и др..

Молочнокислые палочки (лактобактерии) относятся к семейству Lactobacteriaceae, роду Lactobacterium, включающему три подрода: Thermobacterium (термобактерии), Streptobacterium (стрептобактерии) и Betabacterium (бетабактерии).

К **I группе** в подрод Thermobacterium отнесены облигатные гомоферментативные лактобактерии, в подрод Streptobacterium вошла **вторая группа**, объединяющая факультативные гетероферментативные лактобактерии, **третья группа** молочнокислых палочек представлена облигатными гетероферментативными лактобактериями, которые относятся к подроду Betabacterium.

В "Определителе бактерий Берджи" описано 44 основных вида (свойства 23 остальных полностью не установлены).

В группу I вошли 15 видов гомоферментативных молочнокислых палочек, которые ферментируют углеводы исключительно до молочной кислоты. В подавляющем большинстве это термофилы.

Относительно гомологии ДНК/ДНК, то она содержит 2 комплекса близких видов.

Во II группу (подрод Streptobacterium) отнесены 11 видов факультативных гетероферментативных лактобактерий, которые могут ферментировать углеводы не только до молочной кислоты, но и с образованием ряда других побочных продуктов брожения: уксусной и муравьиной кислот, этилового спирта.

Представители второй группы в основном являются мезофилами. По гомологии ДНК среди стрептобактерий различают 3 комплекса подвидов.

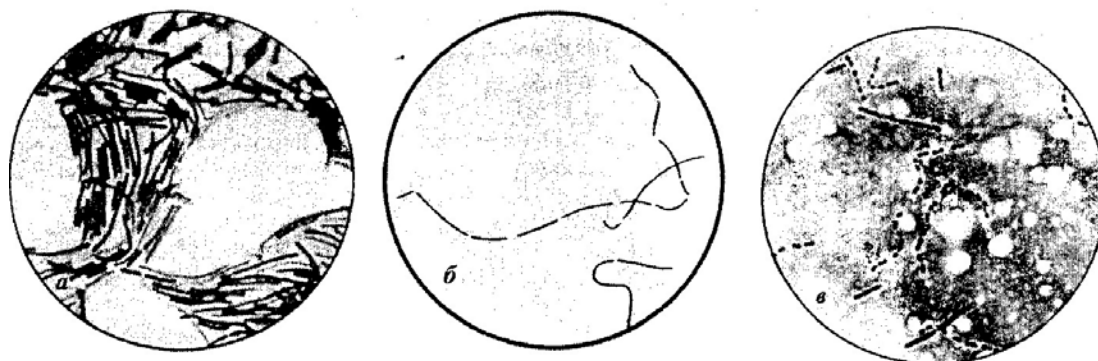
Третья группа лактобактерий объединяет 18 видов облигатных гетероферментативных лактобактерий, которые ферментируют углеводы до молочной и уксусной кислот, этанола и углекислого газа. По отношению к температуре они являются мезофилами.

Морфологические свойства. Лактобактерии представляют собой палочки размером 4-15×0,5-0,6 мкм, встречаются изогнутые и булавовидные формы, также короткие коккобактерии. Они, как правило, неподвижны, спор

и капсул не образуют, по Граму красятся положительно. Клетки стрептобактерий мельче клеток термобактерий, часто располагаются в виде цепочек (рисунок 2.3).

Образование цепочек обусловлено тем, что деление клеток происходит только в одной плоскости. Оно характерно для определённых видов и даже штаммов.

Культурные свойства. Молочнокислые бактерии являются факультативными анаэробами, лучше растут при пониженном содержании кислорода, или при содержании в атмосфере углекислого газа 5-10 %. По отношению к температуре стрептобактерии и бетабактерии являются мезофилами, термобактерии – термофилами.



а - *Lactobacterium bulgaricum*; б - *Lactobacterium casei*; *Lactobacterium acidophilum* и *Streptococcus thermophilus*: клетки, окруженные небольшим слоем слизи

Рисунок 2.3 – Молочнокислые бактерии

Лактобактерии на обычных средах не растут, их выращивают на средах с молоком. При развитии в молоке вызывают образование однородного плотного сгустка с приятным кисломолочным запахом и вкусом.

Температурные границы роста для термобактерий составляют 20-55 °С, для мезофилов – 15-38 °С. Оптимальная pH составляет 5,5-6,2. Скорость роста снижается при нейтральной и слабощелочной реакции. Лактобактерии лучше растут в немного подкислённых средах с начальной pH 6,4. Рост прекращается при достижении pH 3,6-4,0.

Лактобактерии очень требовательны к питательным средам. Для своего развития им необходимо иметь не только углеводный источник, но и нуклеотиды, аминокислоты и витамины.

Биохимические свойства. Лактобактерии находятся на границе аэробного и анаэробного типов дыхания. Они очень эффективно ферментируют углеводы и аминокислоты.

В процессе ферментации углеводов образуется молочная кислота в форме L- или D-изомеров. Многие лактобактерии обладают хорошо выраженными сахаролитическими свойствами.

Лактобактерии обладают слабой протеолитической активностью и поэтому не растут в субстратах, где единственным источником азота является белок, т.е. где отсутствуют различные аминокислоты.

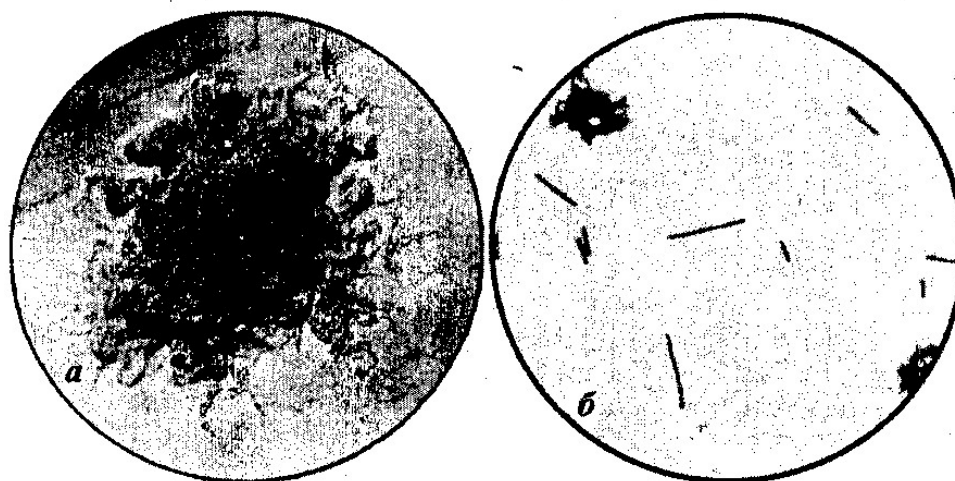
Молочнокислые бактерии не восстанавливают нитраты в нитриты, не образуют пигментов.

В молочной промышленности используют ограниченное количество видов молочнокислых палочек.

2.1.4.1 Среди термобактерий в качестве заквасочных микроорганизмов чаще применяют *Lbm. helveticum* (швейцарская палочка), *Lbm. delbrueckii subsp. bulgaricum* (болгарская палочка), *Lbm. acidophilum* (ацидофильная палочка), *Lbm. delbrueckii subsp. lactic* (молочная палочка).

Термофильные молочнокислые палочки являются активными кислотообразователями, они сквашивают молоко через 4-5 часов, предельная кислотность достигает 200-350 °Т.

Швейцарская палочка является самым активным кислотообразователем, предельная кислотность при его развитии достигает 350 °Т. Некоторые штаммы развиваются в субстратах, содержащих до 5 % поваренной соли (рисунк 2.4).



а – колония с локоновидно-разветвленным краем; б – длинные палочки

Рисунок 2.4 – *Lactobacterium helveticum*

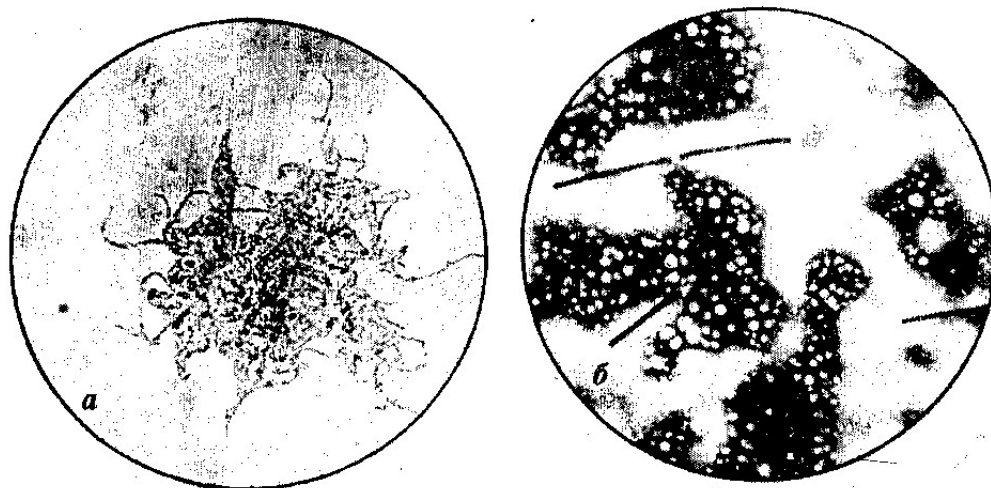
Штаммы *Lbm. helveticum* можно выделить из сычуга телят или кислого сырого молока. Микроорганизмы используют в составе заквасок для твёрдых сыров с высокой температурой второго нагревания.

Болгарская палочка доводит предельную кислотность молока до 200-300°Т. Штаммы болгарской палочки образуют ацетальдегид – ароматическое вещество, придающее вкус, запах, подавляющее нежелательную микрофлору кишечника. Болгарская палочка чувствительна ко многим антибиотикам, устойчива к бактериофагу (рисунк 2.3).

Её штаммы выделяют, как правило, из сырого молока. Применяют в составе заквасок для производства простокваши мечниковской, южной, йогурта, ряженки и др.

Ацидофильная палочка является кишечным микробом, который можно выделить из содержимого пищеварительного тракта человека и различных животных. Ацидофильная палочка способна после культивирования в молоке вновь приживаться в кишечнике человека и подавлять там развитие

патогенных и нежелательных микроорганизмов (сальмонеллы, шигеллы, стафилококки, эшерихии и др.). Антогонистическое действие *Lbm. acidophilum* обусловлено продуцируемыми антибиотиками – ацидофилином и лактоцидином (рисунок 2.5).



а – поверхностная колония; б – длинные палочки, сгустки казеина, ацидофильное молоко

Рисунок 2.5 - *Lactobacterium acidophilum*

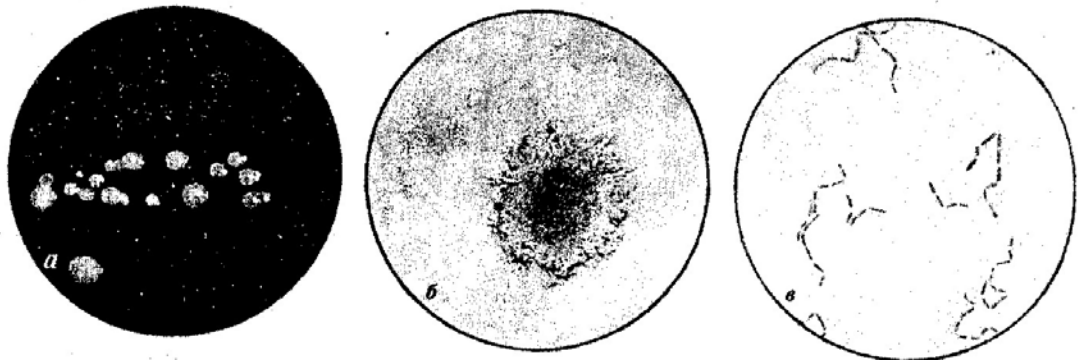
Ацидофильные бактерии устойчивы к щелочной реакции (рН 8,3), наличию в среде фенола (0,4 %), желчи (20 %), NaCl (2 %). Предельная кислотность ацидофильной палочки достигает 200-250 °Т.

Имеются слизеобразующие штаммы.

Молочная палочка по своим свойствам и поведению в закваске проявляет большое сходство с болгарской палочкой. Она сбраживает глюкозу, лактозу, мальтозу, сахарозу, галактозу. Предельная кислотность молока, сквашенного молочной палочкой, достигает 120-180 °Т, используется в сыроделии.

2.1.4.2 Стрептобактерии обладают менее выраженной кислотообразующей способностью. Они ферментируют молоко через 2-3 суток, предельная кислотность составляет 180 °Т. Для молочной промышленности имеют значение стрептобактерии *Lbm. plantarum* и *Lbm. casei subsp. rhamnosus*.

Lbm. plantarum продуцирует антибиотик лактолин, действующий угнетающе на кишечную микрофлору и маслянокислые бактерии (рисунок 2.6).



а – маленькие, гладкие, блестящие колонии; б – шероховатые колонии с разветвленным краем; в – короткие палочки, располагающиеся цепочками

Рисунок 2.6 – *Lactobacterium plantarum*

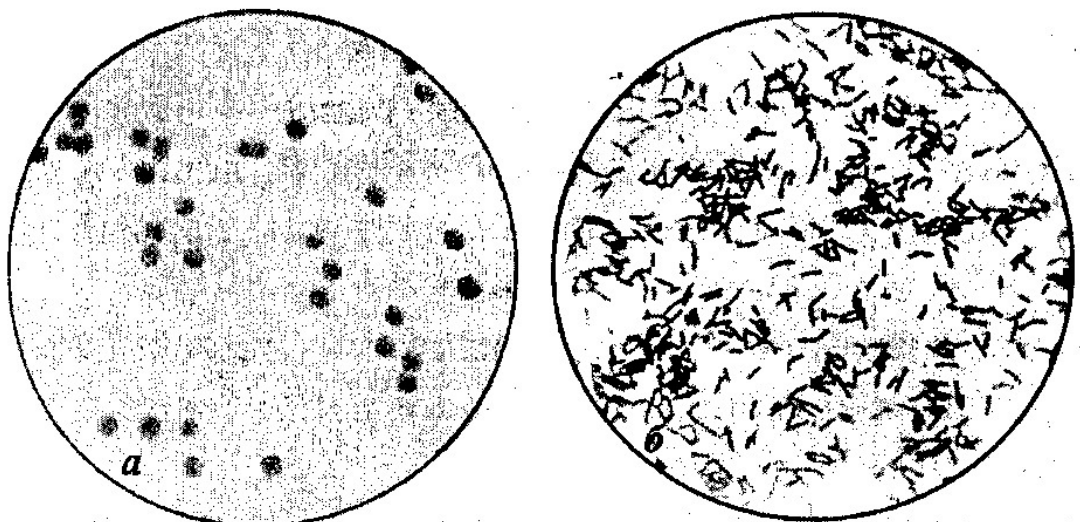
Стрептобактерии обладают хорошо выраженными сахаролитическими свойствами. Глюкозу сбраживают без образования газа.

Новые штаммы стрептобактерий можно выделить из сырого молока, сыра, с поверхности оборудования для производства сыра, коровьего навоза, силоса и др.

Стрептобактерии играют положительную роль при созревании многих сыров, при содержании поваренной соли в концентрации до 6 %.

Некоторые штаммы *Lbm. plantarum* вызывают образование ржавых пятен на поверхности сыров.

2.1.4.3 Бетабактерии характеризуются слабой энергией кислотообразования и молоко не сквашивают. Предельная кислотность может достигать 150-160 °Т. Бетабактерии в молоке образуют незначительное количество летучих кислот, углекислый газ, этиловый спирт, молочную кислоту (рисунок 2.7).



а – круглые колонии со слегка зазубренным краем; б – короткие палочки

Рисунок 2.7 – *Lactobacterium brevis*

Имеют очень слабую терморезистентность, могут развиваться в среде, содержащей 4 % NaCl.

Бетабактерии участвуют в созревании твёрдых сыров с низкой температурой второго нагревания, способствуют образованию рисунка и формированию запаха сыра. Иногда могут обуславливать раннее вспучивание сыра вследствие их способности к газообразованию.

Лактобактерии широко распространены в окружающей среде. Их часто обнаруживают в молочных, хлебных, мясных и рыбных продуктах, в воде, сточных водах, пиве, вине, фруктах и фруктовых соках, солёных овощах, силосе, кислом тесте и сусле. Они находятся в ротовой полости, кишечнике, на слизистых мочеполового тракта людей и животных.

2.2 Бифидобактерии

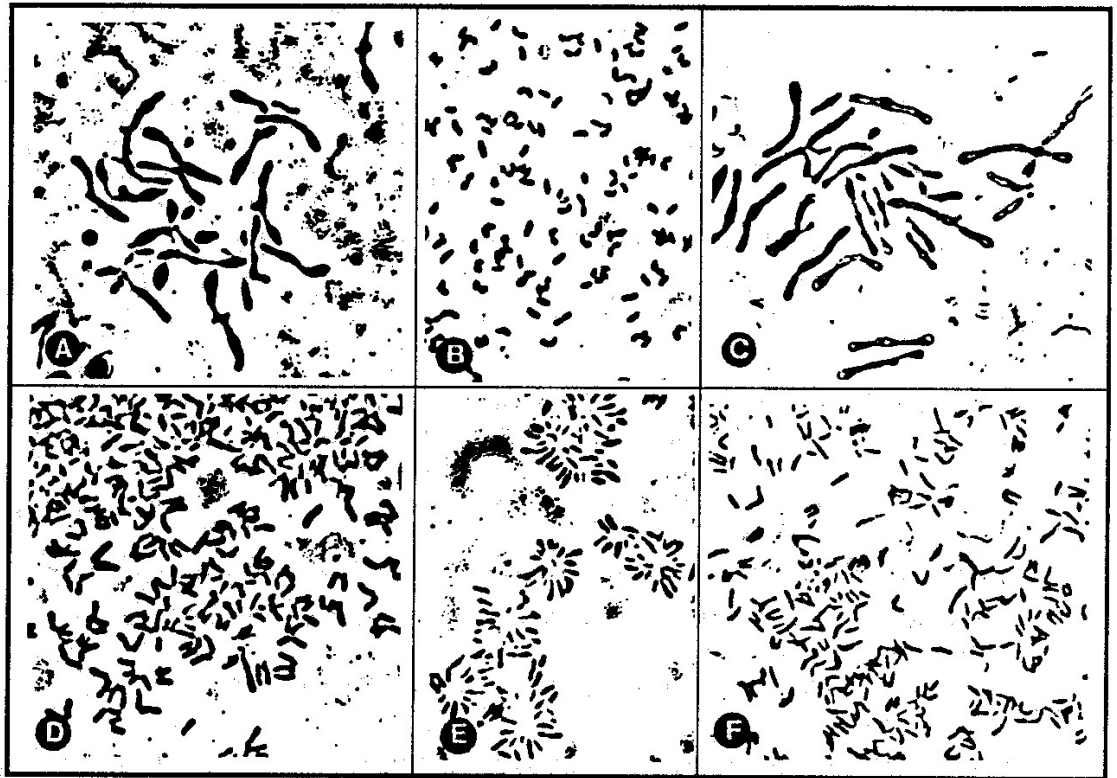
Это доминирующая часть кишечной микрофлоры здорового человека и теплокровных животных. Она проявляет антагонистическую активность по отношению к патогенным, условно-патогенным и нежелательным микроорганизмам в кишечнике.

В настоящее время установлено 24 вида бифидобактерий (от лат. *bifidus* – раздвоенный, расщепленный надвое), объединенных в род *Bifidobacterium*, который относится к семейству *Actinomycetaceae*.

Типовой вид - *B. bifidum*.

Содержание моль % гуанина+цитозина (Г+Ц) в молекуле ДНК бифидобактерий составляет 57-64.

Морфология. Бифидобактерии – по форме представляет собой палочки прямые, изогнутые, разветвлённые, раздвоенные. Y- или V- формы, булабовидные, лопатовидные. Клетки располагаются одиночно, парами, иногда цепочками, розетками. Размер клеток 0,5-1,3×1,5-8 мкм. Грамположительные, не образуют спор и капсул, неподвижные. Каждый вид имеет особенности по размеру, форме и расположению клеток (рисунок 2.8).



а - *B. bifidum*, б – *B. indicum*, в - *B. magnum*, г - *B. angulatum*, д - *B. asteroides*, е - *B. minimum*

Рисунок 2.8 - Бифидобактерии

При выращивании культур бифидобактерий на печеночном агаре или в молоке ветвление исчезает, появляется много гранулированных форм, которые иногда можно принять за кокки.

Среди штаммов, выделенных из кишечника взрослых людей, преобладают палочковидные и булавовидные формы. Ветвящиеся палочки чаще встречаются у детей грудного возраста.

Культурные свойства. Все виды бифидобактерий при первичном выделении являются строгими анаэробами. При лабораторном культивировании эти микроорганизмы приобретают способность развиваться в присутствии некоторого количества кислорода, а в высокопитательных средах – расти в полностью аэробных условиях.

Оптимальной является температура 37-41 °С. Оптимальное значение рН 6-7, при рН ниже 4,5 и выше 8,5 рост микроорганизмов прекращается.

Для размножения бифидобактерий необходимо огромное количество факторов роста. Нужны биотин, пантотеновая кислота, цистеин, рибофлавин, пуриновые и пиримидиновые основания, пептиды и др. Необходимые микроэлементы – Fe, Mg, P, K, Cl, Na, Mr.

Бифидобактерии культивируют, создавая анаэробные условия или снижая окислительно-восстановительный потенциал среды, на молоке, гидролизованном молоке и гидролизате казеина, а также на печеночном бульоне с добавлением ростовых веществ.

В молоке бифидобактерии развиваются медленно, т.к. коровье молоко не является естественной средой их обитания. Одной из причин плохого роста бифидобактерий в молоке служит растворенный в нем кислород.

Рост бифидобактерий в коровьем молоке стимулируют экстракты дрожжей, гидрализованное молоко, а также увеличение соотношения белка лактозы, добавление гидролизатов казеина.

Растительными стимуляторами роста бифидобактерий в молоке являются обезжиренная соя, экстракт картофеля, тростниковый сахар, кукурузный экстракт, морковный сок.

Одним из способов активации роста бифидобактерий в молоке является получение мутантов этих микроорганизмов, способных расти без какой-либо защиты от кислорода.

Для культивирования бифидобактерий наиболее распространенной считается печеночно-цистеиновая среда (среда Блаурока).

В молочной промышленности для выявления бифидобактерий рекомендована гидрализатно-молочная среда.

Биохимические свойства. Бифидобактерии активно сбраживают сахарозу, галактозу, фруктозу, мальтозу, лактозу и др. с образованием в основном уксусной и молочной кислот в соотношении 3:2.

Бифидобактерии не образуют индол и сероводород, не восстанавливают нитраты, не разжижают желатин.

Штаммы бифидобактерий не сквашивают стерильное молоко или сквашивают его через 4 сут и более.

В процессе культивирования биохимическая активность микробов повышается, и свертывание молока происходит через 24-36 ч. Биохимическая активность повышается также при добавлении в молоко ростовых веществ. При внесении 5-10 % посевного материала сквашивание наблюдается через 8-12 ч. Предельная кислотность достигает 120-130 °Т.

Кроме кишечника теплокровных животных и человека бифидобактерии обнаружены в ротовой полости, а также у насекомых и в сточных водах.

Бифидобактерии применяют при изготовлении кисломолочных продуктов для детей раннего возраста и пробиотиков для людей и животных, так как способствуют нормализации микрофлоры кишечника.

Они придают продукту диетические и лечебные свойства, так как синтезируют витамины группы В (В1, В2, В6, В12), фолиевую кислоту, витамин К, незаменимые аминокислоты.

Эти микроорганизмы разрушают канцерогенные вещества, образуемые некоторыми представителями кишечной микрофлоры при азотном обмене, выполняя, таким образом, роль «второй печени».

Бифидофлора играет важную роль в жизнедеятельности человека, поддерживая его здоровье на оптимальном уровне. Она является преобладающей микрофлорой в кишечнике. В 1г содержимого толстого кишечника взрослого человека обнаруживают несколько миллиардов клеток бифидобактерий.

2.3 Пропионовокислые бактерии

Являются возбудителями пропионовокислого брожения, при котором углеводы ферментируются с образованием главных продуктов брожения – пропионовой кислоты и её солей – пропионатов.

Пропионовокислые бактерии относят к семейству Propionibacteriaceae, роду Propionibacterium, который включает 2 основные группы микроорганизмов.

Виды, выделенные из сыра и молочных продуктов, отнесены к «классическим пропионобактериям», или «молочным пропионобактериям». Они были также обнаружены в силосе, забродивших маслинах, выделены из почвы.

Вторую группу составляют виды, обнаруженные на человеческой коже и в кишечнике. Они выделены также из кожных угрей.

В I и II группу включены по 4 вида.

Типовым видом рода является Propionibacterium freidenreichii (назван по имени швейцарского бактериолога).

Морфология. Бактерии пропионовокислого брожения представляют собой неподвижные, не образующие спор и капсул грамположительные полиморфные палочки размером 0,5-0,8×1-5 мкм. Клетки могут быть кокковидными, удлинёнными, раздвоенными или разветвленными, встречаются булавовидные формы. Располагаются одиночно, парами, короткими цепочками, в виде букв V или Y или группами в виде китайских иероглифов, но нитчатые формы отсутствуют (рисунок 2.9).

Культурные свойства. Пропионовокислые бактерии являются анаэробами, но большинство культур растет в той или иной степени на воздухе, хотя штаммы наиболее быстро растут в строго анаэробных условиях. Для роста всех штаммов необходимы: пантотенат кальция, биотин, тиамин и никотинамид.

Превосходный рост всех пропионобактерий может быть получен на трипсиново-дрожжевом экстракте - глюкозной среде.

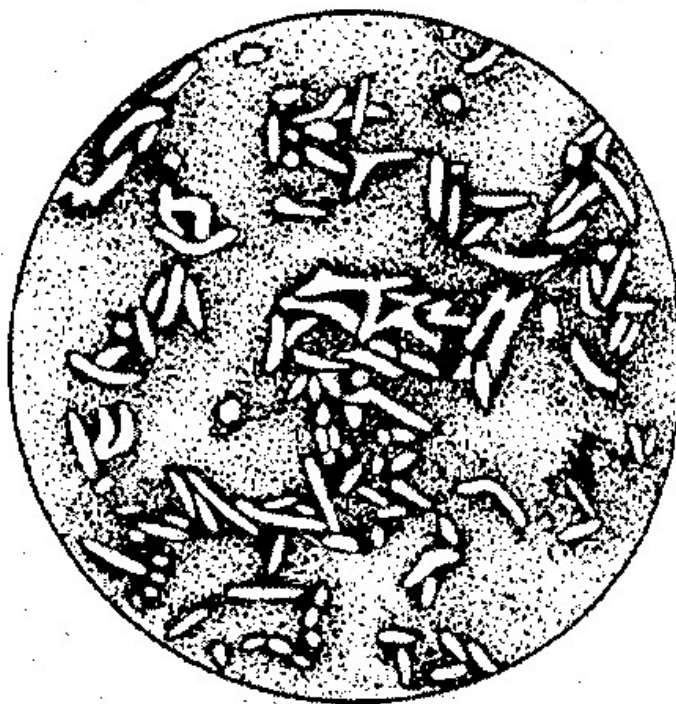


Рисунок 2.9 – Пропионовокислые бактерии

На кровяном агаре пропионовокислые бактерии образуют мелкие выпуклые полупрозрачные блестящие колонии, которые могут быть белыми, серыми, розовыми, красными, желтыми или оранжевыми. Оптимальный рост наблюдается при температуре 30-37 °С и рН около 7. Некоторые штаммы растут при 25 и 45 °С. Классические пропионовокислые бактерии лучше растут при 30-32 °С, а штаммы кожных видов – при 36-37 °С. Максимальный рост достигается через 48 ч.

Биохимические свойства. В молоке пропионовокислые бактерии развиваются медленно и свертывают его через 5-7 дней.

Несмотря на слабую энергию кислотообразования при развитии этих бактерий, предельная кислотность молока может достигать 160-170 °Т.

Пропионовокислому брожению подвергаются различные углеводы, в том числе глюкоза и лактоза, а также лактаты, т.е. соли молочной кислоты.

Пропионовокислые бактерии используют в составе заквасок при производстве твердых сыров с длительным сроком созревания.

После окончания молочнокислого брожения лактозы в созревающем сыре наступает стадия пропионовокислого брожения, сопровождающаяся сбраживанием молочной кислоты в уксусную и пропионовую кислоты. Эти кислоты придают сырам острый вкус, а образующийся диоксид углерода формирует рисунок сыра (глазки).

Пропионовокислые бактерии способны синтезировать витамин В₁₂ и обогащать им молочные продукты.

2.4 Уксуснокислые бактерии

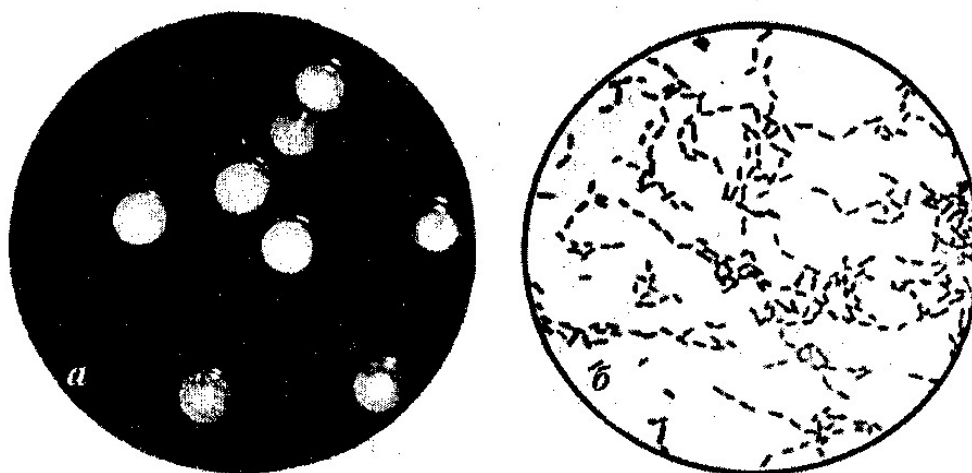
Микроорганизмы, окисляющий этиловый спирт в уксусную кислоту, называют уксуснокислыми бактериями или ацетобактериями. Их относят к роду *Acetobacter*, в который входит 7 видов. Типовым видом является *Acetobacter aceti*.

Морфология. Ацетобактерии представляют собой мелкие прямые или слегка изогнутые палочки размером $0,6-0,8 \times 1,0-4,0$ мкм. Встречаются эллипсовидные, удлинённые, нитевидные, разветвленные формы. Подвижны, хотя встречаются неподвижные штаммы. По Грамму красятся отрицательно, спор и капсул не образуют. Клетки располагаются беспорядочно - по одной, в парах, часто в цепочках (рисунок 2.10).

Культурные свойства. Уксуснокислые бактерии являются анаэробами. Оптимальная температура роста $25-30$ °С, хорошо растут при 20 °С и слабо при $37-38$ °С, температурные пределы развития $5-42$ °С; оптимум рН $5,4-6,3$, могут расти при рН $4,0-4,5$, при рН $7,0-8,0$, растут слабо. Наилучшим источником углерода при культивировании служит этанол, глицерол и лактаты.

Растут на простых и сложных питательных средах, большинство штаммов не нуждается в витаминах.

В молоке в чистой культуре ацетобактерии практически не развиваются, так как лактозу не усваивают. Совместно с молочнокислыми бактериями, образующими молочную кислоту и лактаты, развиваются очень активно.



а – круглые гладкие блестящие колонии; б – палочки, расположенные длинными, параллельно идущими цепочками

Рисунок 2.10 - *Acetobacter aceti*.

Биохимические свойства. Для уксуснокислых бактерий характерен метаболизм дыхательного типа, никогда не бродильного. Окисляют этанол в уксусную кислоту при нейтральной или кислой реакции (рН $4,5$), при этом образуют от 5 до $9,6$ % уксусной кислоты. Ацетат и лактат окисляют до CO_2 и H_2O (сверхокисление). Легко окисляют многие аминокислоты, желатин не

разжижают, индол, и сероводород не образуют, продуцируют каталазу и перекись водорода.

Уксуснокислые бактерии входят в состав постоянной микрофлоры кефирной грибковой закваски (кефирного грибка), участвуют в формировании специфического вкуса и консистенции кефира. При излишнем развитии вызывают порок – ослизнение и тягучесть кефирной закваски.

В твороге, сметане и простокваше при содержании ацетобактерий в количестве 10^5 – 10^6 клеток в 1 см^3 (г) обуславливают запах и привкус уксусной кислоты и ослизнение продукта.

Уксуснокислые бактерии встречаются на цветах, фруктах, медоносных пчелах, в виноградных винах, сидре, пиве, кефире, пивных дрожжах, уксусе, фруктовых соках, соке сахарного тростника, «чайном грибе» и в садовой почве.

Некоторые представители рода *Acetobacter* могут вызывать розовую гниль ананасов, яблок и груш.

2.5 Дрожжи

Являются основными возбудителями спиртового брожения. Они относятся к высшим грибам. Наибольшее значение в пищевой и молочной промышленности имеет семейство *Saccharomycetaceae*, род *Saccharomyces*. К этому роду относят молочные дрожжи *S. lactis*, *S. casei*, которые могут развиваться в сырых и кисломолочных продуктах.

В молоке и молочных продуктах существуют и другие как спорообразующие, так и неспорообразующие (аспорогенные) дрожжи.

К неспорообразующему роду *Candida* относится вид *Candida mycoderma*. Он является как бы промежуточным звеном между дрожжевыми и плесневыми грибами. Дрожжи рода *Candida* могут существовать в дрожжевой и нитевидных формах. На жидких питательных средах такие скопления клеток образуют пленку.

Морфология. Клетки дрожжей овальные или слегка эллипсоидные. Почки клеток имеют продолговатую форму, неподвижные, по Грамму красятся положительно, капсул не образуют. Аскомицеты образуют споры, которые формируются внутри клеток по 2,4,8 и более.

Величина клеток варьирует в широких пределах. В молодых культурах дрожжевые клетки имеют размеры $2-5 \times 3,0-7,5$ мкм, более зрелые формы достигают размеров 14-16 мкм.

Формы клеток у дрожжей различных видов варьирует от шаровидных, овальных до удлиненоцилиндрических (рисунок 2.11).

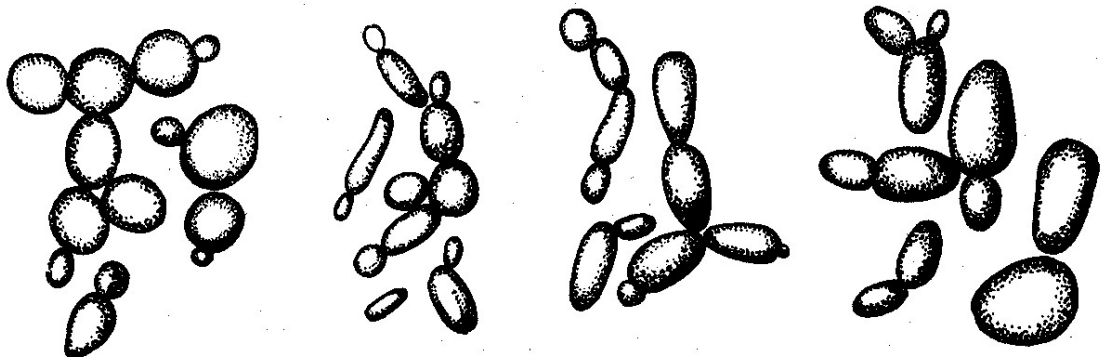


Рисунок 2.11 - Дрожжи

Культурные свойства. Дрожжи являются факультативными анаэробами, но лучше развиваются при наличии в среде кислорода. Оптимальная температура развития 25-30 °С, минимальная 5-12 °С. Однако многие дрожжи способны размножаться при температуре минус 3 °С. Активность роста зависит от температуры. Например появление роста у штаммов рода *Torula* отмечается при 2 °С через 7 суток, при 0 °С – через 10 суток, при минус 2 °С – через 21 суток.

Повышенная температура (30-32 °С) стимулирует развитие дрожжей, особенно не ферментирующих лактозу. Большинство дрожжей предпочитают для своего развития кислую реакцию среды, поэтому они широко распространены в кисломолочных продуктах. Однако дрожжи развиваются медленнее, чем лактобактерии, поэтому их обнаруживают в меньшем количестве, чем молочнокислые бактерии.

При росте на плотных питательных средах, а также на продуктах дрожжи рода *Rhodotorula* образуют колонии, окрашенные в красный, розовый или желтый цвет.

Большинство штаммов дрожжей при развитии на пищевых продуктах в условиях холодильного хранения образует внеклеточный полисахарид, в результате чего на продукте появляется слизь.

Для выращивания дрожжей наиболее часто используют агар Сабуро, на котором они образуют полупрозрачные гладкие блестящие колонии средних и крупных размеров.

Биохимические свойства. Возможность дрожжей размножаться в молоке определяется способностью их ферментировать лактозу.

По биохимической активности, способность ферментировать лактозу и развиваться в молоке дрожжи делят на 3 группы.

В I группу отнесены **неспорообразующие, не ферментирующие лактозу** и другие углеводы дрожжи вида *Candida mucedor*. Они не способны к спиртовому брожению. Развиваются на поверхности кисломолочных продуктов при их хранении.

II группу представляют **спорообразующие дрожжи, не ферментирующие лактозу**. Они ферментируют мальтозу с образованием газа. Эти дрожжи называют «дикими», так как они в производстве не применяются, но хорошо развиваются с молочнокислыми бактериями.

III группу составляют дрожжи, **ферментирующие лактозу**. Это как спорообразующие, так и неспорообразующие виды. Мальтозу они не ферментируют.

Дрожжи 3 группы могут входить в состав микрофлоры кефирных грибков, и вводятся в состав заквасок для производства других кисломолочных продуктов.

Большинство видов дрожжей, развивающихся на молочных продуктах, обладают липолитической способностью. В связи с этим размножение дрожжей в жирсодержащих продуктах при холодильном хранении вызывает их порчу: прогоркание, осаливание, появление неприятного запаха.

Роль дрожжей в производстве кисломолочных продуктов и молочных консервов исключительно велика. Это основной возбудитель спиртового брожения, но не только. Дрожжи формируют специфические вкусы и запах, витаминизируют продукты, стимулируют размножение молочнокислых бактерий, подавляют вредную микрофлору. Дрожжи используют также для повышения стойкости масла.

Они способны вырабатывать антибиотические вещества, подавляющие развитие возбудителя туберкулеза, бактерий группы кишечных палочек и других нежелательных микроорганизмов.

Незаквасочные дрожжи обнаруживают в молоке, сметане, твороге, других кисломолочных продуктах, где они образуют этиловый спирт и создают условия для развития уксуснокислых бактерий. При развитии в этих продуктах, в сгущенном молоке с сахаром, в сыре дрожжи могут вызывать такие пороки продуктов, как спиртовый вкус и запах, обильное газообразование («бродящее» молоко), бомбаж баночных консервов, вспучивание сыров, творога и др. кисломолочных продуктов. Дрожжи хорошо приспособляются к обитанию в различных местах. Они растут на поверхности сладких плодов, в нектаре цветов, в соке деревьев, на поверхности листьев, в лесной подстилке, почве и в водоемах. Дрожжи содержатся также в пищеварительном тракте людей и животных, на кожных покровах.

Имеются патогенные или условно-патогенные формы, вызывающие заболевания у людей и растений.

3 Микроорганизмы – возбудители порчи молока и молочных продуктов

3.1 Гнилостные бактерии

Они являются основными возбудителями порчи молочных продуктов, вызывают распад белков (протеолиз), в результате чего могут возникать различные пороки пищевых продуктов, зависящие от глубины распада белков. Антагонистами гнилостных являются молочнокислые бактерии, поэтому гнилостный процесс распада продукта возникает там, где не идет кисломолочный процесс.

Протеолиз (протеолитические свойства) изучают посевом микроорганизмов в молоко, молочный агар, мясопептонный желатин (МПЖ) и в свернутую кровяную сыворотку.

Свернувшийся белок молока (казеин) под влиянием протеолитических ферментов может свертываться с отделением сыворотки (пептонизация) или растворяться (протеолиз).

При изучении протеолитических свойств определяют также способность микроорганизмов образовывать индол, сероводород, аммиак, т.е. расщеплять белки до конечных газообразных продуктов.

Гнилостные бактерии имеют очень широкое распространение. Они встречаются в почве, воде, воздухе, кишечнике человека и животных, на пищевых продуктах. К этим микроорганизмам относятся спорообразующие аэробные и анаэробные палочки, пигментообразующие и факультативно-анаэробные бесспорные бактерии.

Спорообразующие. К гнилостным аэробам относятся:

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

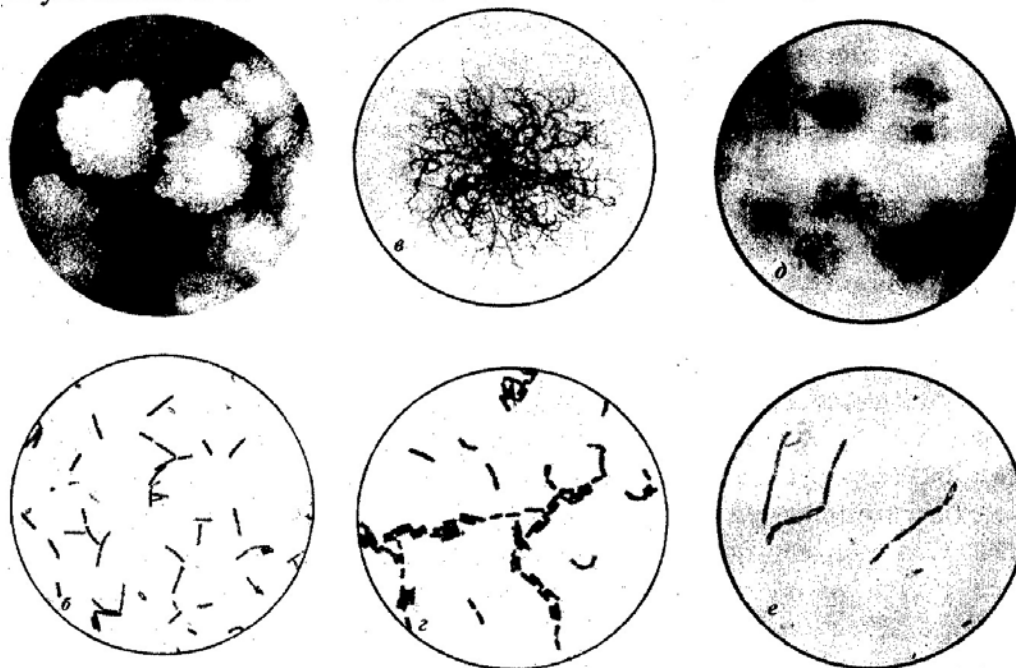
К гнилостным аэробам относятся бактерии рода *Clostridium* (*Cl. putrificum*, *Cl. sporogenes*, *Cl. perfringens* и др. виды).

Спорообразующие аэробы и анаэробы относятся к одному семейству *Bacillaceae*.

Все спорообразующие гнилостные представляют собой довольно крупные толстые палочки, достигающие размеров $0,5-2,5 \times 10$ (у клостридий – до 20 мкм), по Грамму красятся положительно, подвижные до момента спорообразования, капсул не образуют. Исключение составляет *Cl. Perfringens* – неподвижная, образующая капсулы и палочки. Клетки располагаются беспорядочно, у *Bac. cereus* и *Bac. mycoides* – цепочками.

Наиболее короткими являются клетки сенной палочки. У бацилл споры располагаются, как правило, центрально, у клостридий – субтерминально. Последние чаще имеют вид теннисной ракетки, ложки или лодочки. У *Cl. sporogenes* почти все клетки содержат споры. Клетки *Cl. perfringens*, как

правило, спор не содержат и располагаются часто в виде частокола или римской цифры V (рисунок 3.1).



Bac. subtilis: а – колонии; б – клетки; *Bac. Mucoides*: в – колонии; г – клетки; *Cl. Sporogenes*: д – колонии; е – клетки.

Рисунок 3.1 – Спорообразующие гнилостные

Спорообразующие аэробы хорошо растут на обычных питательных средах. На МПБ они вызывают помутнение среды, часто – образование пленки и хлопьевидного осадка.

Спорообразующие анаэробы выращивают на специальных питательных средах – мясо-пептоном печеночном бульоне (МППБ), среде Кита-Тароцци. А также на глюкозо-кровяном агаре. Они вызывают помутнение бульона, в агаре образуются округлые мелкие колонии с зоной гемолиза, т.е. просветление – растворения эритроцитов в крови.

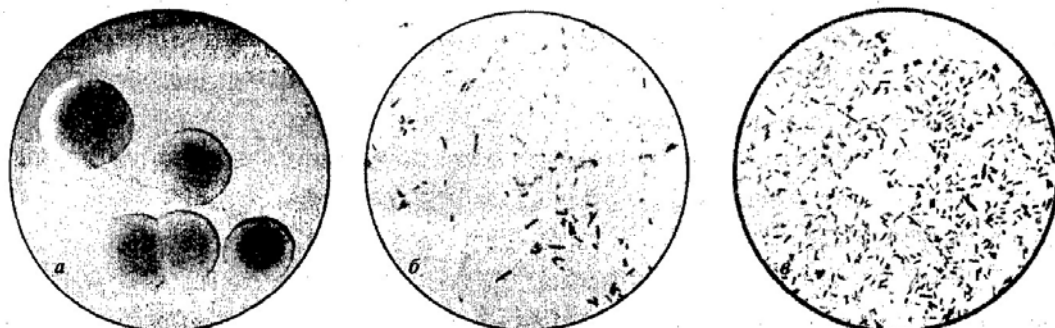
Спорообразующие обладают хорошо выраженными протеолитическими свойствами: разжижают желатин, свертывают и пептонизируют молоко, вызывают гемолиз, выделяют аммиак, сероводород, а анаэробы выделяют еще и индол. Способны ферментировать многие углеводы.

Беспоровые. Включают пигментообразующие и факультативно-анаэробные бактерии.

К пигментным гнилостным относят флюоресцирующую, синегнойную и чудесную палочки. Группу факультативно-анаэробных бактерий составляют палочка протей (*Proteus vulgaris*) и кишечная палочка рода эшерихия (*Escherichia coli*).

Беспоровые гнилостные представляют собой мелкие ($1-2 \times 0,6$ мкм) грамотрицательные подвижные палочки, не образующие спор и капсул. Клетки располагаются беспорядочно. Наиболее короткими коккобактериями являются клетки чудесной палочки.

Беспоровые палочки являются в основном мезофилами. Бактерии рода *Pseudomonas* часто могут быть психрофилами. Микроорганизмы хорошо растут на обычных питательных средах. На МПБ вызывают обильное помутнение бульона, иногда появление пленки, пигментообразующие – изменение цвета среды (рисунок 3.2).



Pseudomonas aeruginosa: а – колонии; б – клетки; *Pseudomonas fluorescens*: в – клетки

Рисунок 3.2 – Беспорные гнилостные

Флюоресцирующие палочки выделяют зеленовато-желтый пигмент, который растворяется в воде, и поэтому МПА окрашивается также в цвет пигменты.

Синегнойная палочка также выделяет водорастворимый пигмент сине-зеленого цвета, который состоит из двух пигментов: голубого – пиоцианина и желтого – флюоресцина.

Чудесная палочка образует колонии, окрашенные в ярко – красный или вишнево-красный цвет благодаря нерастворимому в воде пигменту протидиозину.

Палочка протейя не образует колоний на плотной питательной среде, а растет в виде нежного вуалеобразного налета («ползучий рост»). Эшерихия образует серые средних размеров полупрозрачные колонии.

Беспоровые палочки разжижают желатин, свертывают и пептонизируют молоко, образуют аммиак, иногда сероводород и индол. Сахаролитические свойства выражены у них слабо.

Палочка протейя обладает большой протеолитической активностью. Ее обнаруживают в 100 % проб продуктов, пораженных гниением. Именно поэтому ей было дано родовое название *Proteus*, означающее «вездесущий», видовое название *vulgaris*, обозначающее «обычный», «простой».

Для определения количества протеолитических бактерий проводят посев на 1 см³ каждого из выбранных разведений продукта на чашках Петри и заливают молочным агаром. Посевы выдерживают в термостате при 30°С в течение 48 часов и после этого подсчитывают число выросших колоний протеолитических бактерий.

Способностью расщеплять белки обладают также плесени и актиномицеты. Многие протеолитические микроорганизмы образуют фермент ли-

пазу, вызывающую распад жиров. Наиболее выраженной липолитической способностью обладают плесени, флюоресцирующие палочки.

3.2 Маслянокислые бактерии

Они являются возбудителями маслянокислого брожения, в результате которого молочный сахар и соли молочной кислоты (лактаты) расщепляются с образованием масляной, уксусной, пропионовой, муравьиной кислот, этилового, бутилового, пропилового спиртов. Они способны расщеплять белки и усваивать азот из белков, аминокислот, аммиака, а некоторые представители – молекулярный азот из воздуха.

Маслянокислые бактерии относятся к роду *Clostridium*, объединяющему 25 видов почвенных анаэробов.

Маслянокислые бактерии представляют собой грамположительные палочки цилиндрической формы размером $5-12 \times 0,5-1,5$ мкм, подвижные до момента спорообразования. Капсул не образуют, споры располагаются терминально и субтерминально. Клетки имеют вид булавы, теннисной ракетки или ложки. Споры выдерживают кипячение в течение 2-3 мин, при пастеризации не погибают. Перед образованием спор в цитоплазме клеток накапливается гранулеза – крахмалоподобное вещество, окрашивающееся йодом в синий цвет (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Маслянокислые бактерии

Маслянокислые бактерии являются облигатными анаэробами. Особенности развития этих микроорганизмов являются бурное газообразование и неприятный запах масляной кислоты. Оптимальная температура развития $30-35$ °С, температурные пределы роста $8-45$ °С.

В сыроделии количественный учет спор маслянокислых бактерий проводят на плотной лактатно-ацетатной среде.

Количественный учет маслянокислых бактерий производят методом предельных разведений, высевая исследуемый материал в пробирки со стерильным цельным молоком. После посева пробирки нагревают в водяной бане в течение 10 мин при температуре 90 °С, охлаждают до 30 °С и выдерживают в термостате в течение 3 суток при температуре 30 °С.

Наличие маслянокислых бактерий определяют по образованию газа, запаху масляной кислоты, наличию в микроскопическом препарате крупных споровых палочек, дающих положительную реакцию на гранулезу. Клостридии обладают хорошо выраженной протеолитической и сахаролитической активностью. Сбраживают молочный сахар, усваивают соли молочной кислоты (лактаты) с образованием масляной, уксусной, пропионовой, муравьиной кислот, этилового спирта и большого количества газов CO₂ и H₂. В результате обильного газообразования они могут вызвать порок – позднее вспучивание сыров.

Маслянокислое брожение могут вызывать бактерии рода *Pseudomonas*, особенно флюоресцирующие палочки.

3.3 Плесневые грибы

Плесневые грибы – самые распространенные и многочисленные микроорганизмы, они находятся в почве, навозе, воздухе (споры), на растениях и в кормах. Наиболее благоприятные условия для их развития – свободный доступ кислорода и кислая реакция среды.

В отличие от других микроорганизмов плесневые грибы являются самыми неприхотливыми микроорганизмами, способными развиваться в неблагоприятных условиях среды: при содержании влаги около 10-15 %, pH 1,5-11, температурах до –11 °С, высоком осмотическом давлении. Отдельные вирусы плесеней могут развиваться и при ограниченном доступе кислорода. Наряду с этим плесневые грибы весьма устойчивы к действию дезинфицирующих средств, что крайне затрудняет борьбу с ними на предприятиях молочной промышленности.

Надежными способами обезвреживания плесеней являются тепловая обработка (стерилизация и пастеризация) молочных продуктов и дезинфекция оборудования горячей водой и водяным паром, поскольку эти микроорганизмы нетермостойкие. Плесени вызывают глубокий распад белков и белковых веществ, разложение жиров до жирных кислот, альдегидов и кетонов, поэтому являются возбудителями пороков молочных продуктов.

Плесневые грибы нашли очень ограниченное использование в молочной промышленности (в производстве сыров – рокфора и закусочного). Они могут вызывать плесневение масла и кисломолочных продуктов (сметана, творог) при относительно продолжительном их хранении; изъятии корки сыра, образование комков и «пуговиц» в сгущенном молоке с сахаром; плесневение сухого молока при увлажнении.

Главными мерами борьбы с плесенями кроме тепловой обработки продуктов и термических способов дезинфекции разных объектов являются недопущение загрязнения продуктов плесенями и создание неблагоприятных условий для их развития: изоляция продукта от доступа воздуха, создание

атмосферы CO₂, понижение относительной влажности воздуха, низкая температура в складских помещениях.

3.4 Пептонизирующие микроорганизмы

3.4.1 Энтерококки

Энтерококками называют молочнокислые стрептококки кишечного происхождения, т.е. они являются представителями нормальной микрофлоры кишечника человека и животного и выделяются в окружающую среду в довольно значительных количествах (в 1 г фекалий до 10⁹), жизнеспособных особей.

В настоящее время энтерококки считаются вторыми после бактерий группы кишечных палочек санитарно-показательным микроорганизмом при исследовании воды водоемов, колодцев, плавательных бассейнов, сточных вод, почвы, предметов обихода.

Биовар *E. liquefaciens* часто является обитателем молочной железы, поэтому его называют маммококком (от лат. *Glandula mamma* – железа молочная).

Энтерококки представляют собой диплококки овальной или округлой формы размером 0,6-2×0,6-2,5 мкм, иногда располагающиеся цепочками, грамположительные, спор и капсул не образуют, неподвижные.

Факультативные анаэробы, хорошо размножаются на простых питательных средах. Лучший рост наблюдается при добавлении в среду глюкозы, дрожжевых препаратов и других стимуляторов роста.

Энтерококки довольно устойчивы к физическим и химическим факторам, что и было положено в основу дифференциации энтерококков от других стрептококков, входящих в нормальную микрофлору человека. Помимо устойчивости к температуре (легко переносят нагревание до 60 °С в течение 30 мин) энтерококки резистентны к действию активного хлора, некоторых антибиотиков, красителей.

Будучи термостойкими, они составляют значительную часть остаточной микрофлоры молока и играют определенную роль при созревании сыра. Их используют в составе закваски при производстве некоторых сыров, а также при производстве кисломолочных продуктов. В остальных случаях энтерококки являются нежелательными микроорганизмами в молоке и молочных продуктах.

Особенно технически вредными являются маммококки. Отличительным их свойством является способность разлагать белок до пептонов. Наряду с образованием и накоплением в молоке молочной кислоты маммококки выделяют сычужный фермент. В результате одновременного воздействия молочной кислоты и сычужного фермента на казеин образуется смешанный сычужно-кислотный сгусток молока, который постепенно разлагается, образуя пептоны. Вследствие накопления значительного количества пептонов молоко и молочные продукты приобретают горький вкус.

3.4.2 Микрококки

Микрококки широко распространены в природе: встречаются в почве, в воде, в навозе, в воздухе, на плохо вымытом оборудовании. Это – клетки шарообразной формы (диаметром 0,8-1,2), грамположительные, неподвижные, неспорообразующие, располагаются одиночно или в виде скоплений, образуют колонии среднего размера, слегка выпуклые, с ровным краем, белого, желтого, лимонно-желтого, золотистого цвета.

Отдельные виды микрококков переносят нагревание до 63-65 °С в течение 30 мин и кратковременную пастеризацию при высокой температуре.

Токсигенные стафилококки, в отличие от нетоксигенных, обуславливают коагуляцию плазмы крови, свертывают молоко, разжижают желатин, сбраживают манит.

Микрококки всегда обнаруживаются в молоке (иногда в больших количествах), растут при повышенных концентрациях хлористого натрия и сахара и могут развиваться при 5-8 °С (оптимальная температура 25-30 °С), как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Поскольку они повышают кислотность молока до 40-45 °Т и одновременно выделяют сычужный фермент, это приводит к образованию сгустка молока и молочных продуктов: преждевременное свертывание молока, горький вкус молока, загустение сгущенного молока с сахаром.

Некоторые виды микрококков разлагают жир и вызывают прогорклый вкус продукта. Некоторые микрококки образуют энтеротоксин, накапливающийся в молоке и твороге при интенсивном их развитии и вызывающий тяжелое отравление при употреблении таких продуктов.

3.4.3 Сарцины

Сарцины встречаются в почве, воде, воздухе, откуда попадают в молоко. Клетки сарцин (2-2,5 мкм в диаметре) располагаются в форме пакетов, неподвижны, неспорообразующие, грамположительные; на плотных питательных средах они образуют цветные колонии (белые, желтые, розовые) с ровным краем, не отличающиеся по форме от колоний стафилококков. Ввиду медленного их развития в молоке, они не вызывают существенных изменений.

3.5 Термоустойчивые молочнокислые палочки

Эти микроорганизмы могут выдерживать кратковременное нагревание в молоке при температуре 85-90 °С, иногда выше, что является важным отличительным признаком этих бактерий от других видов термофильных молочнокислых палочек.

Клетки представляют собой средних размеров или крупнее палочки, располагаются одиночно или цепочками, часто с выраженными зернами в

цитоплазме. По Грамму красятся положительно, спор и капсул не образуют, неподвижны (рисунок 3.4).

Термоустойчивые бактерии являются факультативными анаэробами, на обычных средах не растут. Хорошо растут в обезжиренном молоке, а также на агаре с гидролизованным молоком. Растут при температуре 20-65 °С, оптимум 45-55 °С.

Термоустойчивые палочки свертывают молоко в течение 8-10 ч, предельная кислотность достигает 150-220 °Т. При сквашивании молока образуется ровный слизистый или не слизистый сгусток, без газа. Растут в среде с содержанием 2-3 % NaCl, 30-40 % желчи. Устойчивы к действию дезинфицирующих средств, применяемых в молочной промышленности, что затрудняет борьбу с ними. Обладают антагонистической активностью по отношению к кишечным палочкам.

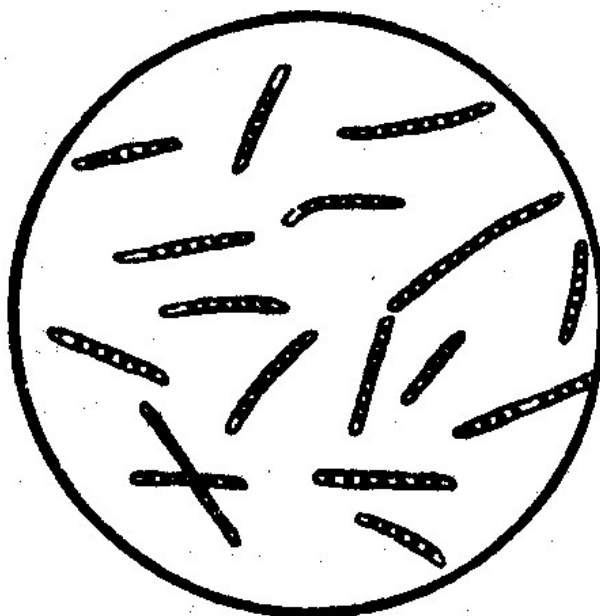


Рисунок 3.4 – Термоустойчивые молочнокислые палочки

В результате жизнедеятельности термоустойчивых палочек происходит интенсивное кислотообразование, обуславливающее порок творога, сметаны, обыкновенной простокваши – излишне кислый вкус. Могут вызвать тягучесть и нечистый неприятный вкус.

Термоустойчивые молочнокислые палочки обнаруживают в сыром молоке, в молоке, пастеризованном при 80-85 °С с выдержкой 5-10 мин, на оборудовании, в кисломолочных продуктах и заквасках.

Для контроля пастеризованного молока и сливок на наличие термоустойчивых палочек готовят разведение исследуемых проб в стерильном растворе хлористого натрия. Полученные разведения пастеризованного молока или сливок засевают в стерильное обезжиренное молоко (до 6 разведения). Посевы помещают в термостат с температурой 42 °С и выдерживают 3 суток.

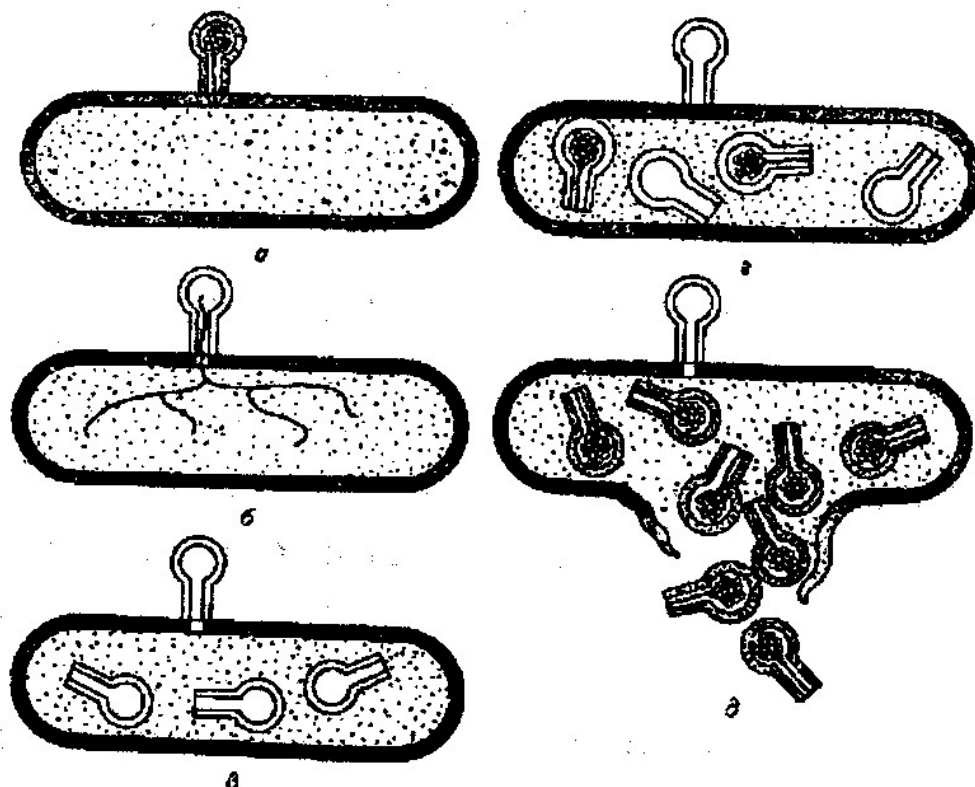
Из образовавшихся сгустков готовят бактериоскопические препараты, микроскопируют их и устанавливают наличие или отсутствие в них термоустойчивых палочек.

Для обнаружения термоустойчивых молочнокислых палочек на технологическом оборудовании стерильным тампоном, смоченным стерильным раствором хлористого натрия, протирают исследуемый участок оборудования. Тампон опускают в пробирку со стерильным молоком и выдерживают 16-24 ч при 42 °С. После культивирования просматривают микроскопические препараты, приготовленные из молока, и устанавливают наличие термоустойчивых молочнокислых палочек.

3.6 Бактериофаги

Представляют собой разнообразно устроенные ДНК- или РНК-содержащие вирусы, являющиеся внутриклеточными паразитами бактерий. Они вызывают лизис (растворение) бактерий, используемых при производстве молочных продуктов, в результате чего увеличиваются сроки выработки продукта, ухудшается его качество.

Цикл развития бактериофагов показан на рисунке 3.5. Благоприятные условия для размножения фагов находятся в диапазоне температур 8-46 °С. Основными условиями, способствующими размножению бактериофага, являются: непрерывное ведение технологического процесса, кислая реакция среды, добавление CaCl_2 , разбрызгивание сыворотки, перемешивание.



а – адсорбция бактериофагов на поверхности клеток; б – внедрение ДНК фага в цитоплазму клетки; в – синтез ДНК фага и его белка; г – образование новых частиц фага; д – лизис бактериальной клетки и освобождение фаговых частиц

Рисунок 3.5 – Цикл развития бактериофага

Основными условиями, подавляющими развитие бактериофага, служит внесение в молоко сычужного фермента, обработка оборудования УФ-лучами, раствором хлорной извести или другими моюще-дезинфицирующими растворами.

Фаги устойчивы к воздействию высоких температур, они выдерживают режимы пастеризации молока при 75°C в течение 15 секунд.

Они хорошо переносят замораживание и длительное хранение (годами) при низких температурах в высушенных субстратах. 1 % раствор формалина инактивирует фаг через несколько минут. Фаги обладают высокой чувствительностью к кислотам. Ультрафиолетовые лучи, и ионизирующая радиация вызывают их инактивацию, а в более низких дозах – мутации.

Бактериофаги имеют широкое распространение – в почве, фекалиях, сточных водах. Первичное загрязнение молока происходит обычно на ферме. Другими источниками загрязнения являются воздух, зараженная фагами вода, а также недостаточно вымытые и продезинфицированные емкости.

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

Асептическое изготовление заквасок предусматривает абсолютную стерильность, нагревание молока не менее 90 °С, тщательную мойку и дезинфекцию всех установок для производства заквасок. Закваски необходимо использовать в течение нескольких дней, а затем применять другую закваску с очень похожими свойствами. Для смены необходимо иметь от 3 до 8 заквасок.

4 Санитарно-показательные микроорганизмы

4.1 Понятие о санитарно - показательных микроорганизмах

Основными источниками распространения возбудителей большинства инфекционных болезней являются больные люди и теплокровные животные. Наиболее массивное выделение ими микроорганизмов в окружающую среду происходит с фекалиями.

Прямое обнаружение возбудителей инфекционных болезней имеет целый ряд трудностей. Во-первых, патогенные микроорганизмы находятся в окружающей среде непостоянно. Легко их обнаружить во время эпидемии, но очень трудно в межэпидемические периоды. Во-вторых, количество патогенных микроорганизмов, попавших в окружающую среду, значительно уступает непатогенным, и распространение их в загрязненных объектах неравномерно.

В связи с этим санитарную оценку различных объектов проводят не прямым, а косвенным путем, т.е. устанавливают факт загрязнения этих объектов не возбудителями кишечных инфекций, а кишечными выделениями человека или теплокровных животных. Чем обильнее это загрязнение, тем более вероятно попадание в объект патогенных микробов.

Для многих видов микробов (обитателей тела здорового человека) кишечник является биотопом - единственной природной средой обитания, и выявление таких микробов вне организма свидетельствует о загрязнении внешней среды выделениями из кишечника и возможном присутствии патогенных микробов – возбудителей кишечных инфекций. Выделяемые в этих случаях микробы служат показателями санитарного неблагополучия, поэтому названы санитарно - показательными.

Количественный учет санитарно – показательных микроорганизмов выявляет уровень загрязнения внешней среды и определяет степень эпидемиологической опасности исследуемых объектов: чем больше в них обнаруживают санитарно – показательных микроорганизмов, тем больше вероятность наличия здесь специфических для данного объекта возбудителей инфекционных заболеваний.

Санитарно – показательные микроорганизмы являются обитателями естественных полостей человеческого или животного организма. Но при изменении условий сосуществования с хозяином они могут вызвать болезнетворные процессы, т.е. проявлять условно – патогенные свойства.

Не все микроорганизмы, входящие в состав нормальной флоры организма человека или животных, могут быть признаны санитарно – показательными. Они должны отвечать следующим требованиям:

- 1) постоянное содержание в фекалиях и постоянное поступление в окружающую среду в больших количествах;
- 2) отсутствие другого природного резервуара, кроме организма человека и животных;

- 3) сохранение жизнеспособности в окружающей среде в течение сроков, близких к срокам выживания патогенных микробов, выводимых из организма теми же путями;
- 4) отсутствие размножения в окружающей среде;
- 5) простота обнаружения, т.е. они должны хорошо расти на искусственных питательных средах и не иметь во внешней среде аналогов;
- 6) постоянство свойств, т.е. они не должны изменяться под воздействием факторов внешней среды;
- 7) отсутствие зависимости от наличия других микроорганизмов, т.е. не подавляться и не стимулироваться другими микроорганизмами;
- 8) равномерное распределение в исследуемых объектах внешней среды;

Приведенному перечню требований не отвечает в полной мере ни один санитарно – показательный микроорганизм, однако чем большему количеству требований он удовлетворяет, тем в большей степени соответствует идеалу санитарно – показательного микроорганизма.

Идея использования микроорганизмов, постоянно обитающих в кишечнике человека для характеристики загрязнения внешней среды, принадлежит Массе (1888). Он установил, что при исследовании воды с целью обнаружения возбудителя брюшного тифа постоянно выделяются в большом количестве кишечные палочки. В связи с этим предложил исследовать воду на наличие кишечной палочки (*Escherichia coli*) как индикатора фекального загрязнения воды вместо возбудителя брюшного тифа.

Позже в качестве индикаторных микроорганизмов было предложено использовать группу под названием «колиформы», которое обозначает «бактерии группы кишечных палочек».

Бактерии группы кишечных палочек являются самыми распространенными санитарно – показательными микроорганизмами, однако в качестве показателя фекального загрязнения используются также и другие постоянные обитатели кишечника человека и животных – энтерококки, споровый анаэробный микроорганизм – *C. perfringens*, палочка протей, кишечные бактериофаги и др.

Гордон (1902) расширил рамки применения санитарно – показательных микроорганизмов, указав, что они могут быть не только показателями фекального загрязнения, но и свидетельствовать о загрязнении внешней среды, преимущественно воздуха, выделениями верхних дыхательных путей человека. Показателями такого загрязнения было предложено считать гемолизующих и зеленящих стрептококков и золотистых стафилококков – постоянных обитателей слизистой оболочки рта и носоглотки.

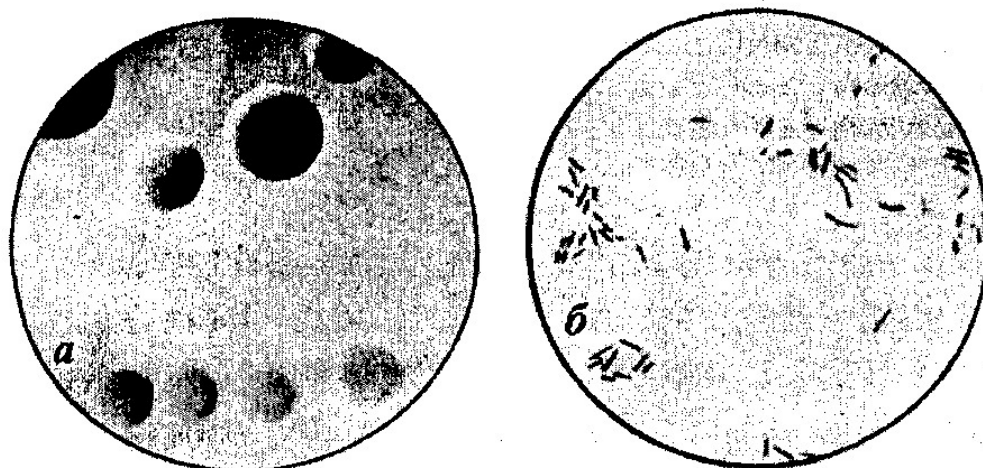
Во многих стандартах на молочные продукты наряду с определением санитарно – показательных микроорганизмов в качестве косвенного показателя санитарного состояния продукта и санитарно – гигиенических условий производства учитывают общую бактериальную обсемененность продуктов, оборудования и других объектов, т.е. определяют количество мезофильных

аэробов и факультативно анаэробных бактерий, или показатель КОЕ (колониеобразующие единицы).

4.1.1 Бактерии групп кишечных палочек

Основными санитарно – показательными микроорганизмами являются бактерии группы кишечных палочек (БГКП), объединяющие 3 рода микроорганизмов – *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*. Они обладают многими общими морфологическими, культурными и ферментативными свойствами.

Кишечные палочки (бактерии группы кишечных палочек) – это факультативные анаэробы, хорошо растущие в универсальных питательных средах. Это мелкие, подвижные грамотрицательные, не образующие спор палочки, ферментирующие лактозу и глюкозу с образованием кислоты и газа при температуре 37 °С (в течение 5-24 ч) (рисунок 4.1).



а – колонии; б – клетки

Рисунок 4.1 – *Escherichia coli*

Для дифференциации бактерий группы кишечных палочек используют среду Эндо, на которой *E.coli* дает характерный рост в виде колоний красного цвета с металлическим блеском.

В молоке бактерии группы кишечных палочек хорошо размножаются, доводя его кислотность до 60-80 °С и образуя в нем неровный ноздреватый сгусток. В присутствии молочнокислых бактерий под влиянием выделяемых ими антибиотических веществ и кислоты рост кишечных палочек тормозится. При режимах пастеризации, принятых в молочной промышленности, кишечные палочки погибают. Обычные дезинфицирующие средства в общепринятых разведениях обеззараживают от этих бактерий.

Санитарно – показательное значение отдельных родов бактерий группы кишечных палочек неодинаково. Обнаружение бактерий рода *Escherichia* в пищевых продуктах, в воде, почве, на оборудовании свидетельствует о свежем фекальном загрязнении этих объектов, что имеет большое санитарное и эпидемиологическое значение.

Citrobacter и Enterobacter являются показателями более давнего (несколько недель) фекального загрязнения и поэтому они имеют меньшее санитарно – показательное значение по сравнению с бактериями рода Escherichia.

В соответствии со стандартами и санитарными правилами, в пастеризованном молоке кишечные палочки не должны выявляться в 1 см^3 , в жидкой закваске для кефира бактерии группы кишечных палочек не допускается в 3 см^3 , в сметане и твороге в 0.001 см^3 (г) и т.д.

4.1.2 Энтерококки

Энтерококки наряду с бактериями группы кишечных палочек являются постоянными обитателями кишечника человека и теплокровных животных, в большом количестве выделяются во внешнюю среду, и обнаружение их в пищевых продуктах, воде, почве свидетельствует о фекальном загрязнении этих объектов.

Преимущества энтерококков как санитарно – показательных микробов заключается в их большей устойчивости к химическим и физическим воздействиям, в наличии избирательных средств, позволяющих обнаружить энтерококков в сильно загрязненных объектах, в несложности их дифференцировку от сходных видов и некотором отличии энтерококков человеческого и животного происхождения, что имеет существенное значение с эпидемиологической точки зрения.

Обнаружение во внешней среде *Ent. faecalis* является показателем загрязнения объекта фекалиями человека; обнаружение *faecium* является показателем загрязнения фекалиями животных.

Другими преимуществами энтерококков как санитарно – показательных микроорганизмов является то, что они не размножаются вне кишечника человека и животных (за исключением пищевых продуктов), и дольше по сравнению с кишечными палочками сохраняются во внешней среде.

Для определения энтерококков используют молочную среду с полимиксином по Калине. Энтерококки очень устойчивы к низким температурам, нагреванию, хлорированию, к повышенным концентрациям сахара и соли, к высокой кислотности. Они выдерживают температуру нагревания $60 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 мин, способны расти в присутствии 6,5 % NaCl, 40 % желчи, в средах с pH 9,6-10.

Поэтому для продуктов, не подвергающихся хранению, показателем санитарного состояния являются бактерии группы кишечных палочек, а для продуктов, которые длительно хранятся при низкой температуре, лучше в качестве санитарно – показательных микроорганизмов определять энтерококки. Это объясняется тем, что кишечные палочки погибают быстрее энтерококков.

Количество энтерококков в пищевых продуктах колеблется в довольно значительных пределах – от 10^3 до 10^6 в 1 г или 1 см^3 .

Наличие большого количества энтерококков в продуктах, подвергшихся тепловой обработке, свидетельствует о слабой эффективности пастеризации (нарушение режимов), о послепастеризационном загрязнении или о хранении их в условиях, благоприятных для развития энтерококков.

В нашей стране энтерококки наряду с бактериями группы кишечных палочек используют в качестве санитарно – показательных микроорганизмов при оценке воды открытых водоемов, особенно колодцев, при оценке качества хлорированной питьевой воды, а также пищевых продуктов с повышенной концентрацией соли (мясных продуктов).

4.1.3 Сульфитредуцирующие клостридии

В качестве санитарно – показательных микроорганизмов используют клостридии кишечного происхождения. Наиболее частым обитателем кишечника человека является *Cl. perfringens*, и, следовательно, именно этот микроорганизм может служить основным показателем фекального загрязнения.

В испражнениях новорожденных детей *Cl. perfringens* уже на 3 день жизни обнаруживается в 3-4 %, на 5 день – в 6 %, на 7 день 69 %. У взрослых людей сульфитредуцирующие клостридии доходят до 72-98 %.

Использование *Cl. perfringens* в качестве санитарно – показательного микроорганизма основывается на том, что споры его во внешней среде не обладают высокой устойчивостью, в пищевых продуктах он размножается только при температуре 18-20 °С и выше. Начиная с 6-8 ч хранения, по мере нарастания общего количества бактерий размножение его замедляется, а затем полностью прекращается. Особенно чувствителен *Cl. perfringens* к кислой реакции среды.

Они выделяются из кишечника человека и животных в основном в виде вегетативных клеток, а в почве, как правило, сохраняются в форме спор. По отношению количества обнаруженных в объекте вегетативных форм к числу спор можно судить о свежести фекального загрязнения. Это достигается путем сравнения результатов, полученных при исследовании нагретого в течение 15 мин при 80 °С (только споры) и не нагретого (споры и вегетативные клетки) материала.

Однако возможна ошибка. Причиной является способность 95 % спор *Cl. perfringens* прорасти только после так называемого «теплового шока» (нагревание при 70 °С в течение 30 мин), что затрудняет количественный учет этого микроорганизма в непастеризованных материалах. Прогретые пробы могут показывать большее содержание сульфитредуцирующих анаэробов, чем не прогретые.

Присутствие *Cl. perfringens* было обнаружено в 16-18 % проб молока после его промышленной пастеризации. При наличии оптимальных условий этот микроорганизм может интенсивно размножаться в пищевых продуктах и вызывать пищевые токсикоинфекции при их употреблении.

Сульфитредуцирующие клостридии используются в качестве санитарно – показательных микроорганизмов при исследовании пищевых казеинатов, колбас, колбасных изделий, икры, специй, пряностей и т. д.

В 1 г казеината допускается не более 200 клеток *Cl. perfringens*.

Используют также для контроля очистки сточных вод. Его преимущество перед кишечными палочками состоит в том, что он не размножается в отстойниках.

4.1.4 Бактерии рода *proteus*

Эти микроорганизмы широко распространены в природе, в основном их накопление происходит в местах, где протекают аэробные процессы гнилостного распада. Из содержимого кишечника эти микроорганизмы выделяются у 5-10 % здоровых людей. В испражнениях лошадей, рогатого скота, грызунов присутствие палочек протей бывает более частым.

Температурные границы роста бактерий группы протей лежат в пределах 10-40 °С. Они нестойкие – погибают при принятых в промышленности режимах пастеризации, устойчивы к замораживанию, антибиотикам и химиотерапевтическим препаратам.

Бактерии группы протей могут размножаться в пищевых продуктах, содержащих белки и подверженных гниению. Чистые культуры при обильном размножении в течение 2-3 сут могут не вызывать изменений органолептических свойств, внешние признаки гниения появляются лишь при совместном действии протей и спорообразующих гнилостных аэробов.

В пищевые продукты протей попадают при нарушениях санитарного режима.

В парном и свежем молоке бактерии рода протей почти не размножаются и частично вытесняются благодаря размножению молочнокислых бактерий. В стерилизованном молоке они размножаются быстро. В различных консервах, зараженных бактериями группы протей и выдержанных при 25 °С, они интенсивно размножаются и через 48 ч отмечается максимальное накопление их в количестве 1-2 млрд. в см³. При дальнейшем хранении это количество почти не изменяется и лишь через 10-14 дней наблюдается отмирание. При таком содержании палочек протей пищевые продукты опасны для употребления, т. к. могут послужить причиной пищевого отравления.

Группа протей не имеет самостоятельного значения как показатель фекального загрязнения. Однако ее присутствие в больших количествах в пищевых продуктах свидетельствует о наличии энергичного разложения белка.

Протей используют при санитарной оценке таких продуктов как запеканка и пудинг из творога. Они не должны выявляться в 0,1 г продукта. Бактерии рода *proteus* являются санитарно – показательными также при исследовании яичного порошка, рыбы, икры, некоторых мясных продуктов. Кроме того, для оценки почвы и воды открытых водоемов.

4.1.5 Стафилококки

Стафилококки вызывают воспалительные процессы у людей и животных. Однако они настолько широко распространены во внешней среде, что единичное их выявление не вызывает опасений.

Для пищевых продуктов беспокойство вызывает не патогенность стафилококков, а энтеротоксигенность, т.е. способность вырабатывать энтеротоксин, обуславливающий пищевые интоксикации.

С этой целью выявляют наличие *Staph. aureus*; его количество в молочных продуктах регламентируется санитарными правилами и нормами. Например, в кисломолочных продуктах присутствие золотистого стафилококка не допускается: в 0,1 г творога и творожных изделий; в 1 см³ сметаны всех видов, ряженки, кефира жирного, кисломолочных напитков. В жидких заквасках *Staph. aureus* допускается в 10 см³.

Методы обнаружения стафилококков основаны на их способности расти на средах с повышенным содержанием поваренной соли: на желточно – солевом агаре, молочно – солевом агаре.

4.1.6 Дрожжи и плесени

Дрожжи – это одноклеточные организмы, не образующие мицелий (грибница) округлой, овальной или удлинённой формы.

Плесенями называют мицелиальные нитчатые грибы или гифомицеты.

Дрожжи и плесени часто являются возбудителями пороков молочных продуктов, в связи с этим их называют «технически вредными» микроорганизмами. Среди них имеются и патогенные представители, которые могут вызывать микозы и микотоксикозы.

Грибы, попадая в молочные продукты и развиваясь в них, используют молочную кислоту, изменяют рН в щелочную сторону, в результате чего развиваются гнилостные бактерии. Дрожжи и плесени портят товарный вид продуктов, вызывают гидролиз жиров, что ведет к прогорканию продуктов.

Плесени обладают протеолитической активностью, они вызывают гнилостную порчу продуктов и обуславливают порок – горький вкус. Дрожжи гнилостную порчу не вызывают, но обуславливают ослизнение, что сокращает сроки хранения продуктов в охлажденном состоянии.

В качестве санитарно – показательных грибов чаще используют рода *Candida*, которые постоянно присутствуют в организме человека. Их обнаруживают в выделениях людей в 23-40 % случаев. При этом в верхних дыхательных путях преобладают *C.albicans*, а в содержимом кишечника – *C.tropicalis*. Дрожжи могут находиться также на коже, в полости рта, слюне и в мокроте, на слизистой влагалища.

Считается, что первоисточником при распространении этих грибов являются люди, животные, а окружающие их объекты обсеменяются лишь вторично. Споры плесневых грибов постоянно обитают в воздухе, почве, в

продуктах, на поверхности различных предметов, стен сырых помещений и пр. Имеется специфическая молочная плесень (*Geotrichum lactis*), преимущественно обитающая в молочных продуктах. Плесени очень устойчивы к низким температурам. Являясь психрофилами, некоторые плесени могут развиваться в холодильнике при - 9-11°C.

По отношению к высоким температурам вегетативные формы дрожжей и плесеней не являются термостойкими. При нагревании клетки дрожжей они гибнут при 50-60 °С в течение 5 мин, а споровые формы за это же время отмирают при 70-80 °С. Вегетативные формы плесеней погибают при 60 °С за 30 мин, а споры их уничтожаются за это же время при 80 °С.

Для выявления дрожжей и плесневых грибов чаще применяют питательную среду Сабуро.

Наличие дрожжей на технологическом оборудовании контролируют следующим образом. Стерильным тампоном, смоченным стерильным раствором хлористого натрия, протирают исследуемый участок оборудования. Тампон опускают в пробирку со стерильным молоком и выдерживают 16-24 ч при 24°C. После выдержки просматривают микроскопические препараты из молока и устанавливают наличие дрожжей.

По присутствию дрожжей и плесеней оценивают санитарное состояние заквасок, плавленых сыров, масла топленого, сухих смесей для мороженого, детских молочных продуктов, сахара, воздуха и др.

В заквасках для кисломолочных продуктов (кроме кефира) количество плесеней и дрожжей не должно превышать 10 КОЕ (колониобразующие единицы /г), в сырах плавленых – 50 КОЕ/г, в масле коровьем, топленом - не более 200 КОЕ/г, в смеси молочной «Малыш» плесеней-100 КОЕ/г, а дрожжей-50 КОЕ/г.

В сахаре наличие дрожжей и плесеней не допускается в 1 г.

4.1.7 Кишечные бактериофаги

Одним из показателей фекального загрязнения является присутствие в объектах среды разнообразных бактериофагов. Они представляют собой вирусы, являющиеся внутриклеточными паразитами бактерий. Они вызывают лизис (растворение) бактерий, используемых при производстве молочных продуктов. Причем каждый фаг вызывает лизис бактерий определенного вида.

Колифаги лизируют родственные бактерии, монофаги – бактерии одного вида, типовые фаги – только определенный тип (вариант) данного вида бактерий. В связи с этим фаги обнаруживаются всюду, где живут их хозяева, и выявление специфичных для энтеробактерий фагов столь же достоверно указывает на загрязнение объекта, как и обнаружение самих микробов кишечной группы.

В качестве индикаторов загрязнения воды патогенными энтеровирусами было предложено использовать бактериофаги, которые по своим биоло-

гическим свойствам стоят к энтеровирусам ближе, чем какие-либо другие санитарно – показательные микроорганизмы.

При исследовании питьевой воды определяют наличие и количество колифагов. Колифаги – бактериальные вирусы, способные лизировать кишечные палочки рода *Escherichia*, они являются индикаторами очистки питьевой воды в отношении энтеровирусов.

В питьевой воде бляшкообразующие единицы должны отсутствовать в 100 см³ исследуемой воды.

4.2 Общая бактериальная обсемененность

Принято считать, что чем выше общая микробная обсемененность объекта внешней среды, тем выше вероятность присутствия в ней патогенных микробов.

Общую бактериальную обсемененность продуктов выражают показателем КОЕ (колониеобразующие единицы), которой характеризует количество колоний мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, выросших на плотной питательной среде при посеве 1 г или 1 см³ субстрата и культивировании посевов при 37 °С в течение 24-48 ч. При исследовании воды этот показатель часто называют микробным числом, или ОМЧ-общим микробным числом.

Показатель КОЕ не характеризует количество микроорганизмов в исследуемом объекте. Например, не дадут роста термофилы и психрофилы, не учитываются плесени и актиномицеты, рост которых можно обнаружить на 3-4 сут и т. д.

Показатель КОЕ обусловлен развитием в основном мезофильных сапрофитных микроорганизмов – гнилостных бактерий, бактерий группы кишечных палочек, некоторых патогенных бактерий, например, сальмонелл и др.

Эти бактерии могут быть отнесены к санитарно – гигиеническим индикаторам в меньшей степени, чем другие санитарно – показательные микроорганизмы. Продукты, в которых обнаружено большое количество бактерий, даже не патогенных и не изменяющих органолептические показатели, нельзя считать полноценными для здоровья по следующим причинам: значительное количество жизнеспособных клеток в пищевых продуктах свидетельствует о недостаточной эффективности термической обработки сырья, о не вполне тщательной мойке и дезинфекции оборудования, о неудовлетворительных условиях хранения, при которых развиваются определенные группы микроорганизмов.

Высокая бактериальная обсемененность свидетельствует также о возможной порче продуктов. Содержание в пищевых продуктах 10⁶-10⁸ микроорганизмов в 1 г (см³) является признаком недоброкачества таких продуктов.

Эта оценка качества продуктов имеет ряд недостатков: проводится учет только аэробных и факультативно – анаэробных микроорганизмов и ис-

ключаются другие микроорганизмы, осуществляется только количественная оценка микрофлоры без учета ее качественного состава.

К преимуществам учета общей бактериальной обсемененности следует отнести возможность контроля уровня санитарно – гигиенических условий производства и выявления нарушений условий хранения и транспортировки продуктов, приводящих к размножению микроорганизмов.

5 Возбудители зооантропонозов

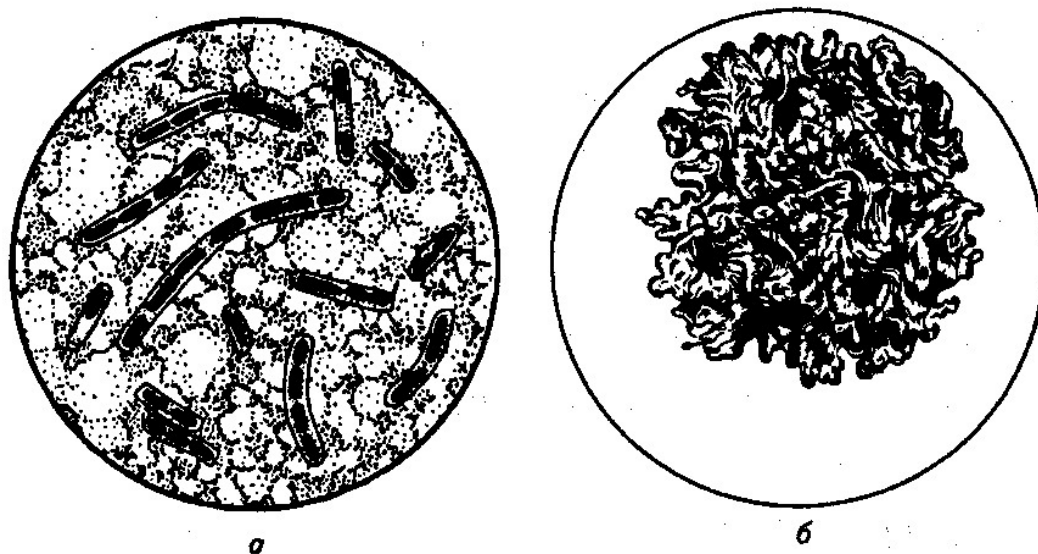
Зооантропонозы – болезни, передающиеся человеку от животных. Заражение людей инфекционными болезнями происходит при непосредственном контакте с больными животными, животными-носителями или инфицированными продуктами убоя, а также при употреблении необезвреженных пищевых продуктов. К наиболее опасным зооантропонозным болезням, которые могут передаваться с молоком и молочными продуктами, относятся туберкулез, бруцеллез, сибирская язва, ящур.

5.1 Возбудитель сибирской язвы

Сибирская язва – это острая инфекционная болезнь, которая протекает у человека чаще всего в карбункулезной форме, а у животных – в молниеносной, подострой и хронической формах.

Возбудитель – сибиреязвенная палочка (*Bac. anthracis*). Был открыт русским ученым Ф. Брауэлем в 1856 г. Название было дано С.С. Андриевским, который изучал болезнь на Урале в конце 80-х годов 18 века.

Сибиреязвенная палочка – крупная неподвижная палочка длиной 4-10 мкм и шириной 1-2 мкм. В мазках из органов и тканей выявляется одиночно, попарно или в виде коротких цепочек. Концы клеток, обращенные друг к другу резко обрублены. В организме животного сибиреязвенная палочка формирует капсулу, окружающую одну, две или цепочку клеток. Во внешней среде при 12-42°C возбудитель образует споры. Диаметр споры не превышает ширины клетки. Сибиреязвенная палочка по Граму красится положительно (рисунок 5.1).



а – клетки; б – колонии

Рисунок 5.1 – *Bacillus anthracis*

Сибирезвённая палочка – это аэроб, хорошо растёт на простых питательных средах. Оптимальная температура развития 30-37°C, рН среды 7,2-7,6.

Вегетативные формы сибирезвённой палочки характеризуются незначительной устойчивостью к различным факторам внешней среды. Так, при нагревании до 60°C они погибают через 15 мин, до 75°C – через 2-3 мин. Прямые солнечные лучи губительно действуют как на вегетативные формы, так и на споры. Возбудитель сибирской язвы более устойчив к низким температурам. Так, в замороженном мясе он выдерживает 15 дней, в рассолах – 10-14 дней, солонине – 1,5 мес. Растворы хлора, хлорамина, фенола, формалина (1-2 %) убивают вегетативные формы за 1-2 ч. Сибирезвённая палочка чувствительна к пенициллину, стрептомицину и др. антибиотикам.

Споры ее весьма устойчивы: в почве, воде они сохраняют жизнеспособность десятилетиями, в шерсти животных, шкурах – месяцами и даже годами. Под действием прямых солнечных лучей споры погибают за 4 дня, при кипячении – через 60 мин. Они выдерживают автоклавирование при 134°C в течение 5-10 мин. Сухой жар убивает споры при 140 °C за 3 ч. Низкие температуры почти не оказывают разрушительного действия на споры. Желудочный сок убивает вегетативные формы, но не действует на споры. Антибиотики не оказывают губительного действия на споры.

Споры уничтожают (5 % растворы) креолина, формальдегида, фенола в течение 24 ч.

К сибирской язве восприимчивы все виды домашних животных (наиболее восприимчивы свиньи), многие виды диких животных, а также человек. Из лабораторных животных восприимчивы белая мышь, морская свинка и кролик.

При обнаружении сибирской язвы на мясокомбинатах проводят комплекс мероприятий, предусмотренных Правилами ветеринарно-санитарного осмотра убойных животных и вет-сан экспертизы мяса и мясopодуктов.

Запрещается убой больных животных или подозреваемых в заболевании сибирской язвой. Если при разделке туши возникает подозрение на сибирскую язву, работу в цехе немедленно прекращают, отбирают пробы для бактериологического исследования, туши изолируют. При выявлении сибирской язвы тушу со всеми органами и шкурой сжигают с соблюдением установленных правил. Шкуры от здоровых животных, соприкасающиеся со шкурами больных, дезинфицируют.

Для предупреждения распространения возбудителя сибирской язвы молоко, полученное от коров, больных и подозрительных по заболеванию, на пищевые и кормовые цели не допускают и уничтожают. Молоко от остальных животных карантинного пункта разрешают в пищу только в кипяченом виде.

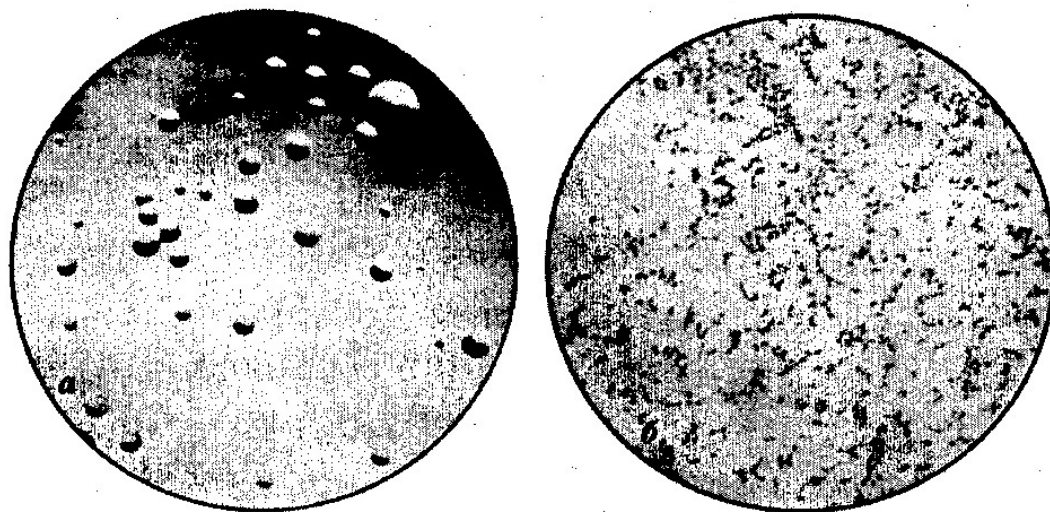
5.2 Возбудитель бруцеллеза

Бруцеллёз – это хроническая инфекционная болезнь человека и животных. Возбудитель был открыт в 1886 г Д.Брюсом. Микроорганизмы рода бруцелла (*Brucella*) подразделяют на следующие виды:

- бруцелла **мелитенсис** (*Br. melitensis*) – возбудитель бруцеллёза у овец (очень опасен для человека);
- бруцелла **абортус** (*Br. abortus*) – возбудитель бруцеллёза у крупного рогатого скота (заразен и для человека);
- бруцелла **суис** (*Br. suis*) – возбудитель бруцеллеза у свиней (менее опасен для человека);
- бруцелла **овис** (*Br. ovis*) – возбудитель эпидимитов (воспаление придатков яичек) и абортос у овец.

Биологические и культурные свойства перечисленных видов бруцелл сходны между собой.

Бруцеллы – мелкие палочки длиной 0,7 мкм и шириной 0,3-0,5 мкм, в мазках располагаются одиночно или группами, неподвижные, спор не формируют. Некоторые штаммы образуют капсулу, по Грамму красятся отрицательно (рисунок 5.2).



а – колонии; б - клетки
Рисунок 5.2 – *Brucella suis*

Бруцеллы – аэробы, растут медленно, причем *Br. abortus* развивается только при наличии в среде 5-10 % CO₂. Оптимальная температура роста 37 °С, рН среды 6,6-7,4. Бруцеллы обладают малой биохимической активностью.

Бруцеллы долго сохраняются в объектах внешней среды: в моче, фекалиях, сене выживают до 4-5 мес, во влажной почве – 3, в шерсти овец – 3-4, в воде – 3 мес. Бруцеллы длительное время сохраняются в пищевых продуктах: в масле – 67 дней, в брынзе – 45, в мороженом мясе – 60 дней.

Возбудитель очень чувствителен к нагреванию: при 70-75 °С погибает через 5-10 мин, при 60 °С – за 30 мин, кипячение убивает его моментально. При воздействии прямых солнечных лучей он погибает в течение 1 ч.

Бруцеллы чувствительны к различным химическим веществам: при воздействии 1-3 % раствора фенола гибнут в течение 1 ч, 1-2 % раствора формалина – в течение 3 ч, 5 % свежегашеной извести – через 2 ч.

Бруцеллёзом болеют: козы, овцы, крупный рогатый скот, лошади, свиньи, олени, верблюды, собаки, кошки, грызуны, домашние и дикие птицы. Из лабораторных животных – морские свинки.

В лабораторию направляют абортированный плод, молоко, кровь, сыворотку крови. Исследования включают микроскопию, выделение чистой культуры и постановку биологической пробы. Наиболее широко используют серологический и аллергический методы прижизненной диагностики.

Режимы пастеризации молока, принятые в молочной промышленности, обеспечивают уничтожение бруцелл в молоке.

Возбудитель туберкулеза

Туберкулёз – это инфекционная, хронически протекающая болезнь домашних и диких животных, птиц, а также человека. Характеризуется образованием во внутренних органах бессосудистых творожных узелков (туберкулов), склонных к распаду.

Возбудитель туберкулёза – микобактериум туберкулезис, был открыт Р.Кохом в 1882 г (*Mycobacterium tuberculosis*). Различают несколько видов микобактерий туберкулёза: **микобактериум туберкулезис** – возбудитель туберкулёза человека, приматов, собак, кошек; **микобактериум бовис** (*Mycobacterium bovis*) – возбудитель туберкулёза крупного рогатого скота и у некоторых диких животных, патогенен и для человека; **микобактериум авиум** (*Mycobacterium avium*) – возбудитель туберкулёза птиц, иногда свиней и телят; **микобактериум микрооти** (*Mycobacterium microti*) – возбудитель туберкулёза грызунов; **микобактериум писциум** (*Mycobacterium piscium*) – возбудитель туберкулёза холоднокровных.

Свинья является индикаторным животным и может заражаться любым видом бактерий.

Микобактерии туберкулёза – тонкие, прямые или слегка изогнутые палочки длиной 1,5-4 мкм, шириной 0,3-0,6 мкм; иногда имеют на концах вздутия (рисунок 5.3).



а – колонии; б - клетки

Рисунок 5.3 – *Mycobacterium tuberculosis*

Микроорганизмы могут встречаться в форме палочек, нитей, кокков и фильтрующих форм (α - форм). Микроб неподвижен, спор и капсул не образует. Принадлежит к группе кислотоустойчивых бактерий.

Возбудитель туберкулёза – строгий аэроб, может расти при 30-42 °С (оптимальная температура 37-38 °С), рН 6,4-7,2, развивается медленно (10-30 сут и более). Микобактерии туберкулёза продуцируют протеолитические ферменты, расщепляющие белок в кислой и слабощелочной среде и др. ферменты.

Возбудитель туберкулёза весьма **устойчив** к воздействию различных факторов внешней среды. Долгое время остаётся жизнеспособным вне организма человека и животных, в почве сохраняется более 2 лет, в воде – до 5-8 мес, в пыли жилых помещений – до 10 мес, в навозе – 7мес, в замороженном мясе – 1 год, в сырах – месяцами, в солёном мясе – до 2 мес, в масле – до 45 дней, в молоке – 9-10 дней. Микобактерии туберкулёза остаются жизнеспособными при -190 °С, в насыщенном растворе поваренной соли сохраняются до 3 мес. и более.

Под влиянием прямых солнечных лучей возбудитель **погибает** в течение 2 ч, в рассеянном солнечном свете – через 5-10 дней.

Микобактерии туберкулёза устойчивы к кислотам, щелочи, спирту; 5 % раствор фенола убивает их через 24 ч, 3%-ный раствор едкой щелочи – через 16 ч, 5 % раствор формалина – через 12 ч, 4 % раствор лизола – в течение 2 ч.

К туберкулёзу восприимчивы более 50 видов домашних и диких животных и около 25 видов птиц. Восприимчив к туберкулёзу и человек. Из с/х животных чаще всего поражается туберкулёзом КРС, реже овцы и лошади. Широко распространено это заболевание у кур, индеек, уток.

Основной источник инфекции – больные животные с активным туберкулёзным процессом. Для человека и молодых животных особенно опасны инфицированное молоко и молочные продукты. Из лабораторных животных наиболее восприимчивы морские свинки и кролики.

Животных, отправляемых на мясокомбинат, предварительно исследуют в хозяйствах на туберкулёз с помощью аллергического метода.

Поражённые органы и ткани направляют на техническую утилизацию.

Возбудителем, поступающим с молоком, наиболее часто заражаются дети. Для профилактики распространения возбудителя туберкулеза молоко, полученное от животных, положительно реагирующих на туберкулин, обезвреживают кипячением с последующим использованием его внутри хозяйства. Допускается использовать молоко от таких животных для переработки на топленое масло. Обезжиренное молоко обезвреживают кипячением и применяют на корм скоту внутри хозяйства. Молоко, полученное от животных с клиническими признаками туберкулеза, кипятят в течение 10 минут и используют для кормления животных.

5.4 Возбудитель ящура

Ящур – это острая болезнь парнокопытных животных, сопровождающаяся образованием пузырьков на слизистой оболочке ротовой полости, в межкопытной щели, на вымени. К вирусу ящура восприимчив и человек. Заражение может произойти при контакте с больными животными и употреблении инфицированных молочных продуктов, иногда мяса. Вирус ящура имеет довольно малые размеры – 10-20 мкм. Он был открыт Леффлером и Фрошем в 1897 г. Различают несколько типов вируса ящура: А, О, С, S, SAT₁, SAT₂, SAT₃, Asia. Существуют различные варианты и переходные формы между ними.

Вирус культивируют на эпителиальной ткани эмбрионов морской свинки, КРС и свиней.

Устойчивость вируса ящура в основном определяется средой, в которой он находится. От солнечных лучей вирус погибает за 1-2 ч, в навозе он может сохраняться от нескольких часов до 28 дней. Вирус ящура очень устойчив к низким температурам. При –15 °С вирус сохраняет свою активность в течение 2 лет. При нагревании до 60-70 °С разрушается через 5-15 мин, до 100 °С – моментально. Вирус может долгое время сохраняться в пищевых продуктах: в мороженом мясе – до 148 дней, соленом – до 42, в масле – до 25 дней.

Лучшее дезинфицирующее средство при ящуре – гидроксид натрия (NaOH): 1-2 % раствор убивает вирус за 30-120 мин, а такая же концентрация формалина – только за 6 ч. Вирус ящура устойчив к действию спирта, эфира, креолина.

К вирусу ящура восприимчивы крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, буйволы, верблюды, олени, слоны, невосприимчивы лошади, птицы. Из лабораторных животных очень чувствительна к вирусу морская свинка.

После убоя больных ящуром животных, как правило, обнаруживают афты (пузырьки), заполненные серозной жидкостью, которая содержит вирус, или эрозии (язвы) на слизистой оболочке ротовой полости, в межкопытной щели, на сосках, а у свиней – и на пяточке носа.

В организм человека вирус проникает через слизистую рта с молоком, реже – через поврежденную кожу. Афты появляются на губах, языке, твердом и мягком небе, внутренней поверхности щек. Когда они лопаются, на месте афт появляются язвы.

Молоко, полученное от коров в ящурном очаге, перерабатывают на месте на топленое молоко. На пищевые и кормовые цели используют только молоко, обезвреженное путем кипячения в течение 5 мин или пастеризации при температуре 80 °С в течение 30 минут.

Необходимо строго соблюдать правила личной гигиены, проводить тщательную дезинфекцию оборудования, инвентаря, спецодежды.

Больные животные выделяют с калом и мочой большое количество возбудителя болезни. Выделенный возбудитель во внешней среде может разноситься различными насекомыми и грызунами, обеспечивая еще больше загрязнение предметов, кормов, воды и усиливая риск заражения здоровых животных и людей. Для уничтожения возбудителя и возможных переносчиков заболеваний применяют дезинфекцию, дезинсекцию, дератизацию и дезинвазию.

Дезинфекция – это совокупность способов и средств уничтожения во внешней среде возбудителей инфекционных болезней (бактерий, вирусов, грибов, риккетсий, простейших).

Различают **профилактическую** (текущую) и **вынужденную** дезинфекцию. Профилактическую дезинфекцию проводят периодически или в санитарный день. В объектах с повышенными требованиями (местах вынужденного убоя, утилизации отходов и др.) проводят ежедневную профилактическую дезинфекцию.

Вынужденную дезинфекцию проводят в случаях возможной опасности возникновения инфекционных болезней или загрязнения патогенными микроорганизмами продуктов.

В зависимости от природы применяемого дезинфицирующего средства пользуются разными способами дезинфекции.

При механическом способе удаляют возбудителей с обеззараживаемых предметов путем механической очистки. Вместе с грязью, мусором, нечистотами, остатками корма, навозом, верхним слое почвы удаляется большое количество возбудителей.

При физическом способе возбудителей уничтожают путем обжигания, обработки горячим паром или кипящей водой, воздействуя высушиванием, солнечным светом, ультрафиолетовыми лучами.

Химический способ дезинфекции – это уничтожение возбудителей воздействием различных химических веществ (окислителей, кислот, щелочей) и препаратами, изготовленными из этих веществ.

Для дезинфекции помещений чаще используют горячие 70-80°С водные растворы (едкие щелочи, негашеная известь и препарат хлора).

От понятия “дезинфекция” (обеззараживание) следует отличать обезвреживание (уничтожение не только патогенных микроорганизмов, но и про-

дуктов их жизнедеятельности – токсинов) и стерилизацию (уничтожение всех микробов).

Дезинсекция – это совокупность способов и средств уничтожения вредоносных членистоногих (насекомых, клещей и др.) во внешней среде.

Для дезинсекции используют **механические** методы (очистка территории, кожных покровов животных, применение липких лент, ловушек), **физические** (воздействие низких и высоких температур, гамма-лучей, электричества), **химические** (применение ядовитых веществ – инсектицидов, к ним относятся препараты мышьяка, фтора, хлорофос, карбофос, циодрин, севин, дикрезол и др.) и **биологические** (использование врагов членистоногих – птиц, рыб, микроорганизмов, грибов хищных насекомых).

Дератизация – это комплекс мероприятий по истреблению грызунов, представляющих эпидемиологическую опасность или наносящих экономический ущерб. Для отлова крыс, мышей используют ловушки, давилки, культуры патогенных для этих грызунов микроорганизмов, приманки с ядами – ратицидами (зоокумарин, ратиндан и др.)

Дезинвазия – это уничтожение во внешней среде яиц и личинок гельминтов – возбудителей болезней растений, животных и человека.

Используют механические, физические, химические и биологические способы дезинвазии.

На молкомбинатах применяют санитарную обработку с использованием моющее-дезинфицирующих растворов с последующим промыванием водой. Моющие препараты не должны обладать посторонним запахом, должен хорошо омылять жиры, гидролизовывать белки, растворять слизь и не обладать выраженной токсичностью.

6 Возбудители мастита

Мастит (Mastitis) - воспаление молочной железы, преимущественно у коров и коз, реже у самок других млекопитающих.

Возбудителями мастита чаще являются патогенные стрептококки видов *Str. agalactiae* и *Str. dysgalactiae*, а также стафилококки – *Staph. aureus*. Маститы кокковой этиологии встречаются примерно в 60-70 % случаев. Кишечные палочки рода эшерихия являются возбудителями маститов в 2-3 % случаев.

Возникновение маститов может обуславливаться также развитием других микроорганизмов: сальмонелл, синегнойных палочек (*Ps. aeruginosa*), *Bac. cereus*, пастерелл, коринебактерий, микоплазм, а также дрожжей рода *Candida*. Различают также маститы так называемой ящурной, туберкулезной и актиномикозной этиологии.

Способствуют возникновению маститов неправильные условия содержания и кормления дойных коров, плохой уход за выменем, травмы сосков, простуда, неполное выдаивание, нарушение правил машинного доения.

В молочную железу микроорганизмы проникают через сосковый канал, раны вымени, а также эндогенно с кровью из других пораженных органов, например при эндометрите (воспалении матки) и энтерит (воспалении кишечника) или при инфекционных болезнях. Известны случаи заболевания маститом коров, которых обслуживали доярки с ранками на руках, инфицированными стрептококками.

Возбудитель может передаваться также через доильные стаканы аппаратов машинного доения. При заболевании резко снижается удой молока и ухудшается его качество. Реакция маститного молока, как правило, щелочная, редко - кислая. В нем уменьшается количество казеина, молочного сахара, жира, кальция. При тяжелой форме заболевания в молоке появляются хлопья и сгустки. При рассмотрении микроскопического препарата, приготовленного из такого молока, видны цепочки стрептококков, стафилококки или другие микроорганизмы. Выявляется большое количество лейкоцитов.

Если в сборном молоке имеется примесь маститного, в нем плохо развиваются молочнокислые бактерии, оно становится непригодным для выработки молочных продуктов. Такое молоко является источником распространения возбудителей пищевых отравлений. При клинически выраженном мастите наблюдаются характерные изменения внешнего вида вымени (припухлость, болезненность, повышение температуры и др.). При скрыто протекающих маститах, так называемых субклинических формах, многие из этих признаков отсутствуют.

Для диагностики скрыто протекающего мастита у коров применяют пробу с димастином, бромтимоловую пробу и пробу отстаивания. В лаборатории подсчитывают количество лейкоцитов, определяют рН и активность лизоцима молока, секрет вымени исследуют бактериологически.

Увеличение количества лейкоцитов в молоке является показателем заболевания маститом. В молоке здоровых коров в середине лактационного

периода содержится до 500 тыс., реже - 1 млн клеток в 1 см³. Количество лейкоцитов в 1 см³ секрета вымени при серозном мастите достигает 3 млн, при геморрагическом - 9 млн, при гнойном - 18 млн. клеток. В отдельных случаях количество лейкоцитов может достигать до 40 млн клеток в 1 см³.

При воспалении молочной железы изменяется рН молока. Среднее значение рН нормального молока равно 6,6, а молока из пораженных долей - 7,8 и выше. При наличии мастита лизоцим М в основном отсутствует. Титрация лизоцима М в молоке отдельных долей вымени служит дополнительным методом диагностики маститов.

Определяют общую бактериальную обсемененность молока. Если в молоке отдельных долей вымени количество микроорганизмов будет больше в несколько раз, то это свидетельствует о наличии инфекционного процесса. Параллельно с общей обсемененностью выявляют наличие основных возбудителей маститов (стрептококков, стафилококков, кишечных палочек).

Для лечения коров, больных маститом, применяют антибиотики. Поэтому молоко, полученное от животных, подвергавшихся лечению, нельзя использовать для выработки молочных продуктов в течение 3 дней.

Для предупреждения маститов необходимо поддерживать чистоту в животноводческих помещениях, особенно в родильных отделениях, регулярно проводить текущую дезинфекцию, устранять факторы, предрасполагающие к возникновению маститов

7 Пищевые отравления

7.1 Понятие о пищевых токсикозах и токсикоинфекциях

После употребления в пищу продуктов, содержащих в большом количестве живые микроорганизмы или токсины бактерий, могут возникнуть пищевые отравления.

Пищевые отравления микробной этиологии условно подразделяют на пищевые токсикозы и токсикоинфекции.

Пищевые **токсикоинфекции** - острые кишечные заболевания, возникающие в результате употребления пищевых продуктов, содержащих большое количество живых микробов.

Пищевые токсикоинфекции развиваются в результате попадания возбудителей от больных людей, животных или бактерионосителей в пищевые продукты, в которых происходит их размножение.

Попав в желудочно-кишечный тракт человека, одни микробы погибают, а другие проникают в лимфатические узлы кишечника и там разрушаются, высвобождающийся **эндотоксин** вызывает патологические изменения в стенке кишечника и оказывает токсическое воздействие на центральную нервную систему.

Пищевые токсикоинфекции характеризуются целым рядом общих признаков. Во-первых, развиваются только после употребления пищевых продуктов, содержащих живые микроорганизмы в большом количестве. Заболевание начинается внезапно после короткого инкубационного периода (от 2 до 48 ч) среди лиц, употреблявших одну и ту же пищу, как правило, приготовленную с нарушением технологии или длительное время хранившуюся перед реализацией.

Заболевание начинается с явлений гастроэнтерита - тошноты, рвоты, поноса, болей, вздутия и урчания в животе, частого жидкого стула. Позже появляются признаки поражения центральной нервной системы - головные боли, головокружение, быстрая утомляемость. Продолжительность болезни 1-3 дня. Осложнения чаще всего бывают у детей, людей пожилого возраста и лиц, страдающих сопутствующими болезнями. Больные не опасны для окружающих, так как возбудитель выделяется с рвотными массами и фекалиями непродолжительное время.

Пищевые токсикоинфекции вызывают бактерии родов *Salmonella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Clostridium*, *Bacillus* и др.

Пищевыми токсикозами (интоксикациями) называют пищевые отравления, связанные с употреблением в пищу продуктов, в которых накопился **экзотоксин** в результате жизнедеятельности токсинообразующих микроорганизмов.

В возникновении пищевых токсикозов важную роль играют не сами возбудители, а выделяемые ими токсины. Следовательно, поступление бактериальных клеток в организм вместе с пищей не является обязательным условием для возникновения пищевого отравления.

Токсин, выделенный микроорганизмом вместе с продуктом поступает в кишечный тракт, откуда всасывается в кровь и начинает проявлять свое действие, вызывая симптомокомплекс пищевого отравления.

Несмотря на различную этиологию, пищевые токсикозы имеют ряд общих признаков. Внезапное возникновение заболевания после сравнительно короткого инкубационного периода (2-3 ч, минимум 1,5 ч). Инкубационный период при токсикозах короче, чем при пищевых токсикоинфекциях.

В первую очередь поражаются сердечно-сосудистая и центральная нервная система. Появляются головные боли, головокружение, нарушение зрения, функции сердечно-сосудистой системы. Позже появляются признаки нарушения функций желудочно-кишечного тракта - рвота, диарея, боль в области желудка.

Интоксикация всегда начинается с тошноты и рвоты, понос необязателен, температура тела повышается редко. При токсикоинфекциях, наоборот, преобладает понос, а не рвота, всегда повышается температура тела.

Выздоровление при токсикозах наступает более быстро, внезапно (за исключением ботулизма!) и без последующего бактерионосительства; при токсикоинфекциях, заболевание длится более продолжительный срок (иногда 3-5 дней и более). После выздоровления может некоторое время наблюдаться бактерионосительство. Летальный (смертельный) исход незначителен (менее 1 %, кроме ботулизма).

Все пищевые отравления имеют четко выраженную сезонность: возникают весной и летом (ботулизм - осенью и весной).

Все отравления чаще всего связаны с нарушениями технологического и санитарного режимов приготовления, хранения и реализации продуктов.

Пищевые токсикозы вызывают палочки ботулиnum (*Clostridium botulinum*), энтеротоксигенные стафилококки (род *Staphylococcus*), стрептококки, токсигенные грибы. Токсикозы грибного происхождения называют микотоксикозами.

7.2 Возбудители пищевых токсикоинфекций

7.2.1 Сальмонеллы

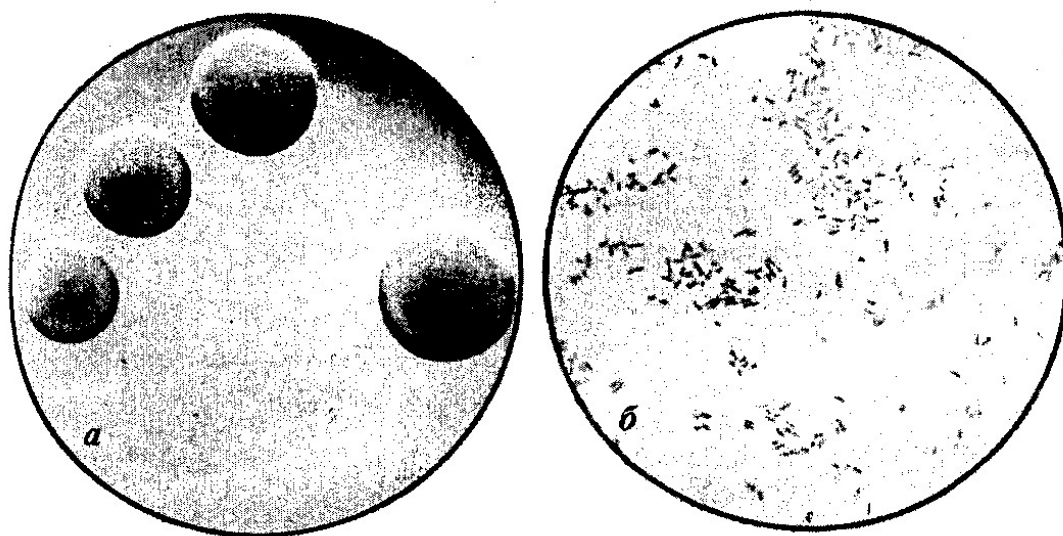
Пищевые отравления, вызываемые бактериями рода *Salmonella*, занимают первое место среди микробных пищевых отравлений. Микробы были названы в честь американского микробиолога Д. Сальмона, впервые выделившего в 1885 году одного из представителей этой группы.

Человек поражается сальмонеллами в результате употребления обсемененных этими микроорганизмами мяса, мясных продуктов, молока, масла, творога. Опасны животные - сальмонеллоносители, а также возможны случаи загрязнения мяса при убое и разделке туш.

В большинстве случаев мясо обсеменяется через людей - сальмонелловыделителей, либо насекомых, а также через мышей и крыс. Сальмонеллы, попавшие в тушу даже в небольшом количестве, при соответствующей тем-

пературе и влажности могут быстро размножаться и проникать в глубь мышц. Молоко и молочные продукты гораздо реже, чем мясные продукты являются причиной пищевых отравлений. Загрязнение молока сальмонеллами происходит, главным образом, через посуду, доильные аппараты, руки доярок и т.п. Часто сальмонеллы распространяются через молоко от больных коров, а также продукты, приготовленные из него.

Бактерии рода сальмонелла (*Salmonella*)-это мелкие грамтрицательные палочки. Клетки имеют длину в среднем от 2 до 5 мкм и ширину 0,5 мкм. Иногда они образуют нити. Большинство видов сальмонелл подвижны. Спор и капсул не образуют (рисунок 7.1).



а – колонии; б - клетки

Рисунок 7.1 – *Salmonella paratyphi*

Сальмонеллы хорошо растут на обычных питательных средах, факультативные анаэробы. Оптимальный рост наблюдается при температуре 37 °С.

На МПБ сальмонеллы вызывают помутнение, на МПА образуют колонии средних размеров (диаметр 2-3 мм), трудноотличимые от колоний бактерий группы кишечных палочек. Сальмонеллы сходны с другими микроорганизмами, поэтому возникает необходимость их дифференциации. С этой целью используют плотные дифференциально-диагностические питательные среды с лактозой (среда Плоскирева, Эндо, Левина).

Для наиболее эффективного выделения сальмонелл из патологического материала используют среды обогащения (Мюллера, Кауфмана).

Сальмонеллы не образуют спор, но отличаются относительно высокой устойчивостью к действию различных физических и химических факторов внешней среды, а также антибиотиков. Хорошо переносят высушивание, сохраняясь при комнатной температуре на различных субстратах в течение 2,5-3 месяцев; в высушенных испражнениях животных 3-4 года. В замороженных овощах (при минус 18 °С) - в течение 2-2,5 лет.

Сальмонеллы отличаются высокой устойчивостью к воздействию поваренной соли, особенно в белковых средах. В мясном рассоле, содержащем 29 % поваренной соли, при 6-12°C возбудители сохраняют жизнеспособность в течение 4 месяцев. Сальмонеллы устойчивы к действию некоторых кислот, кроме того, они очень устойчивы к тепловой обработке.

При размножении сальмонелл в молоке его внешний вид и вкус не меняются. Пастеризация молока при 85 °С в течение 30 минут в производственных условиях вызывает гибель сальмонелл. В твороге жизнеспособность сальмонелл наибольшая - до 34 месяцев. Сальмонеллы в сливочном масле сохраняют жизнеспособность при комнатной температуре 128 дней, при 0-4 °С - 284 дня. В воде, особенно с низким значением рН, сальмонеллы выживают до 2 месяцев.

Режимы пастеризации молока достаточны для инактивации сальмонелл, если первоначальная концентрация их не превышает 3×10^{12} клеток в 1 см молока.

В замороженных яичных желтках сальмонеллы сохраняют жизнеспособность после 13 мес. хранения при - 20 °С.

Основными источниками сальмонеллезной инфекции являются сельскохозяйственные и домашние животные, птицы.

7.2.2 Эшерихия (кишечные палочки рода *Escherichia*)

Будучи постоянными обитателями кишечника человека и животных, бактерии рода эшерихия (*E. coli*) при определенных условиях приобретают патогенные свойства и становятся возбудителями различных патологических процессов. Они вызывают колибактериоз молодняка животных, колиэнтериты у детей, циститы, метриты, маститы и др.

Кишечные палочки, вызывающие пищевые токсикоинфекции называют энтеропатогенными. Их часто обнаруживают в молочных, мясных и других продуктах, но пищевые отравления они вызывают сравнительно редко. Это объясняется тем, что эшерихии не всегда накапливаются в продуктах в количестве, необходимом для возникновения заболевания, а главное тем, что сравнительно немногие штаммы кишечных палочек являются патогенными для человека.

Источники патогенных штаммов кишечных палочек - больные животные, дети, больные диспепсией, а также люди, нарушающие санитарно-гигиенический режим на производстве.

Основной токсин эшерихий - термостабильный эндотоксин, выдерживающий нагревание до 90-100 °С. Он представляет собой типоспецифичный эндотропный яд.

Кишечные палочки не обладают выраженной устойчивостью. Они обезвреживаются при режимах пастеризации (63-75 °С). При 60 °С погибают через 15 минут, 1 % раствор фенола вызывает гибель микроорганизмов через 5-15 минут.

Кишечная палочка относится к условно-патогенным микроорганизмам.

Для профилактики пищевых токсикоинфекций, вызываемых кишечными палочками, необходимо соблюдать правила личной гигиены работникам молочной и мясной промышленности, повышать санитарную культуру населения, предупреждать фекальное загрязнение воды и пищевых продуктов.

7.2.3 Бактерии рода протеус (*Proteus*)

Род протеус включает следующие виды: протеус вулгарис (*Pr. vulgaris*), протеус мирабилис (*Pr. mirabilis*), протеус моргани (*Pr. morgani*), протеус реттгери (*Pr. rettgeri*).

Обсеменение пищевых продуктов бактериями рода протеус может быть вызвано нарушениями санитарного режима при выработке пищевых продуктов. Дальнейшее развитие этих бактерий, попавших на пищевой продукт, зависит от его состава и условий хранения. Протеи могут развиваться при температуре от 10 до 43 °С, их быстрое размножение наблюдается при 20 °С. Бактерии активно размножаются в пищевых продуктах в первые 48 часов. Иногда пищевые продукты, обильно обсемененные этими микроорганизмами, не имеют заметных признаков порчи.

Заболевание развивается через 8-20 часов после приема зараженной пищи. Патогенез пищевых токсикоинфекций, вызванных бактериями родов протеус и сальмонелла, во многом сходен.

Выздоровление наступает через 1-2 дня.

Протеи - прямые полиморфные палочки, размером 0,4-0,8×1-3 мкм, грамотрицательные, подвижные за счет жгутиков, спор и капсул не образуют. По отношению к кислороду являются факультативными анаэробами, по типу обмена веществ - обладают и дыхательным и бродильным типами метаболизма. Оптимальная температура 37 °С (рисунок 7.2).

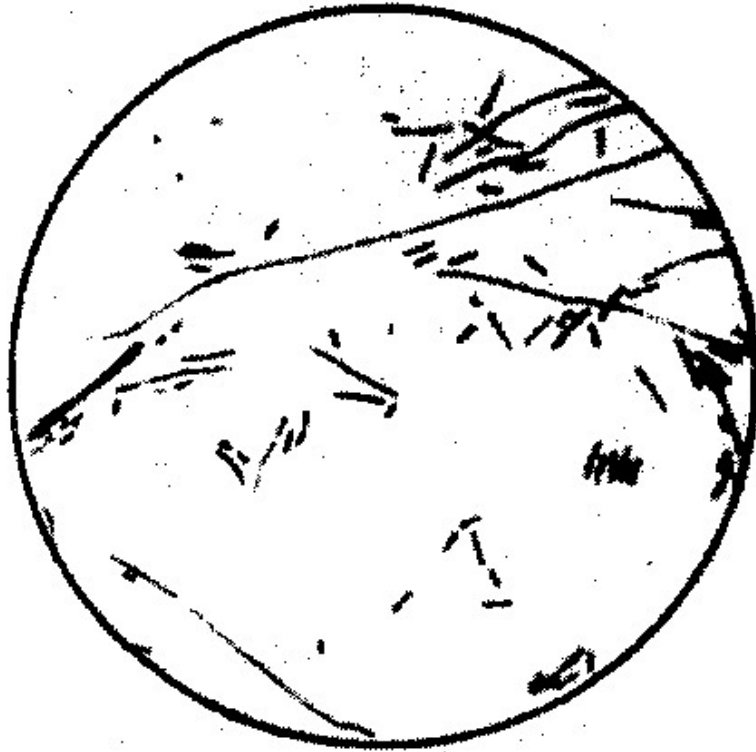


Рисунок 7.2 - *Proteus vulgaris*

Чаще возбудителем пищевых токсикоинфекций является *Proteus vulgaris*. Он широко распространен в природе - в почве, воде, содержимом желудочно-кишечного тракта, а также в гниющих органических субстратах.

Источником пищевых отравлений являются употребляемые человеком продукты, обильно обсемененные этими микроорганизмами.

Штаммы *Proteus vulgaris* образуют термостабильные эндотоксины, представляющие глюко-липоидно-полипептидные комплексы, обладающие гемолитической активностью.

Бактерии рода *Proteus* устойчивы к низким температурам, переносят трехкратное попеременное замораживание и оттаивание. Режимы пастеризации молока обезвреживают возбудителя. Палочки протея погибают при нагревании до 60 °С через 1 час, а до 80 °С - через 5 минут, 1 % раствор фенола вызывает их гибель через 30 минут.

Бактерии рода протеус относятся к условно-патогенным микроорганизмам, широко распространены в природе. Они обитают в кишечнике здоровых людей (6-8 %), иногда являются возбудителями гнойных и септических заболеваний людей и животных. Бактерии протеус встречаются при хронических заболеваниях мочеполовых путей, в плохо заживающих ранах, свищевых ходах и т.д. Могут вызывать пищевые отравления.

7.2.4 Клостридии перфрингенс (*Cl.perfringens*)

Токсикоинфекции, вызываемые *Cl. Perfringens* занимают третье место после пищевых отравлений сальмонеллезного и стафилококкового происхождения.

Название возбудителя связано со способностью образовывать большое количество газа, которое разрывает окружающую плотную питательную среду. Термин "перфрингенс", в переводе с латинского языка означает "проламывающий", "прорывающий", "прокладывающий дорогу силой".

Вид *Cl. perfringens* разделяется на 6 типов А, В, С, D, Е и F, которые различаются между собой по антигенным свойствам и специфичности образуемых ими токсинов.

Палочка перфрингенс - крупная (0,8-1,5×4,0-8,0 мкм), неподвижная, грамположительная. В организме людей и животных образует капсулу. Медленно образует споры (рисунок 7.3).

Cl. perfringens - анаэроб, но может расти в присутствии небольшого количества кислорода. Микроорганизмы этого рода хорошо растут на мясных и казеиновых питательных средах. Развиваются при температуре от 15 до 50 °С. Оптимальная температура для наиболее быстрого роста составляет 37 °С.

Особенностью *Cl. perfringens* является способность к быстрому размножению. Продолжительность его регенерации составляет 10 минут. При росте в молоке образуется сгусток и большое количество газа (пены). Органолептические свойства мяса, обсемененного микроорганизмами, заметно не изменяются.

Вегетативные формы возбудителя чувствительны к кислороду, солнечному свету, высоким температурам, кислотам, дезинфицирующим средствам, а также многим антибиотикам, действующим на грамположительные бактерии. Они чувствительны к низким температурам (подвержены повреждению холодом на всех стадиях роста). Споры более устойчивы, чем вегетативные клетки. При кипячении они погибают в течение 15-30 минут. При воздействии 5 % раствора фенола вегетативные формы гибнут за 15-20 минут, а споры - через 8-10 часов.

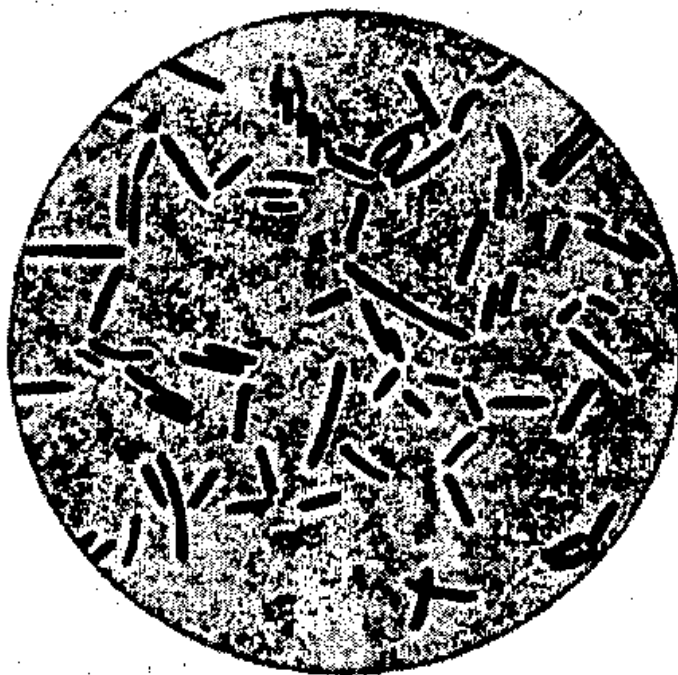


Рисунок 7.3 - Clostridium perfringens

Cl. perfringens широко распространен в почве, содержимом кишечника и, следовательно, может заражать многие пищевые продукты.

7.3 Возбудители пищевых токсикозов

7.3.1 Палочка ботулиnum (*Cl. Botulinum*)

Ботулизм - это тяжелый пищевой токсикоз, вызванный употреблением в пищу продуктов (мясных, рыбных, овощных и молочных консервов и др.), содержащих ботулинический токсин.

При ботулизме редко наблюдаются диспепсические явления (рвота, понос и т.д.). Все основные симптомы вызваны действием токсина палочки ботулиnum, который быстро всасывается из кишечника в кровь и поражает центральную нервную систему.

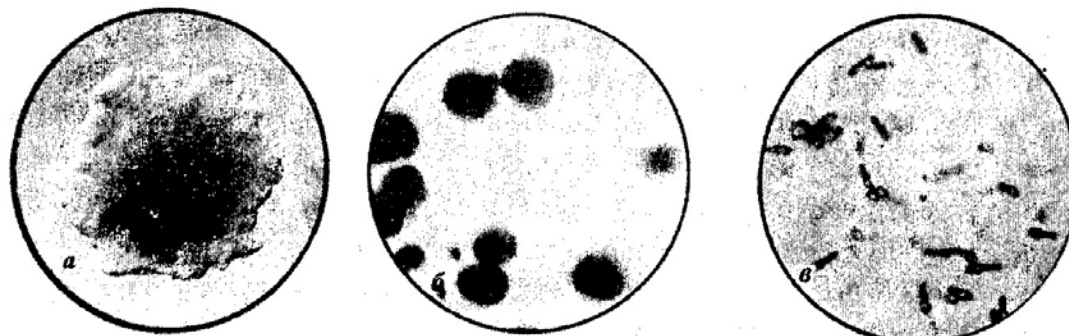
Температура тела часто понижена. Затем наступают расстройство глотания, сиплость голоса, ослабление слуха и нарушение двигательных функций. На последней стадии течения болезни наступает паралич дыхания и сердечной деятельности, являющийся причиной смерти.

Летальность достигает 40-60 %, иногда до 85 % . Смерть наступает при ясном сознании.

Первое описание ботулизма принадлежит немецкому врачу Кернеру. В 1817 году им были опубликованы данные о заболевании, возникшем после употребления в пищу колбасы. Отравление "колбасным" ядом исследователь назвал ботулизмом (от латинского *botulus* - колбаса). Возбудитель ботулизма был выделен позднее в 1894 году бельгийским бактериологом Ван-Эрменгемом.

Возбудитель ботулизма относится к роду клостридий (*Clostridium*). В настоящее время известно 7 типов возбудителя: А, В, С, D, Е, F, G, различающихся по антигенной структуре, образуемыми токсинами и рядом других признаков.

Клостридии представляют собой крупные палочки длиной 3,4-8,6 мкм и шириной до 1,3 мкм. Возбудитель подвижный до момента спорообразования, по Граму красится положительно, капсул не образует. Споры располагаются к одному концу клетки. Палочка со спорой по виду напоминает теннисную ракетку, ложку (рисунок 7.4).



а, б – колонии; в - клетки
Рисунок 7.4 - *Clostridium botulinum*

Строгий анаэроб. Оптимальная температура роста и токсикообразования 28-35 °С.

Клостридии ботулизма культивируют на казеиновых и мясных питательных средах. В жидкие мясные среды рекомендуется добавлять мясной или печеночный фарш, в казеиновые - отварное пшено.

Возбудитель ботулизма образует 2 основных типа токсинов: нейротоксин и гемолизин.

Нейротоксин (ботулинический токсин) продуцируют все типы, он определяет клиническую картину интоксикации при ботулизме. Он представляет собой самый сильнодействующий из известных в мире ядов. Одна стомиллионная доля грамма (0,0000001 г) этого токсина убивает морскую свинку, три десятиллионные доли грамма смертельны для человека массой 76 кг.

Токсин, выделяемый палочкой ботулинум, имеет белковую природу и разрушается при кипячении в течение 10-20 минут.

Оптимальная температура для токсинообразования 35-37 °С, но он может образовываться и при 15 °С. При холодильном хранении продуктов токсин не образуется, но и не разрушается, если он накопился в продукте ранее. Токсин перестает накапливаться только при концентрации соли в среде 8-10 %. Хорошие условия для токсинообразования создаются в различных консервах, а также при солении и копчении мясных и рыбных консервов. Консервы, содержащие токсин палочки ботулинум, имеют явные признаки порчи: бомбаж, прогорклый запах, разложение. Но бывают случаи, что палочка ботулинум не вызывает заметной порчи продукта.

Возбудитель ботулизма широко распространен в природе (почва, водоемы, навоз и др.).

Клостридии ботулизма с испражнениями выделяются в почву и воду, где длительно сохраняются в виде спор. Отсюда возможно попадание микробов в сырьё для приготовления различных консервов.

Споры возбудителя, попадающие в консервы с частицами почвы, при недостаточной термической обработке прорастают и выделяют токсин. Очень большую опасность представляют пластинчатые и трубчатые грибы, так как полное освобождение их от частиц почвы затруднено из-за особенностей строения шляпок.

Человек заражается при употреблении пищи, содержащей токсин и живых микробов, с размножением которых количество токсина увеличивается. Как правило, заболевают не все, употреблявшие в пищу твердые инфицированные продукты, а примерно треть из них. Это зависит от гнездового расположения токсина в этих продуктах.

Вегетативная форма палочки ботулиnum гибнет при 80 °С через 15-30 минут, а споры термостабильны и выдерживают кипячение до 6 часов. В высушенном состоянии споры сохраняются десятилетиями. Устойчивы к низким температурам (до -190 °С). Очень устойчивы к химическим веществам: 10 % раствор HCl вызывает гибель через 1 час, 20 % раствор формалина - через 24 часа, 5 % раствор фенола - через сутки и более. В этиловом спирте и 15 % растворе NaCl споры сохраняют жизнеспособность до 2 месяцев.

Токсины палочки ботулиnum устойчивы ко многим химическим и физическим факторам. Они не разрушаются полностью под действием солнечного света, воздуха. В кислой среде устойчивость токсина выше, чем в щелочной. Ботулинический токсин разрушается при кипячении за 10-20 минут. В консервном производстве необходимо строго соблюдать технологические режимы стерилизации.

7.3.2 Бактерии рода стафилококкус (staphylococcus)

Среди микроорганизмов, вызывающих пищевые отравления, стафилококки занимают одно из первых мест.

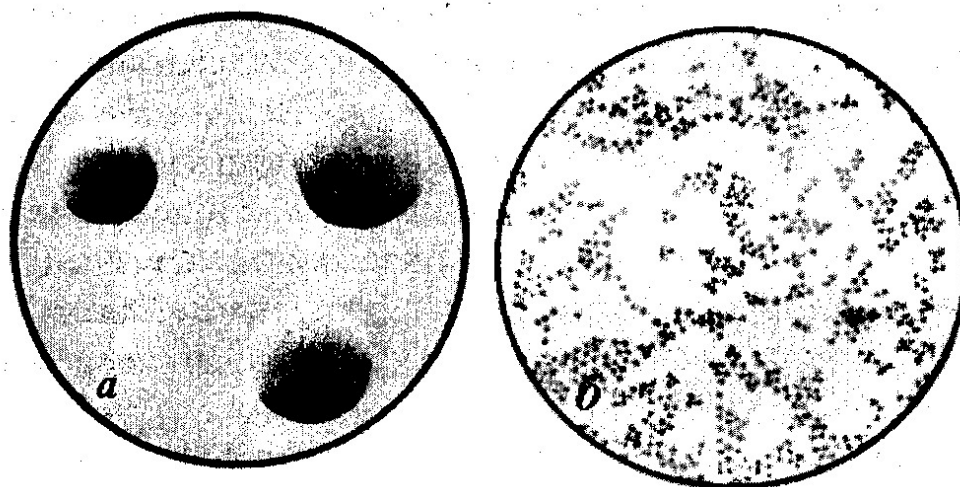
Стафилококки впервые выделены из гноя фурункула человека Луи Пастером в 1880 году. Их относят к семейству Micrococcaceae, роду Staphylococcus, который представлен 28 видами.

Различают 3 основных вида: Staph. aureus - золотистый, Staph. epidermidis - назокожный, Staph. saprophyticus - сапрофитный.

Основными источниками обсеменения пищевых продуктов этими микроорганизмами являются люди и животные с гнойно-воспалительными процессами (гнойные раны, абсцессы, фурункулы и др.), а также носители патогенных стафилококков. Перенос стафилококков от людей на пищевые продукты может происходить воздушно-капельным путем, при непосредственном контакте людей с продуктом, оборудованием, тарой и т.д, а также в процессе убоя скота и разделки туш.

При благоприятных температурных условиях стафилококки быстро размножаются в продуктах и накапливают токсин. Пищевые токсикозы, вызываемые стафилококками, протекают в форме острого гастроэнтерита, сопровождающегося рвотой, режой поносом, головной болью. Инкубационный период незначительный - от 30 минут до 6 часов. Длительность заболевания 1, реже 2-3 дня.

Стафилококки представляют собой круглые клетки, располагающиеся в виде скоплений, напоминающих виноградные грозди. Они неподвижны, спор и капсул не образуют, красятся всеми анилиновыми красителями, грамположительны (рисунок 7.5).



а – колонии; б - клетки

Рисунок 7.5 - *Staphylococcus aureus*

Стафилококки - факультативные анаэробы, неприхотливы к питательным средам и развиваются при температуре от 10 до 43 °С (оптимум 32-37 °С). Хорошо развиваются в слабощелочной среде (рН 7,2-7,6), однако, рост возможен и в слабокислой среде. На МПА стафилококки формируют круглые, выпуклые, средней величины колонии с ровными краями. При 20-25 °С, доступе кислорода и рассеянном свете стафилококки вырабатывают различные по цвету пигменты. Золотистый стафилококк может образовывать золотистый, белый, желтый и оранжевый пигменты.

Патогенные стафилококки разжижают желатин, свертывают, а затем пептонизируют молоко.

Патогенные стафилококки продуцируют энтеротоксины. Они могут накапливаться в продуктах уже при 15-16 °С. При 37 °С в заварном креме токсин накапливается через 4 часа, в мясном фарше - за 8 часов, в готовых котлетах при комнатной температуре - за 3 часа. Образовавшийся энтеротоксин очень устойчив к нагреванию (выдерживает кипячение в течение 2 часов), к низким температурам. Выработка токсина замедляется при содержании в субстрате от 7 до 12 % NaCl.

Среди неспорообразующих микроорганизмов стафилококки наиболее устойчивы к высушиванию, замораживанию, действию солнечного света,

химическим веществам. В высушенном состоянии они сохраняются более 6 месяцев. При $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ в тушках птиц стафилококки сохраняют жизнеспособность и токсигенность в течение 35 месяцев, несколько часов выдерживают действие прямых солнечных лучей. При нагревании до $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ стафилококки живут более 1 часа, при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ погибают за 10-60 минут, при кипячении - мгновенно (за исключением энтеротоксина), 5 % раствор фенола вызывает их гибель через 15-30 минут.

Сахар угнетает развитие стафилококков только при высоких концентрациях - 30-40 % и более. Неблагоприятное влияние на них оказывает кислая среда, ограниченный доступ воздуха, присутствие обильной посторонней микрофлоры.

Стафилококки резистентны к антибактериальным препаратам, но очень чувствительны к анилиновым красителям, особенно к бриллиантовому зеленому, а также таким антибактериальным веществам как фенолы, галогены (хлор, йод), и их производные.

Патогенные стафилококки вызывают у человека и животных различные гнойно-воспалительные процессы: абсцессы, пневмонии, конъюнктивиты и т.д. Источниками обсеменения молока патогенными стафилококками могут быть люди с гнойничковыми поражениями кожи (фурункулами, абсцессами, нагноившимися ранами и царапинами), а также больные ангиной. Такие люди не должны допускаться к работе на пищевых предприятиях.

В связи с тем, что основным источником обсеменения сборного молока стафилококками является молоко, полученное от коров, больных маститом, необходимо выявлять больных животных, особенно с субклиническими формами маститов, и не допускать смешивания маститного и сборного молока.

В целом профилактика пищевых интоксикаций стафилококковой этиологии сводится к предотвращению обсеменения продуктов патогенными стафилококками, а также к недопущению нарушения сроков реализации готовой продукции.

7.3.3 Бактерии рода стрептококкус (*streptococcus*)

Первым их выделил и определил патогенность для человека Луи Пастер в 1880 году.

Род представлен 38 видами, которые с учетом экологических, ферментативных и других особенностей подразделены на четыре условные группы: **пиогенные**, или гноеродные (всего 8 видов), **стрептококки ротовой полости** (всего 18 видов), **анаэробные стрептококки** и группа **другие стрептококки** (всего 8 видов).

Патогенные стрептококки чаще обуславливают маститы, гнойно-воспалительные процессы, сепсис, острые и хронические инфекционные болезни. Причиной пищевых токсикозов являются в основном возбудители маститов.

Патогенные стрептококки образуют такие же токсины, что и патогенные стафилококки, однако, пищевые токсикозы стрептококковой этиологии встречаются крайне редко.

Стрептококки представляют собой неподвижные, грамположительные кокки, имеющие форму шара диаметром 0,8-1 мкм. Спор и капсул, как правило, не образуют. В процессе деления формируют короткие или длинные цепочки.

Стрептококки плохо растут на обычных питательных средах. Их культивируют на средах с добавлением сыворотки крови и глюкозы. На МПА вырастают точечные беспигментные колонии, на МПБ вызывают небольшое помутнение и образование осадка.

Патогенные стрептококки проявляют минимальную биохимическую активность. Они относительно резистентные микроорганизмы. В высушенном состоянии могут сохраняться в течение 4-6 месяцев. Под действием прямых солнечных лучей погибают через 2-3 часа, 3-5 % раствор фенола, 2 % раствор формалина убивают стрептококки через 15 минут. При кипячении погибают немедленно, режимы пастеризации их обезвреживают.

Источником пищевых отравлений стрептококковой этиологии могут служить продукты, полученные от животных, больных маститом и септициемией, а также продукты питания, загрязненные лицами, имеющими гнойничковые заболевания.

Методы профилактики стрептококковой интоксикации сводятся к предотвращению обсеменения продуктов патогенными стрептококками, а также к недопущению нарушения сроков реализации готовой продукции.

8 Микробиология сырого молока

Молоко – это биологическая жидкость, секретлируемая молочной железой млекопитающих через 5-7 суток после родов и физиологически предназначенная для питания новорожденных.

Наибольшее распространение в питании людей получили молоко коровье и продукты его переработки. Состав основных компонентов коровьего молока колеблется в следующих пределах: белок – 2,7-3,7 %, жир – 2,7-6,0 %, молочный сахар – 4,0-5,6 %, минеральные вещества – 0,6-0,85 %. Парное молоко содержит все витамины и микроэлементы, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма.

Сырым называют свежеполученное молоко, не подвергавшееся тепловой обработке.

8.1 Источники первичного обсеменения молока

Известны два пути обсеменения молока микроорганизмами: эндогенный и экзогенный. При эндогенном пути молоко обсеменяется микроорганизмами непосредственно в вымени животных. Экзогенное обсеменение происходит из внешних источников: кожи животного, подстилочных материалов, кормов, воздуха, воды, доильной аппаратуры и посуды, рук и одежды работников молочной фермы.

Эндогенное обсеменение. В вымени животного всегда содержатся микробы. Внутрь вымени они проникают через каналы сосков. В железистой части вымени микроорганизмы могут находиться непостоянно и в единичном количестве клеток. В выводных протоках и молочной цистерне количество бактерий может достигать несколько десятков или сотен клеток в 1 см^3 . Как только микробы попадают в вымя, они подвергаются бактерицидному действию ткани вымени и основная их масса погибает, сохраняются лишь стойкие формы. К ним относятся энтерококки, микрококки, иногда маститные стрептококки и др.

Молоко вымени, получаемое стерильно не через сосковый канал, называют асептическим. Оно содержит десятки – сотни клеток микробов в 1 см^3 .

У старых коров микробов в вымени содержится больше, чем у молодых.

Здоровый сосковый канал защищает вымя от внешней среды благодаря анатомическому строению. Кроме того, слизистая оболочка соскового канала, синтезирующая свободные жирные кислоты оказывает бактерицидное воздействие. Секрет соскового канала содержит также фосфолипиды, убивающие маститные стрептококки и другие микроорганизмы. При нарушении защитных функций соскового барьера микроорганизмы, постоянно находящиеся в сосковом канале, могут попадать в вымя и там размножаться.

У входа в сосковый канал в каплях молока, оставшихся от предыдущей дойки, постоянно размножаются микроорганизмы, образуя так называемую бактериальную пробку, в которой количество бактерий достигает сотен – тысяч клеток в 1см^3 молока. Поэтому перед дойкой первые струйки молока необходимо сдаивать в отдельную посуду, т.е. бактериальные пробки не должны попадать в общую массу молока.

Эндогенное обсеменение молока вымени может происходить также при маститах, септических инфекционных болезнях, травмах и воспалительных процессах соскового канала и вымени.

Экзогенное обсеменение. Важнейшим источником бактерий сырого молока является **кожа животного**, и особенно кожа вымени и сосков, на которые надевают доильные стаканы.

Молочная плёнка, образующаяся в процессе доения между кожей сосков и доильными стаканами, наличие на коже грубых и мелких складок, а также относительно высокая температура создают благоприятные условия для развития микрофлоры. Она состоит из микрококков, энтерококков, кишечных палочек и других сапрофитов, а также патогенных и нежелательных для производства молока микроорганизмов.

Особенно обильным источником микрофлоры кожи являются **фекалии животного**, в 1г которых содержатся десятки миллиардов бактерий.

Подстилочные материалы из соломы и сена являются существенным источником загрязнения кожного покрова животного, а затем и молока кишечными палочками, маслянокислыми бактериями, энтерококками, гнилостными спорообразующими бактериями, дрожжами, плесенями, молочнокислыми бактериями и др.

В **кормах** также содержится много разнообразных микроорганизмов. В свежескошенной траве больше молочнокислых бактерий, в грубых кормах – гнилостных спорообразующих аэробных бацилл. В кормах содержатся пропионовокислые, уксуснокислые бактерии, актиномицеты, дрожжи и прочие.

Кормление коров прокисшими или смешанными с землёй кормами, плохим силосом или кислой бардой вместе с недостатками в гигиене содержания животных ведёт к загрязнению молока.

Недоброкачественный корм вызывает у коров понос, а молоко загрязняется бактериями через содержимое кишечника, в 0,1г которого содержится от 10 000 до 100 000 бактерий.

Часто выделяющиеся у коров сальмонеллы имеются только в сыром молоке, так как энтеробактерии уничтожаются при пастеризации.

Молоко в настоящее время получают и хранят преимущественно в замкнутых системах, сырое молоко загрязняется в основном при ручном доении. Однако в стыках молокопроводов всегда подсасывается наружный воздух.

Общее количество микроорганизмов **в воздухе** составляет 300-1500 клеток в 1м^3 . Содержание микробов в воздухе в течение одного дня сильно меняется. Во время раздачи и приёма корма количество микробов воздуха

достигает максимальной величины. Состав микрофлоры воздуха представлен чаще микрококками, сарцинами, клетками дрожжей и спорами плесеней.

Вода, отвечающая требованиям стандарта на питьевую воду и применяемая для мытья молочной посуды и аппаратуры, содержит незначительное количество микроорганизмов. Вода открытых водоёмов или загрязнённая вода содержит флюоресцирующие палочки, кокковую микрофлору, кишечные палочки, гнилостные бактерии.

Доильные установки и резервуары для хранения молока являются основным источником заражения молока психрофильными бактериями, в основном псевдомонасы, которые интенсивно размножаются в молочно – водной среде на плохо вымытых и дезинфицированных установках, находясь в активной фазе размножения. В плохо вымытой и непросушенной аппаратуре размножаются также молочнокислые бактерии, кишечные палочки, микрококки, гнилостные микроорганизмы и др.

Руки и одежда работников ферм могут стать источником обсеменения молока возбудителями (кишечными палочками, стафилококками, стрептококками и др.) различных болезней. Работники ферм, соприкасающиеся с молоком, обязаны строго выполнять правила личной гигиены, предупреждающие обсеменение молока микроорганизмами.

8.2 Изменение микрофлоры молока при хранении

Микрофлора молока при хранении непрерывно изменяется. Характер этих изменений зависит от температуры и продолжительности хранения молока, а также от степени обсеменения и состава микрофлоры. Размножающаяся и накапливающаяся в процессе хранения молока микрофлора называется вторичной. Изменение вторичной микрофлоры происходит по определённым закономерностям.

Существуют так называемые естественные фазы микрофлоры молока, изученные С.А. Королёвым: бактерицидная фаза, фаза смешанной микрофлоры, фаза молочнокислых бактерий, фаза дрожжей и плесеней.

8.2.1 Бактерицидная фаза

Время, в течение которого микроорганизмы не развиваются в свежесвыдоенном молоке и даже частично отмирают, называют бактерицидной фазой. Бактерицидные свойства молока обусловлены присутствием в нём лизоцимов, антител и лейкоцитов.

Лизоцимы представляют собой вещества белковой природы (ферменты), образующиеся в организме животного и обладающие бактерицидным и бактериостатическим действием по отношению ко многим видам бактерий. Большое количество лизоцимов находится в различных жидкостях организма: слёзной жидкости, слюне, слюнномозговой жидкости, молоке и особенно в молозиве и околоплодной жидкости.

В молоке коров находится четыре группы лизоцимов: лизоцим М (молока), лизоцим В (вымени), лизоцим О (основной), лизоцим Т (термостабильный). Они вырабатываются молочной железой или поступают в молоко из крови. При пастеризации молока лизоцимы (кроме термостабильного) инактивируются.

Наибольшей бактерицидной активностью отличается лизоцим М. Он действует губительно на патогенных стафилококков, маститного стрептококка, сальмонелл, кишечных палочек, возбудителя сибирской язвы и др., особенно грамположительных микроорганизмов. Отсутствие лизоцима М в свежесвыдоенном молоке свидетельствует о заболевании молочной железы; такое молоко является биологически неполноценным, так как в нём беспрепятственно могут размножиться многие виды микроорганизмов.

В молоке, содержащем большое количество микроорганизмов, лизоцимы быстро расходуется и скоро утрачивают своё антибактериальное действие.

Антитела – гамма-глобулины, образующиеся в макроорганизме в ответ на введение в него микроорганизмов, их продуктов обмена или других чужеродных белковых веществ. Антитела являются термолабильными, т.е. они разрушаются при пастеризации молока.

Лейкоциты (фагоциты) – клеточные элементы крови макроорганизма, способные активно поглощать и растворять живые и убитые микроорганизмы. Они всегда содержатся в небольшом количестве в молоке, выполняя защитную антибактериальную функцию.

При воспалении молочной железы количество лейкоцитов в молоке увеличивается в сотни раз, что является диагностическим признаком ранних форм маститов.

При тепловой обработке молока лейкоциты уничтожаются.

Продолжительность бактерицидной фазы имеет большое значение в сохранении хорошего качества молока. Она зависит от температуры хранения молока, степени его обсеменения, состава микрофлоры и индивидуальных особенностей дойных коров.

Особенно большое влияние на продолжительность бактерицидной фазы оказывает температура хранения молока. Чем она выше, тем короче бактерицидная фаза:

Температура хранения молока, °С	37	30	25	10	5	0
Продолжительность бактерицидной фазы, ч	2	3	6	24	36	48

Чем больше микроорганизмов в молоке, тем менее продолжительна бактерицидная фаза. При увеличении концентрации бактерий в молоке на несколько тысяч клеток при одной и той же температуре хранения продолжительность бактерицидной фазы сокращается в два раза.

Таким образом, существует два пути увеличения продолжительности бактерицидной фазы: получение бактериального чистого молока и его немедленное охлаждение до низких плюсовых температур.

8.2.2 Фаза смешанной микрофлоры

По окончании бактерицидной фазы начинается ничем не задерживаемое размножение всех групп микроорганизмов, находящихся в молоке. Эта фаза является периодом наиболее быстрого размножения микрофлоры. Она продолжается от 12ч до 1-2 суток. В течение этого периода микрофлора молока возрастает от немногих тысяч микробов, которые оно имеет к концу бактерицидной фазы, до сотен миллионов.

В зависимости от температуры хранения в данной фазе в молоке может развиваться микрофлора 3 типов: криофлора (флора низких температур), мезофлора (флора средних температур) и термофлора (флора высоких температур).

Криофлора развивается при хранении молока в охлажденном состоянии при температуре от 0 до 10 °С. В этих условиях микроорганизмы размножаются очень медленно. Например, при температуре 4,5 °С накопление биомассы за 24 ч составляет 9 %. Однако в условиях длительного хранения молока даже при температуре около 0 °С количество бактерий заметно возрастает и через несколько дней может достигнуть десятков и сотен миллионов в 1см³. Это пептонизирующие и гнилостные бактерии, разлагающие белки и жир. В количественном соотношении ведущее место занимают микрококки, затем флюоресцирующие бактерии и спорообразующие гнилостные бактерии.

Мезофлора развивается при хранении молока в температурных пределах от 10 до 35 °С, т.е. при хранении молока без охлаждения. При этом характерны быстрое размножение микроорганизмов и неуклонное нарастание количества молочнокислой микрофлоры, которая в конце концов получает решительный перевес над остальными микроорганизмами, чем и обусловлен переход к следующей фазе – фазе молочнокислых бактерий. Но в составе микрофлоры, особенно в начальной стадии смешанной микрофлоры, развиваются бактерии группы кишечных палочек, флюоресцирующие и другие гнилостные бактерии, ухудшающие качество молока. Поэтому надо стремиться к тому, чтобы молоко вообще не находилось в фазе смешанной микрофлоры. В неконтролируемых условиях фаза смешанной микрофлоры продолжается одни сутки, реже – двое.

Термофлора развивается при температуре 40-45 °С. Практически это наблюдается в сыроделии при выработке сыров с высокой температурой второго нагревания. При 40-45 °С в молоке развиваются термофильные молочнокислые палочки и термофильные стрептококки.

8.2.3 Фаза молочнокислых бактерий

Эта фаза начинается с момента заметного нарастания молочнокислых бактерий в молоке (кислотность около 60 °Т и свыше 50 % молочнокислых

стрептококков от общего количества бактерий). В дальнейшем с накоплением молочной кислоты молочнокислые бактерии замедляют темп своего размножения, а остальные группы микроорганизмов постепенно отмирают.

Наиболее чувствительными к повышению кислотности являются флюоресцирующие бактерии, за ними погибают гнилостные микроорганизмы, далее – микрококки, а также бактерии группы кишечных палочек, дольше всех выдерживающие нарастание кислотности среди немолочнокислых бактерий. Молочная кислота не является губительным фактором для спор дрожжей и плесеней, находящихся в молоке.

Следовательно, в течение молочнокислой фазы происходит как бы самоочищение молока почти от всех групп микроорганизмов, кроме молочнокислых бактерий, количество которых к концу фазы приближается к 100 % всей микрофлоры.

Первоначально в фазе молочнокислых бактерий преобладают молочнокислые стрептококки, максимальное количество которых (до 2 млрд. в 1 см³) накапливается через 1-2 суток. При этом предельная кислотность достигает 120 °Т и наблюдается массовое отмирание стрептококков. Молочнокислые палочки, как более кислотоустойчивые, продолжают размножаться, и уже на 4-е сутки их количество превышает количество стрептококков, а через 7 суток увеличение достигает почти 100 %. В дальнейшем после возрастания кислотности до 250-300 °Т происходит отмирание и молочнокислых палочек.

Продолжительность молочнокислой фазы очень велика, она может длиться месяцами без каких-либо заметных изменений в микрофлоре. Это объясняется наличием молочной кислоты, которая подавляет развитие микроорганизмов. Молочнокислую фазу можно назвать также фазой консервирования молока. Однако через некоторое время возникают новые микробиологические процессы – развиваются дрожжи и плесени.

Фаза молочнокислых бактерий – это то состояние молока, в котором оно перестаёт быть собственно молоком, а является кисломолочным продуктом. Молоко в начале этой стадии иногда можно использовать в производстве сыра или масла.

8.2.4 Фаза развития дрожжей и плесеней

Эта фаза является заключительной. К её концу наступает почти полная минерализация молока. Но происходит это постепенно, в течение многих недель.

Ещё во время молочнокислой фазы на поверхности сгустка образуются отдельные островки молочной плесени (*Geotrichum lactis*), постепенно смыкающиеся в сплошную белую пушистую плёнку. Затем дрожжи вида *Candida mycoderma*. Позже появляются плесени родов *Penicillium* и *Aspergillus*.

Внешний вид и качество молока в это время изменяются сравнительно слабо. Появляются прогорклый вкус, особенно в сметане. Появляются плес-

невый и дрожжевой привкусы. Под плёнкой появляются признаки пептонизации в виде слоя полупрозрачной жидкости светло-желтого или тёмно-бурого цвета.

По мере распада белка реакция среды становится щелочной, в результате чего создаются условия для развития гнилостных бактерий.

8.3 Пороки сырого молока

Под пороками молока понимают необычные, исключительные отклонения свойств молока от нормы.

Пороки возникают при нарушении санитарно-гигиенических правил получения, первичной обработки и нарушении режимов хранения молока. Условно пороки молока подразделяют на пороки консистенции, вкуса, запаха, цвета и пороки смешанного характера.

Пороки консистенции. Ослизнение и тягучесть молока – один из распространённых пороков консистенции. Различают ослизнение без заметного нарастания кислотности и ослизнение с повышением кислотности.

Ослизнение без нарастания кислотности вызывается бесспорной палочкой *Bact. lactis viscosum*. Так как кислотность молока не повышается, то оно не свёртывается, а приобретает лишь тягучесть, особенно на поверхности. Затем наблюдается пептонизация – появляется полупрозрачный отстой буроватой сыворотки. Молоко приобретает горький вкус, оно свёртывается при нагревании.

Возникновению порока способствует задержка кисломолочного процесса и длительное хранение молока при температуре ниже 10 °С.

Ослизнение с повышением кислотности обусловлено развитием слизеобразующих штаммов *Lac. cremoris* и *Lbm. acidophilum*. Порок возникает при хранении молока при температуре выше 10 °С.

Преждевременное свёртывание проявляется при нагревании молока, имеющего нормальную или незначительно повышенную кислотность. Возбудителями этого порока в сыром молоке являются микрококки и маммококки, выделяющие протеолитические ферменты типа сычужного, которые и обуславливают порок. Причиной порока может быть также примесь молозива в молоке.

Пороки вкуса и запаха. Горький вкус возникает при длительном хранении молока при низких температурах (ниже 10 °С). Причиной порока является пептонизация молока, вызываемая маммококками (*Ent. liguefaciens*) и гнилостными микроорганизмами, разлагающими белки до пептонов, имеющих горький вкус.

Прогорклый вкус связан с изменениями жира. Возбудителями порока являются главным образом флюоресцирующие палочки и другие виды, обладающие липолитической активностью. Порок обусловлен накоплением в молоке продуктов разложения жира – альдегидов, кетонов, масляной кислоты.

Мыльный, щелочной вкус возникает при долговременном хранении охлаждённого молока. Причинами порока являются бактериальное разложение белков и омыление жира, вызываемые гнилостными неспорообразующими палочками *Bact. lactis saponacei* и *Bact. saprolacticum*, оптимальной температурой развития которых является температура 10 °С.

Несвойственные молоку запахи (навозный, травяной, репный, сырный, тухлый и др.) возникают при развитии кишечных и флюоресцирующих палочек, которые разлагают азотистые вещества с образованием летучих продуктов с разнообразными запахами.

Пороки цвета. Синее молоко возникает через 24-72 часа при хранении молока при температуре 20-25 °С или же при длительном хранении молока при температуре ниже 10 °С. Синяя окраска молока наблюдается только на его поверхности. Возбудителем порока является синегнойная палочка *Ps. aeruginosa*.

Красное молоко возникает при развитии в охлаждённом молоке чудесной палочки *Serratia marcescens*, образующей на поверхности молока красные пятна. Порок необходимо отличать от крови, попадающей в молоко при маститах, – кровь оседает на дно сосуда.

Желтое молоко встречается очень редко, при длительном хранении охлаждённого молока при температуре ниже 10 °С. Возбудителем порока является грамотрицательная подвижная палочка *Bact. synxathum*.

Порок смешанного характера. Бродящее молоко – выражается в усиленном выделении газов, образующих пену со слоем сливок. Он относится к наиболее распространённым порокам. Возбудителями являются три группы микроорганизмов: кишечные палочки, дрожжи и маслянокислые бактерии.

Одновременно с газообразованием возникают и различные запахи: навозный, спиртовой, дрожжевой, масляной кислоты.

8.4 Микробиологический контроль сырого молока

Поступающее на переработку сырое молоко и сливки исследуют по редуктазной пробе. Наличие редуктазы устанавливают реакцией с метиленовым голубым или резазурином. Этот метод косвенно определяет общую бактериальную обсеменённость в молоке. Он основан на восстановлении указанных красителей окислительно-восстановительными ферментами – дегидразами (по прежней классификации – редуктазами), выделяемыми в молоко микроорганизмами. По продолжительности обесцвечивания красителей определяют ориентировочное количество бактерий в сыром молоке.

В сыром молоке также определяют наличие ингибирующих веществ.

Их в молоке определяют с индикаторами резазурином или метиленовым голубым с добавлением в исследуемое молоко культуры термофильного стрептококка.

Метод основан на восстановлении красителей при развитии в молоке чувствительных к ингибирующим веществам микроорганизмов вида *Str. thermophilus*.

При отсутствии в исследуемом молоке ингибирующих веществ происходит размножение термофильного стрептококка и обесцвечивание красителя, поэтому молоко будет иметь белый цвет.

При наличии ингибирующих веществ в молоке термофильный стрептококк не размножается, индикатор не обесцвечивается и молоко остаётся окрашенным (сине-фиолетовая или голубая окраска).

Редуктазную пробу и определение ингибирующих веществ проводят один раз в декаду. Исследуют молоко каждого поставщика.

Для производства стерилизованного молока должно направляться сырое молоко высшего и I класса. Кроме того, один раз в 10 дней в этом молоке контролируют содержание спор мезофильных аэробных микроорганизмов. Количество спор этих бактерий не должно превышать 100 клеток в 1 см³.

Для установления количества спор мезофильных аэробных микроорганизмов производят посев предварительно прогретого при 90 °С в течение 10 минут определённого количества молока или сливок в плотную питательную среду. Посевы культивируют при 30°С в течение 3 суток, после чего подсчитывают все видимые колонии, характерные для спорообразующих бактерий.

8.5 Требования, предъявляемые к молоку при приемке

Молоко, поступающее на предприятие для переработки, должно соответствовать ряду требований.

Оно должно быть получено от здоровых животных из хозяйств, благоприятных в ветеринарно-санитарном отношении.

От животных, больных зооантропоznыми заболеваниями, молоко можно принимать только с разрешения ветеринарно-санитарного надзора.

Непригодно для переработки молоко, полученное от животных, подвергшихся лечению антибиотиками, молозиво (полученное в первые 7 дней после отёла), а также стародойное молоко, полученное в последние 7 дней перед отёлом. Не подлежит приёмке молоко, содержащее примесь маститного молока.

Согласно стандарту молоко, поступающее на предприятие, должно быть цельным, свежим, чистым, без посторонних привкусов и запахов, не замороженным, плотностью не менее 1,027 г/см³. По внешнему виду и консистенции оно должно представлять собой однородную жидкость от белого до светло – желтого цвета, без осадков и хлопьев.

В соответствии с требованиями стандарта молоко, поступающее на предприятие, оценивают по результатам пробы на редуктазу, титруемой кислотности и содержанию механических примесей, а также по содержанию соматических клеток в молоке.

Воспалительные изменения в вымени всегда сопровождаются увеличением количества лейкоцитов. Повышение содержания соматических кле-

ток, особенно лейкоцитов в молоке свидетельствует о том, что молоко получено из больного вымени.

В зависимости от полученных показателей молоко подразделяют на высший, первый и второй сорта (таблица 8.1).

Таблица 8.1 - Характеристика заготавливаемого молока

Показатель	Высший сорт	I сорт	II сорт
Кислотность, °Т	16-18	16-18	16-20
Степень чистоты по эталону, не ниже группы	I	I	II
Бактериальная обсемененность, тыс/см ³	до 300	300-500	500-4000
Содержание соматических клеток, тыс/см ³ , не более	500	1000	1000

Молоко, не соответствующее требованиям II сорта, но с кислотностью не выше 21 °Т, степенью чистоты не ниже II группы и бактериальной обсемененностью не более III класса принимают как несортное.

9 Микробиология питьевого молока

Основными технологическими процессами производства питьевого молока и сливок являются нормализация, пастеризация, гомогенизация, стерилизация молока, разлив и хранение его до реализации. Нормализация и гомогенизация могут способствовать вторичному обсеменению молока и сливок, если они проводятся после пастеризации.

9.1 Способы снижения бактериальной обсемененности молока

Поступившее на предприятие молоко подвергается различным технологическим приемам, направленным на уменьшение в нем содержания микроорганизмов. Наиболее часто используют очистку молока, охлаждение, тепловую обработку.

9.1.1 Очистка

Для очистки молока от механических примесей применяют фильтрацию и центрифугирование. Лучшие результаты достигаются центрифугированием на сепараторах-молокоочистителях.

Наибольшая степень очистки достигается при бактофугировании, которая осуществляется на специальных сепараторах-бактериоотделителях, так называемых бактофугах, при частоте вращения барабана 14-16 тыс. об/мин. При этом из молока удаляется до 90% всех микроорганизмов. Споры бацилл и клостридий в процессе бактериоотделения удаляются из молока легче, чем микроорганизмы в вегетативной форме, что объясняется их более высокой плотностью. Однако имеются микроорганизмы, плотность которых соответствует плотности молока. В этом случае при бактериоотделении удалить их из молока невозможно.

Для более полного удаления микроорганизмов применяют комбинированную обработку молока, сочетая бактофугирование с пастеризацией. При этом из молока удаляют до 99,9 % бактерий. Комбинированный метод очистки используют при выработке питьевого молока, детских смесей, диетических молочных продуктов, сыров, сгущенного стерилизованного и сухого молока.

9.1.2 Охлаждение

До переработки молоко должно храниться в охлажденном состоянии при температуре до 2-4 °С. Целью охлаждения молока является создание условий, значительно замедляющих развитие в нем микроорганизмов. При температуре 2-4 °С развитие большинства микроорганизмов в молоке приостанавливается, однако могут размножаться психрофильные бактерии рода *Pseudomonas*, особенно флюоресцирующая палочка и некоторые другие. В

связи с этим молоко может храниться при температуре без изменения качества не более 2 суток.

9.1.3 Тепловая обработка

Целью тепловой обработки является уничтожение патогенных микроорганизмов, а также инактивация ферментов, снижающих стойкость молока и вызывающих в дальнейшем пороки молочных продуктов.

В молочной промышленности используют два основных вида тепловой обработки молока нагреванием: пастеризацию и стерилизацию.

Пастеризация – это тепловая обработка молока при температурах ниже температуры его кипения. Она направлена на уничтожение вегетативных форм бактерий. Основой такой обработки послужили исследования Пастера по термическому обезвреживанию возбудителей порчи вина и пива. Поэтому процесс назван по имени ученого.

В зависимости от режимов пастеризация может быть **длительной** – при температуре 63-65 °С с выдержкой 30 мин, **кратковременной** – при температуре 72-76 °С с выдержкой 15-20 с и **моментаальной** – при температуре 85 °С без выдержки. Основным критерием надежности режимов пастеризации служит уничтожение возбудителя туберкулеза, являющегося наиболее устойчивым среди патогенных неспорообразующих бактерий.

Установлено, что разрушения фосфатазы молока происходит после отмирания неспорообразующих патогенных бактерий. Например, при температуре 75 °С возбудитель туберкулеза погибает через 10-12 с, а фосфатаза при этой температуре разрушается только через 23 с. поэтому считают, что если реакция на фосфатазы отрицательная, то в пастеризованном молоке погибли все неспорообразующие патогенные бактерии.

Фосфатазная проба используется для определения эффективности как высокой, так и низкой пастеризации. Реакция на фосфатазу позволяет определить добавление к пастеризованному молоку сырого в количестве 2 % и выше.

Фосфатаза разрушается полностью при нагревании до 63 °С в течение не менее 30 мин (даже 20-минутное нагревание при 63 °С не разрушает полностью фермент) или при температуре выше 72 °С с выдержкой 20 с. Фосфатаза отщепляет фосфор от фенолфталеинфосфата натрия, который прибавляют к молоку в виде бесцветного щелочного раствора. Фенолфталеин, освобожденный от фосфата, в щелочной среде дает розовое окрашивание, что указывает на наличие фермента, а следовательно и на недостаточную степень пастеризации молока.

Эффективность пастеризации зависит от температуры, продолжительности воздействия, степени бактериальной обсемененности молока и качественного состава микрофлоры.

Микрофлора, которая остается в молоке после пастеризации, называют остаточной микрофлорой пастеризованного молока. Характер остаточной микрофлоры зависит в первую очередь от режимов пастеризации. Так, мик-

рофлора молока, пастеризованного при 85 °С без выдержки, состоит из термоустойчивых молочнокислых палочек и бактериальных спор. При кратковременной и длительной пастеризации в качестве остаточной микрофлоры преобладают термофильные молочнокислые стрептококки и палочки, энтерококки, микрококки, бактериальные споры, бактериофаги.

Количество оставшихся бактерий при высокой эффективности пастеризации составляет 0,01 % исходного содержания бактерий в молоке, при низкой эффективности пастеризации – 1,5-2 %.

Эффективность пастеризации считают удовлетворительной, если количество остаточной микрофлоры составляет не более 0,1 % и отсутствует *E.coli* в 10см³ пастеризованного молока.

Молоко после пастеризации и охлаждения поступает к разливающим агрегатам и емкостям, при этом оно может дополнительно обсеменяться бактериями группы кишечных палочек, психротрофными бактериями, мезофильными молочнокислыми стрептококками, термоустойчивыми палочками, иногда могут попадать дрожжи и уксуснокислые бактерии. Эта микрофлора вместе с остаточной микрофлорой молока после пастеризации составляет микрофлору пастеризованного молока.

Тепловая обработка влияет на физико-химический состав молока. Так, в молоке, подвергнутом длительной пастеризации в течение 30 мин при температуре 65 °С, молекулы казеина укрупняются, вследствие чего казеин становится менее доступным для ферментов микроорганизмов. Этим объясняется тот факт, что молочнокислые бактерии хуже всего развиваются в молоке, подвергнутом длительной пастеризации.

Молоко для заквасок пастеризуют при 92-95 °С с выдержкой 20-30 мин. При таком режиме уничтожаются все вегетативные формы и бактериофаги и в молоке остаются только споры бактерий.

В сыроделии режимы пастеризации выбирают с таким расчетом, чтобы уничтожить патогенные и газообразующие бактерии группы кишечных палочек: температура 72-74 °С с выдержкой 15-20 с.

При производстве питьевого молока наиболее распространенным режимом является пастеризация при температуре 76 °С с выдержкой 20 с. Пастеризованное молоко фасуют в стеклянные бутылки, бумажные пакеты с полимерным покрытием, полиэтиленовые пакеты вместимостью 0,25; 0,5 и 1л. Пастеризованное молоко хранят при температуре 0-8 °С в течение не более 36ч с момента окончания технологического процесса.

При сильном обсеменении сырого молока ($>10^6$ в 1см³) эффективность пастеризации снижается, поэтому применяют более жесткий режим пастеризации: температура 75-77 °С и выдержка до 35 с.

Для питьевых сливок режим пастеризации установлен 80-87 °С с выдержкой 15-30 с. Это объясняется тем, что жир оказывает защитное действие на микроорганизмы.

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

В процессе стерилизации более существенно изменяются физико-химические свойства молока. Стерилизованное молоко теряет способность свертываться под действием сычужного фермента, в нем частично разрушаются витамины, может произойти диспергирование молочного жира, молоко приобретает кремовый цвет. Стерилизованное молоко выдерживает длительное хранение в неохлажденных камерах и длительные перевозки на большие расстояния.

В настоящее время, стерилизованное молоко получают в основном двумя способами: однократной стерилизацией в потоке и двухступенчатым способом.

Наиболее современным и распространенным способом производства стерилизованного молока является способ однократной стерилизации в потоке с последующим асептическим разливом, при котором молоко после общих предварительных операций подвергают обработке при 140-150 °С в течение 4-8 с. Молоко охлаждают до 20 °С, а затем асептически разливают в пакеты из бумаги или полиэтилена. Бумага должна храниться при строгом санитарном режиме и иметь не более 10 колониеобразующих микроорганизмов на 100см² площади. Гарантийный срок хранения стерилизованного молока в пакетах при температуре не выше 20 °С составляет 10 сут. Продукт практически не изменяет органолептических и физико-химических свойств в течение 30 сут.

При двухступенчатом способе стерилизации молоко после общих предварительных операций подвергают тепловой обработке при 140 °С в течение 20 с, охлаждают до 35-40 °С, разливают в бутылки, укупорируют и вторично стерилизуют в башенном стерилизаторе при температуре 116-118 °С в течение 12-16 мин.

Производство стерилизованных сливок осуществляется по схеме выработки молока при двухступенчатом режиме стерилизации. Срок хранения стерилизованных сливок до реализации составляет не более 30 дней при температуре не выше 20 °С.

9.2 Пороки питьевого молока

В питьевом молоке при нарушении режимов производства и сроков хранения могут появляться различные пороки, обусловленные составом его микрофлоры. Их условно можно разделить на пороки консистенции, вкуса и пороки смешанного характера.

Пороки консистенции

Свертывание молока без повышения кислотности обусловлено развитием спорообразующих мезофильных гнилостных микроорганизмов группы *Bac.sublitis*, а также термофильных бацилл - *Bac.circulans* и *Bac.coagulans*. Порок может возникать также за счет термостойких ферментов психрофильных бактерий, накапливающихся в сыром молоке в процессе длительного хранения при низких температурах.

Кислотное свертывание молока возникает при негерметичном уку-поривании, а также при нарушении режимов тепловой обработке молока. Порок обусловлен развитием термоустойчивых и других молочнокислых бактерий при хранении продукта в обычных условиях.

Пороки вкуса

Горький вкус вызывается пептонами, образующимися при развитии протеолитических микроорганизмов. Горький вкус, возникающий с изменением консистенции (свертывание, пептонизация), обусловлен развитием спорообразующих мезофильных гнилостных микроорганизмов, а также термофилами *Bac.circulans* и *Bac.coagulans*.

Горький вкус без изменения консистенции молока вызывают *Bac.stearothermophiliss* и другие термофильные бациллы.

Прогорклый вкус появляется в результате развития маслянокислых бацилл, разлагающих жир и белок молока с образованием масляной кислоты, альдегидов и кетонов.

Порок смешанного характера

Порок имеет название «бродящее молоко». Его вызывают газообразующие анаэробные клостридии, особенно *Cl.perfringens*, отличающийся интенсивностью размножения и обильным газообразованием.

9.3 Контроль производства пастеризованного молока

В питьевом молоке и сливках (готовом продукте) выборочно от одной-двух партий не реже одного раза в 5 дней определяют общее количество бактерий (КОЕ) и наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП). Пастеризованное молоко и сливки должны соответствовать требованиям Санитарных правил и норм (СанПин 2.3.2 560-96), представленным в таблице 9.2.

Таблица 9.2 - Микробиологические нормативы цельномолочной продукции

Продукт	КОЕ в 1см ³ , не более (тыс.)	Количество продукта (г/см ³), в котором не допускаются		
		БГКП	Патогенные микроорганизмы	
			<i>Staph.aureus</i>	Сальмонеллы
Молоко пастеризованное: группа А	50	1,0	-	25
Группа В	100	0,01	0,1	25
Во флягах и цистернах	200	0,01	-	25
Сливки (пастеризованные) группа В в потребительской таре	200	0,01	-	25

Кроме определения показателя КОЕ и количества БГКП проводится анализ на патогенные микроорганизмы в порядке государственного санитарного надзора санитарно-эпидемиологическими станциями. Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, не допускаются в 25 см³ пастеризованного молока и в 50 см³ пастеризованного молока, предназначенного для детских учреждений.

Количество золотистого стафилококка нормируется для пастеризованного молока группы В. Он не должен обнаруживаться в объеме 0,1 см³ продукта.

Эффективность пастеризации молока и сливок контролируют вне зависимости от количества готовой продукции не реже одного раза в декаду. Для этого 10 см³ молока, отобранного после секции охлаждения, засевают в 50 см³ среды Кесслер. Бактерии группы кишечных палочек не должны обнаруживаться в указанном объеме молока, проба на фосфатазу должна быть отрицательной. Общее количество бактерий, в 1 см³ молока, отобранного после секции охлаждения пастеризатора, не должно превышать 10 тыс. Если эффективность пастеризации недостаточна, пастеризационная установка должна быть остановлена и выявлена причина снижения эффективности пастеризации. После пуска пастеризатора вновь необходимо проверить эффективность пастеризации трижды – до получения устойчивых положительных результатов.

При **контроле технологического процесса** исследуют пробы молока и сливок до пастеризации один раз в месяц, после пастеризации – 1 раз в декаду, во время разлива, готовую продукцию – не реже 1 раза в 5 дней.

Параллельно с этим контролируют санитарно-гигиеническое состояние оборудования.

Смывы с оборудования и трубопроводов отбирают до начала работы.

9.4 Контроль производства стерилизованного молока и сливок

Контроль готовой продукции осуществляют не реже 2-3 раз в неделю. Для контроля стерилизованного в потоке молока отбирают для исследования по одному пакету через каждый час работы с каждого фасовочного автомата, а при контроле продуктов, выработанных двухступенчатым способом, пробы отбирают после второй стерилизации через каждый час по два образца в течение смены.

При обнаружении в указанном объеме выработки хотя бы одного нестерильного образца, каждую партию продукта контролируют ежедневно до тех пор, пока в течение последних суток все образцы, отобранные для контроля, не будут стерильными.

Для определения промышленной стерильности отобранные упаковки со стерильным молоком выдерживают при температуре 37 °С в течение 3 суток, а со сливками – 5 суток. Образцы молока, выбранного двухступенчатым способом, кроме того, выдерживают при температуре 55 °С в течение 5 суток (для выявления спор термофильных аэробных бацилл).

После термостатной выдержки проводят осмотр образцов продукта. При наличии вздутия упаковки или изменения внешнего вида молока в бутылках (наличие сгустка, отстоя сыворотки, наличия хлопьев молока и др.) упаковки считают не отвечающими требованиям промышленной стерильности. Упаковки без внешних дефектов вскрывают, стерилизованное молоко или сливки анализируют органолептически.

Продукт отвечает требованиям промышленной стерильности, если не установлено изменений консистенции и вкуса.

В арбитражных случаях или для установления причины порчи стерилизованного молока определяют кислотность, микроскопируют препараты и делают посева из термостатированных образцов для определения общей бактериальной обсемененности. Продукт отвечает требованиям промышленной стерильности, если кислотность молока увеличивается не более чем на 2°T , в микроскопическом препарате отсутствуют клетки бактерий, а общее количество микроорганизмов в 1 см^3 не превышает 10.

Для контроля технологического процесса при однократной стерилизации молока в потоке исследуют стерилизованное молоко, отобранное асептически из промежуточного резервуара в стерильную колбу вместимостью 3-10 дм^3 . В указанном объеме стерилизованного молока вегетативные клетки и споры должны отсутствовать. Его контролируют одновременно с контролем готовой продукции (тоже 2-3 раза в неделю) путем определения промышленной стерильности. При двухступенчатом способе стерилизации отбирают пробы стерилизованного молока сразу после разлива его в бутылки (3 бутылки в течение смены – в начале, в середине, в конце разлива). Определяют общее количество бактерий и количество спор термофильных микроорганизмов. Общее количество бактерий не должно превышать 1000 клеток в 1 см^3 , а количество спор термофильных микроорганизмов – не более 10 в 1 см^3 .

При двухступенчатом способе ежедневно отбирают смывы с оборудования на участках линии, а также с бутылок. Один раз в 10 дней в цехе проводят микробиологическое исследование воздуха.

10 Микробиология заквасок

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

Чаще в качестве заквасок применяют молочнокислые и пропионовокислые бактерии, иногда плесневые грибы. В состав закваски для кефира кроме молочнокислых бактерий входят также дрожжи и уксуснокислые бактерии.

Первоначально в качестве заквасок использовали сквашенное молоко, пахту из-под сливочного масла и кислые сливки. Такие естественные закваски впервые начали применять в маслоделии (1860 г). Но при этом не всегда получали масло высокого качества, т.к. состав микрофлоры был случайным. Первые опыты по использованию чистых культур молочнокислых бактерий были проведены в Дании Шторхом в 1888 г, для которых основополагающими были исследования Пастера (1857), открывшего молочнокислое брожение и его возбудителя.

В России закваски впервые внедрил в маслодельную промышленность С. А. Северин (1898) – директор Московской бактериолого-агрономической станции. Им же были разработаны способы получения сухих заквасок.

Сначала закваска состояла только из одного вида *Lac. lactis*, поэтому она не обеспечивала полноты вкусового букета, которым обладает высокосортное кисломолочное масло.

После 1919 г в состав заквасок начали вводить ароматобразующие стрептококки *Leu. dextranicum* и *Leu. cremoris*. В 1935 г был выделен ароматобразующий молочнокислый стрептококк – *Lac. diacetylactis*, который сообщает закваске выраженный запах. В настоящее время эти микроорганизмы входят в состав заквасок для масла, кисломолочных продуктов и сыров.

10.1 Классификация заквасок

Закваски, выращиваемые в специальных научно-производственных лабораториях, называют маточными или лабораторными.

Они являются основой для получения производственных и потребительских заквасок.

Потребительские закваски подразделяют на **материнские**, или первичные; **промежуточные**, или вторичные, и **производственные**, или третичные.

Материнские закваски получают при посевах маточных заквасок, промежуточные и производственные – соответственно при посевах материнских и промежуточных заквасок.

Различают **одноштабмовые** закваски, состоящие из одного штамма микроорганизма, **многоштабмовые** – из нескольких штаммов одного вида и **смешанные** закваски, в состав которых входят многие штаммы разных видов микробов.

По составу микрофлоры основные закваски, применяемые в молочной промышленности, подразделяют на 3 группы: **бактериальные, грибковые и смешанные** (таблица 10.1).

Таблица 10.1 - Закваски для молочной промышленности

Закваски	Микроорганизмы	Продукт
Бактериальные Мезофильные молочно-кислые стрептококки	<i>Lac. lactis</i> , <i>Leu. cremoris</i> , <i>Lac. cremoris</i> , <i>Lac. diacetylactis</i> , <i>Leu. dextranicum</i>	Творог, сметана, простокваша и др. кисломолочные продукты, кисломолочное масло, сыры
Термофильные молочнокислые бактерии	<i>Str. thermophilus</i> , <i>Lbm. bulgaricum</i> , <i>Lbm. acidophilum</i> , <i>Lbm. helveticum</i> , <i>Lbm. lactis</i>	Мечниковская и южная простокваши, ряженка, йогурт, варенец, ацидофилин, крупные твердые сыры.
Бактерии, участвующие в созревании сыра	Пропионовокислые бактерии, <i>Lbm. casei subsp. rhamnosus</i> (казеинкультура), <i>Brevibacterium linens</i> (вырабатывает красную слизь)	Сыры с высокой температурой второго нагревания, мягкие сыры
Грибковые Культура рокфора	<i>Penicillium roquforti</i>	Сыр рокфор
Культура камамбера	<i>Pen. camamberti</i> , <i>Pen. candidum</i> , <i>Pen. album</i>	Сыр камамбер
Смешанные бактериально-грибковые	<i>Lac. lactis</i> , <i>Lbm. buchneri</i> , <i>Lbm. brevis</i> , <i>Lbm. bulgaricum</i> , <i>Lbm. acidophilum</i> , дрожжи <i>Saccharomyces lactis</i> и рода <i>Torulopsis</i> , уксуснокислые бактерии	Кефир, кумыс

За рубежом закваски, состоящие из мезофильных молочнокислых стрептококков, делят на 5 групп: так называемые нулевые (0), L, D, LD и ароматические закваски.

Нулевые закваски содержат только *Lac. lactis* и *Lac. cremoris* или штаммы одного из этих видов. Селекция штаммов этих заквасок направлена на активное кислотообразование и минимальное газообразование.

Закваски L состоят из нулевых заквасок, а также *Leu. cremoris*. Наряду с молочной кислотой закваска вырабатывает диацетил, ацетоин, летучие кислоты и CO₂.

В заквасках D кроме представителей нулевой закваски содержится *Lac. diacetylactis*. Эти закваски производят диацетил и ацетоин в большом количестве, в них более интенсивно образуется CO_2 .

Закваски LD состоят из молочнокислых стрептококков, входящих в состав нулевых заквасок, а также *Leu. cremoris* и *Leu. diacetylactis*. В этих заквасках прослеживается тенденция *Lac. diacetylactis* доминировать над другими микроорганизмами.

Так называемые ароматические закваски состоят из штаммов *Leu. dextranicum*, *Leu. cremoris* и *Lac. diacetylactis*, применяемых для стимулирования ароматобразования в определенных продуктах.

10.2 Приготовление заквасок в специальных лабораториях

В специальных научно-производственных лабораториях выделяют штаммы молочнокислых микроорганизмов, изучают их свойства, селекционируют, составляют и получают закваски, которые направляют на предприятия молочной промышленности, где вырабатывают производственные закваски.

В цехах по производству заквасок готовят сухой и жидкий бактериальные концентраты, маточные закваски в виде сухих и жидких заквасок, а также получают натуральные и сухие кефирные грибки (зерна).

Сухой бактериальный концентрат в нашей стране чаще вырабатывают трех видов:

- мезофильных молочнокислых стрептококков;
- термофильных молочнокислых стрептококков;
- ацидофильных молочнокислых палочек.

Процесс приготовления сухого бактериального концентрата включает следующие основные этапы: выращивание заквасочных микроорганизмов, бактофугирование полученной культуры, высушивание суспензии клеток, фасование бакконцентрата.

Питательной средой для выращивания молочнокислых бактерий является молочная сыворотка с добавлением кукурузного экстракта, буферных солей (цитрат натрия или ацетат натрия) и стимуляторов роста (сульфат марганца, аскорбиновая кислота).

В подготовленную стерильную среду, охлажденную для оптимальной температуры развития того или иного вида молочнокислых бактерий, подают закваску в количестве 5-8 % (на сывороточной среде) или 3-5 % (на обезжиренном молоке).

Мезофильных молочнокислых стрептококков выращивают в ферментере при температуре 30 °С в течение 10-12 ч, термофильных молочнокислых стрептококков и ацидофильных палочек при 40 °С в течение 8-9 ч. При этом рН для стрептококков 6,5-6,8, а для ацидофильных палочек 5,7-6,0.

После окончания выращивания культуру охлаждают до 3-8 °С и направляют на бактофугирование для получения бактериальной массы.

Отделение клеток от среды осуществляют в конце логарифмической фазы роста, когда в культуральной жидкости (в 1 см^3) содержатся сотни миллионов – единицы миллиардов активных клеток. Бактериальную массу из культуральной жидкости выделяют на бактофуге. Для этого можно использовать центрифугу и молокоочиститель.

Бактериальная масса после бактофугирования содержит сотни миллиардов клеток в 1 см^3 . Полученную бактериальную массу смешивают с защитной средой в соотношении 1:2 – 1:4. В состав защитной среды входят: обезжиренное молоко, сахара, желатоза, цитрат натрия и др.)

Полученную суспензию клеток молочнокислых бактерий высушивают. Для этого ее разливают на лотки слоем 6-8 мм или фасуют по 2 см^3 во флаконы. Суспензию высушивают в установке для сублимационной сушки сначала при отрицательной температуре $-35 - (-45) \text{ }^\circ\text{C}$, затем досушивают при положительной температуре ($40-45^\circ\text{C}$). Продолжительность сушки суспензии на лотках 6-12 ч, во флаконах 24-42 ч. Сухой бактериальный концентрат, высушенный на лотках, измельчают и фасуют во флаконы порциями по 1-1,5 г.

Концентрат содержит 150-300 млрд. клеток в 1 г. Массовая доля влаги в нем не должна превышать 3,5 %.

Продолжительность свертывания молока при внесении одной порции концентрата на 1 дм^3 молока при оптимальной температуре составляет: у мезофильных стрептококков 4,0-5,5 ч, у термофильных молочнокислых стрептококков 3,0-4,5 ч, а у ацидофильных палочек 2,5-3,5 ч.

Срок хранения концентрата при температуре $3-10 \text{ }^\circ\text{C}$ 8 месяцев со дня выработки.

Жидкий бактериальный концентрат мезофильных молочнокислых стрептококков, так же как и сухой, применяется при производстве творога и сметаны. Приготовление отличается лишь исключением двух операций: замораживания и сушки. Концентрат разливают во флаконы по 5 см^3 (полпорции) и по 10 см^3 (порция), укупоривают, охлаждают до $+8^\circ\text{C}$ и хранят не более 2 месяцев со дня выработки. Жидкий бактериальный концентрат содержит не менее 150 млрд. клеток в 1 см^3 .

Сухие закваски приготавливают на основе бактериальной массы (из бактериального концентрата) или высушиванием комбинаций культур бактерий в защитной среде. Сухие закваски, приготовленные на основе бактериальной массы, по составу микрофлоры идентичны сухому бактериальному концентрату и отличаются от него лишь по количеству клеток молочнокислых бактерий. Они содержат примерно в 100 раз меньше бактериальных клеток, чем бактериальный концентрат, из-за большого разведения бактериальной массы защитной средой.

Для приготовления сухой закваски из комбинации культур в стерильное обезжиренное молоко вносят комбинированную закваску в количестве 0,5-1 % и выдерживают при оптимальной температуре до образования сгустка. Выращенную культуру вносят в защитную среду, перемешивают, фасуют во флаконы по 1 см^3 , замораживают и высушивают при сублимационной

сушке. Сухую закваску можно хранить не более 8 мес. при температуре 3-8 °С.

Продолжительность свертывания молока составляет для закваски из бактериальной массы 5-9 ч, для закваски из комбинации культур 16-18 ч.

Количество молочнокислых бактерий в 1 г сухой закваски составляет $10^7 - 10^8$.

Жидкие закваски готовят на стерильном обезжиренном или цельном молоке. Молоко стерилизуют в течение 10-15 мин при 121 °С, охлаждают до 37 ± 1 °С и для проверки на стерильность термостатируют при этой температуре в течение 2 суток.

Затем в молоко вносят комбинацию культур и выдерживают его при оптимальной температуре развития до образования сгустка. Закваску фасуют в стеклянные флаконы по 20, 50 и 100 см³, флаконы укупоривают и маркируют (этикетировать). Жидкие закваски имеют срок годности: 10 сут при 3-8 °С и 5 сут при комнатной температуре хранения.

Закваска имеет жидкую консистенцию с небольшой крупкой, реже – сметанообразную. Вкус и запах – кисломолочные, цвет белый или кремовый. Кислотность 80-100 °Т.

Кефирные грибки (зерна) представляют естественную симбиотическую закваску для кефира. В них входят молочнокислые стрептококки, палочки, дрожжи и уксуснокислые бактерии.

Процесс получения **натуральных кефирных грибков** включает подготовку молока, культивирование кефирных грибков, отделение, фасование, укупоривание, маркирование и хранение. Для культивирования кефирных грибков используют обезжиренное молоко, пастеризованное при температуре 92-95 °С в течение 20-30 мин, в которое помещают грибки в соотношении 1:20. Выращивание проводят при температуре 18-22 °С. Ежедневно молоко меняют, т.е. грибки заливают свежими порциями питательной среды. Молоко, в котором культивировались кефирные грибки, представляет собой уже культурную кефирную закваску.

По мере роста грибков 1-2 раза в неделю их отделяют от закваски, фасуют порциями в стерильные флаконы, заливают обезжиренным молоком или сывороткой. Срок хранения кефирных грибков составляет 10 дней при 8-10 °С.

Сухие кефирные грибки получают из натуральных (живых) кефирных грибков путем высушивания в защитной среде, состоящей из молочной сыворотки с добавлением 0,5 % сахара и 0,01 % аскорбиновой кислоты.

Отделенные от культурной закваски грибки помещают в защитную среду в соотношении 1:20 и выдерживают в ней 5-6 ч при температуре 20-22 °С для наращивания дрожжей, которые являются наиболее чувствительными к замораживанию и высушиванию. После этого грибки отделяют от защитной среды, укладывают в стерильные лотки слоем 8 мм, закрывают стерильной марлей и помещают в морозильный шкаф при 20-25 °С на 1,5-2 ч. Грибки сушат в установке сублимационной сушки. Температура в начале

сушки 15-20 °С, конечная температура досушивания 30-35 °С. Продолжительность сушки 8-10 ч.

Сухие кефирные грибки фасуют порциями по 10, 20, 50, 100 г в пакеты из полиэтиленцеллофана и запаивают. Срок хранения кефирных грибков 3 мес. при 8 °С. Сухие кефирные грибки содержат не более 4,5 % влаги.

Продолжительность сквашивания молока при соотношении грибка и молока 1:40 и температуре 18-22 °С для натуральных грибков составляет 16-18 ч, для сухих – 24-28 ч. Кислотность сгустка 90-110 °Т.

10.3 Приготовление и применение заквасок в производственных условиях

Производственные закваски на предприятии получают в отделениях чистых культур или специальном боксе при микробиологической лаборатории предприятия. В помещениях необходимо поддерживать чистоту. Не допускается одновременно проводить посеvy по контролю готовой продукции, контролю условий производства и готовить закваски.

Воздух в отделении чистых культур дезинфицируют с помощью бактерицидных ламп.

Предприятию от учреждения-изготовителя вместе с заквасками выдается копия удостоверения о качестве, где указывается дата выработки и срок годности закваски, ее кислотность, активность, количество жизнеспособных клеток молочнокислых, пропионовокислых, бифидобактерий, а также по количеству дрожжей и патогенных микроорганизмов.

Закваски и концентраты нужно использовать вскоре после получения из лабораторий. До употребления их хранят в холодильнике при температуре не выше 8 °С. Нельзя применять закваски с истекшим сроком хранения. Флаконы с заквасками вскрывают непосредственно перед употреблением и используют все содержимое флакона сразу.

Поступающие на предприятие закваски ослаблены в результате транспортирования и воздействия температуры, поэтому их необходимо восстановить с помощью предварительного культивирования. Критерием оценки восстановления закваски является определение сквашивающей активности.

Эффективная закваска должна проявлять наибольшую активность не позднее, чем после второй пересадки. При этом культивирование заквасок необходимо остановить в конце логарифмической фазы, что достигается у большинства заквасок при рН 5,5-5,3 или кислотности 78-80 °Т.

Приготовление производственных заквасок из чистых культур на стерильном молоке проводят в молочных бутылках, колбах, в специальных ушатах или бидонах с крышками, вместимостью 3-20 л.

Посуду и инвентарь, используемые для приготовления заквасок, моют и дезинфицируют в отдельном помещении заквасочного отделения. Для дезинфекции используют растворы препаратов хлора, содержащие 150-200 мг/л активного хлора. Мелкий инвентарь и посуду стерилизуют в автоклаве или сушильном шкафу.

Из жидкой и сухой закваски на предприятиях готовят **материнскую** (первичную) закваску, которую используют для получения вторичной или **производственной** закваски. Материнскую плату можно применять также для заквашивания молока или сливок, т.е. в качестве производственной закваски.

Для приготовления материнской закваски используют только стерилизованное молоко, для производственной закваски используют стерилизованное и пастеризованное молоко.

Для получения материнской закваски **мезофильных молочнокислых стрептококков** одну порцию сухой закваски вносят в 2 л стерилизованного молока и термостатируют при 26 °С в течение 12-16 ч. Для приготовления вторичной (промежуточной) закваски в стерилизованное молоко вносят 0,5-1 % материнской закваски и культивируют посевы 10-12 ч. Если в закваске преобладает *Lac. cremoris*, то период сквашивания продлевают до 12-14 ч, или увеличивают количество посевного материала до 2-3 %. Производственную закваску мезофильных стрептококков получают посевом в пастеризованное молоко 0,5-1 % или 2-3 % вторичной закваски и выращиванием посевов в течение 10-12 или 12-14 ч.

Материнскую закваску **термофильного стрептококка и болгарской палочки** получают внесением одной порции сухой закваски в 100 см³ стерилизованного молока. Посевы культивируют при 43 °С в течение 5-7 ч. Для приготовления производственной закваски посевной материал вносят в молоко в количестве 1 % и сквашивают его в течение 3 ч. Таким же образом готовят закваски ацидофильной палочки. Однако культивирование проводят при температуре 38 °С в течение 5-5,5 ч.

Бактериальный концентрат используют для приготовления производственной закваски или непосредственно продукта после его активизации или без активизации (культуры прямого сквашивания).

Для активизации сухой бактериальный концентрат (как сухую закваску) растворяют во флаконе, добавляя в него 6-7 см³ стерилизованного молока или физиологического раствора, полученную смесь переносят в подготовленное молоко. Жидкий бактериальный концентрат перед вскрытием флакона выдерживают при комнатной температуре в течение 20-25 мин.

Концентрат переносят в подготовленное молоко из расчета одна порция концентрата на 6-8 л молока.

Бактериальный концентрат мезофильных молочнокислых стрептококков используют для приготовления творога и сметаны; термофильных молочнокислых стрептококков предназначен для приготовления варенца, ряженки и др. молочнокислых продуктов подобного типа. Бакконцентрат ацидофильных палочек применяют для приготовления ацидофильного молока, пасты, детских кисломолочных продуктов.

Активизированный бактериальный концентрат, используемый в качестве производственной закваски, вносят в пастеризованное молоко в соотношении одна порция концентрата (6-8 л) на 2-3 тыс. л молока (мезофильные стрептококки) или одна порция на 500 л (для термофильных бактерий).

В производстве целесообразно использовать свежеприготовленную закваску, т.к. она обладает наибольшей активностью. В случае необходимости закваску охлаждают до 3-10 °С и направляют на хранение. Продолжительность хранения материнской и производственной закваски на стерилизованном молоке до 72 ч, на пастеризованном – 24 ч.

Для приготовления продукта производственную закваску на стерилизованном молоке вносят в молоко в количестве 1-3 %, а закваску на пастеризованном молоке – 3-5 %.

Для приготовления производственной кефирной закваски восстанавливают сухие кефирные грибки, из которых в дальнейшем готовят грибковую закваску, а из нее получают культуральную производственную кефирную закваску.

Восстановление активности кефирных грибков и их культивирование осуществляют на пастеризованном обезжиренном молоке. Не допускается использование стерилизованного молока, т.к. при этом нарушается оптимальное соотношение между группами микроорганизмов и возникают пороки.

Сухие кефирные грибки помещают в обезжиренное пастеризованное молоко в соотношении 1:40 – 1:50 и выдерживают при температуре 19-21 °С до образования сгустка в течение 20-24 ч. Молоко пастеризуют при температуре 92-95 °С в течение 20-30 мин.

В процессе сквашивания закваску перемешивают 1-2 раза. После появления сгустка кефирные грибки отделяют, помещают их в свежее пастеризованное молоко из расчета 1 часть кефирных грибков на 30-50 частей молока. Для полного восстановления активности микрофлоры сухих кефирных грибков достаточно 2-3 пересадок, при этом масса грибков увеличивается в 5 раз.

Для получения кефирной закваски восстановленные грибки помещают в пастеризованное и охлажденное до 19 и 21 °С обезжиренное молоко из расчета 1 часть грибков на 30-50 частей молока. Следует учитывать, что снижение количества грибков способствует увеличению в закваске дрожжей и ароматобразующих бактерий. Через 15-18 ч закваску тщательно перемешивают, спустя 5-7 ч ее снова перемешивают и процеживают через металлическое сито. Грибки, оставшиеся в сите, снова помещают в свежее пастеризованное молоко, а полученную культуральную закваску применяют для приготовления кефира либо производственной кефирной закваски.

Для получения производственной кефирной закваски в пастеризованное, охлажденное до 22 °С молоко вносят 1-3 % культуральной закваски и сквашивают его 10-12 ч. Для улучшения вкуса и запаха закваску выдерживают дополнительно в течение 5-6 ч при температуре сквашивания.

Для приготовления кефира, в молоко вносят 3-5 % производственной кефирной закваски или 1-3 % грибковой закваски.

10.4 Пороки заквасок

В производственных заквасках наиболее часто могут возникать следующие пороки: снижение активности закваски или несквашивание молока, наличие бактерий группы кишечных палочек, излишняя кислотность, вспучивание, ослизнение, тягучесть.

Снижение активности закваски является наиболее распространенным пороком заквасок, который выражается в несквашивании молока. Причинами возникновения порока являются наличие антибиотиков и других ингибиторов в молоке, заражение закваски бактериофагом, низкое содержание сухих веществ в молоке, сезонные изменения качества молока (чаще весной), антагонистические взаимоотношения между микроорганизмами заквасок.

Антибиотики в молоко чаще попадают после лечения коров, больных маститом. Режимы пастеризации не вызывают полного разрушения этих препаратов в молоке, поэтому даже очень малые количества антибиотиков отрицательно влияют на рост и активность молочнокислых бактерий и других микроорганизмов заквасок. Причиной снижения активности заквасок может быть загрязнение молока моюще-дезинфицирующими веществами и другими ингибиторами.

При сильном снижении активности закваски, не вызываемом ингибиторами, предполагают наличие бактериофагов.

Для борьбы с распространением бактериофага рекомендуется частая смена закваски, введение в её состав фагорезистентных штаммов, их чередование в закваске, проведение дезинфекции помещения и оборудования, а также поддержание асептического режима выращивания заквасок, применение питательных сред, тормозящих деятельность фагов и др.

В качестве фагорезистентной среды для закваски используют молоко, из которого удален кальций. Последний связывают, добавляя в молоко фосфаты. При отсутствии кальция, клетки бактерий и частицы фага, имея одноименный отрицательный заряд, взаимно отталкиваются и фаг не может проникнуть внутрь бактериальной клетки.

Несквашивание молока с пониженным содержанием сухих веществ, а также весеннее несквашивание объясняются пониженной пищевой ценностью молока, а также возможным увеличением в весенний период примеси маститного молока.

Снижение активности закваски может обусловиться развитием некоторых видов молочнокислых стрептококков, образующих антибиотические вещества, задерживающие рост других заквасочных микроорганизмов.

Наличие бактерий группы кишечных палочек является следствием нарушения установленного режима пастеризации молока, несоблюдения общего санитарного состояния оборудования и личной гигиены.

Излишняя кислотность возникает при развитии термоустойчивых молочнокислых палочек, что обусловлено несоблюдением режима пастеризации молока, неудовлетворительной мойкой и дезинфекцией оборудования, несоблюдением температурных и других технологических режимов.

Вспучивание появляется в основном при развитии спорообразующей микрофлоры, оно обусловлено снижением активности закваски. Для устранения и предупреждения порока необходимы применение активной закваски или смена закваски.

Ослизнение, тягучесть появляются при развитии слизиобразующих штаммов сливочных стрептококков или ацидофильных палочек. Для предупреждения порока необходимо сменить закваску.

10.5 Микробиологический контроль качества заквасок

Молоко, используемое для приготовления заквасок, должно соответствовать требованиям первого класса по редуктазной пробе, которую проводят 2-3 раза в неделю.

Эффективность пастеризации молока для производства заквасок контролируют 1 раз в 10 дней на наличие бактерий группы кишечных палочек. Для этого 10 см³ пастеризованного молока высевают в 40 см³ среды Кесслер и культивируют при 37 °С в течение 24 ч.

БГКП не должны выявляться в 10 см³ пастеризованного молока.

Эффективность пастеризации молока проверяют также в том случае, если в стрептококковых заквасках обнаружены палочки.

Для этого асептически отбирают 10 см³ пастеризованного молока и помещают его в стерильную пробирку или колбу. Пробу выдерживают 24-48 ч при 40-45 °С, после чего отмечают характер полученного сгустка и просматривают его микроскопический препарат.

Если пастеризация была проведена при температуре ниже 90 °С, сгусток получается плотным и под микроскопом обнаруживают большое количество стрептококков; при пастеризации 92-95 °С и недостаточной выдержке или без эффективного перемешивания, сгусток в пробирках может быть слабым; микроскопированием выявляют в препаратах палочки.

При правильно проведенной пастеризации (температура 92-95 °С и выдержкой 20-30 мин) в молоке наблюдается пептонизация (отделение сыворотки и наличие зоны просветления в верхнем слое), а при микроскопировании выявляются споровые палочки.

Качество маточной и производственной заквасок на стерилизованном молоке контролируют по активности (предельной кислотности и продолжительности свертывания молока). В случае её снижения проверяют количество технологической заквасочной микрофлоры и чистоту закваски путем просмотра окрашенного микроскопического препарата не менее чем в 10 полях зрения микроскопа.

Качество производственной закваски на пастеризованном молоке проверяют ежедневно, определяя активность, наличие посторонней микрофлоры путем просмотра микроскопического препарата, содержание БГКП, органолептические свойства сгустка, наличие ацетоина, диацетила, углекислоты и выясняют причины нарушения процесса сквашивания, если таковые имеются.

Контроль кефирных грибковой и культурной заквасок проводят по кислотности, содержанию БГКП и микроскопическому препарату.

В кефирных заквасках БГКП должны отсутствовать в 3 см^3 . Соотношение различных микроорганизмов, входящих в состав кефирных грибковой и культуральной заквасок, примерно одинаковое и составляет в 1 см^3 : мезофильных молочнокислых стрептококков $10^8 - 10^9$; термофильных молочнокислых стрептококков $10^5 - 10^6$; ароматобразующих молочнокислых бактерий $10^7 - 10^8$; дрожжей $10^4 - 10^5$; уксуснокислых бактерий $10^3 - 10^4$.

Активность закваски контролируют по кислотности и продолжительности сквашивания. Производственные закваски для творога, сметаны и обыкновенной простокваши должны иметь кислотность $80 - 85 \text{ }^\circ\text{T}$; для масла и сыров с низкой температурой второго нагревания $90 - 100 \text{ }^\circ\text{T}$. Кислотность заквасок молочнокислых палочек (сырной, ацидофильной и болгарской) не должна превышать $95 - 110 \text{ }^\circ\text{T}$, кефирной $95 - 100 \text{ }^\circ\text{T}$, закваски для кумыса $130 - 160 \text{ }^\circ\text{T}$.

Продолжительность сквашивания при внесении материнской закваски молочнокислых стрептококков (1-3 %) составляет 6-8 ч, молочнокислых палочек (0,5-1 %) – 4-6 ч.

Чистоту закваски, а также соотношение между компонентами закваски (например, между молочнокислыми стрептококками и палочками) проверяют ежедневно непосредственным микроскопированием препаратов.

Микроскопические препараты заквасок просматривают в 10 полях зрения. При этом в заквасках, состоящих из молочнокислых стрептококков (для сметаны, творога, простокваши обыкновенной, масла, сыров с низкой температурой второго нагревания), должны обнаруживаться только цепочки кокков и диплококки, равномерно расположенные в поле зрения микроскопа.

В закваске для ряженки, варенца, простокваш мечниковской и южной, йогурта должны присутствовать молочнокислые стрептококки и в меньшем количестве палочки. В закваске для ацидофильной пасты и ацидофильного молока – только палочки.

В кефирной грибковой закваске должны выявляться молочнокислые стрептококки, клетки палочек и дрожжей; в кефирной производственной закваске – молочнокислые стрептококки в преобладающем количестве, единичные палочки и клетки дрожжей.

В случае если возникает сомнение в микроскопической чистоте заквасок, а при микроскопировании окрашенных препаратов посторонней микрофлоры обнаружить не удаётся, из заквасок делают посев нулевого и 4-5 разведения в стерильное обезжиренное молоко.

Посевы термостатируют в течение 72 ч. Из сгустков готовят микроскопические препараты, просматривают их и определяют наличие или отсутствие посторонних микроорганизмов. Посторонняя микрофлора не должна обнаруживаться при посеве 1 см^3 закваски.

Наличие бактерий группы кишечных палочек в закваске определяют посевом её на среду Кесслер. Закваску предварительно нейтрализуют до pH 7,4-7,6, добавляя к 10 см^3 закваски 1 см^3 10 % раствора пищевой соды.

Посевы термостатируют при 37 °С в течение 24 ч. Результаты оценивают по образованию или отсутствию газа. БГКП должны отсутствовать при посеве 3 см³ закваски для кефира и 10 см³ закваски для остальных продуктов. Анализ на наличие бактерий группы кишечных палочек производят из каждой ёмкости закваски ежедневно.

Определение наличия диацетила, ацетоина и углекислоты производят в заквасках для масла и сыра.

Содержание диацетила и ацетоина – определяют по креатиновой пробе.

На белую фарфоровую пластинку наносят в равных объёмах (по 1 капле) фильтрат закваски, 40 % раствор КОН и 0,04 % раствор креатина, тщательно перемешивают.

Отмечают время появления розового окрашивания. Если порозовение произошло менее чем за 7 мин, то закваска считается хорошим продуцентом диацетила и ацетоина. Если же появление розового окрашивания отмечается после 7-10 мин, это указывает на слабую ароматобразующую способность микроорганизмов.

Наличие углекислого газа в закваске устанавливают, наливая в пробирку диаметром 15 мм закваску (20 см³), отмечают её уровень и ставят в водяную баню с холодной водой. Температуру воды доводят до 90 °С и, не вынимая пробирки, отмечают уровень. Если закваска содержит углекислый газ, то сгусток становится губчатым и поднимается над сывороткой от 0,6 до 5 см и более.

Состав микрофлоры кефирной закваски (производственной и грибковой) определяют методом предельных разведений путем посева различных разведений в стерильное обезжиренное молоко и культивирования их в течение 3 суток. После этого микроскопируют препараты, приготовленные из содержимого пробирок со свернувшимся молоком.

Ароматобразующие молочнокислые стрептококки выявляют на плотной среде с цитратом кальция при посеве различных разведений закваски. Посевы культивируют при 26 °С в течение 3-5 суток. Затем учитывают колонии, образующие зоны просветления в данной среде.

Дрожжи определяют чашечным методом на сусловом агаре при посеве различных разведений закваски и последующем выращивании при 24 °С в течение 3-5 суток.

Уксуснокислые бактерии определяют методом предельных разведений путем посева разведений в стерильное обезжиренное молоко и термостатирования их при 30 °С в течение 3-5 суток. О наличии бактерий судят по желтому кольцу, образующемуся на поверхности свернутого молока.

Наличие бактериофага устанавливают посевом закваски в стерильное обезжиренное молоко с добавлением раствора метиленового синего. Если в процесс культивирования после обесцвечивания метиленового синего через 4-5 ч снова наблюдается посинение молока, это указывает на наличие в закваске бактериофага.

Установление причин нарушения процесса сквашивания. Основными причинами нарушения этого процесса является наличие в молоке ингибирующих веществ или бактериофага.

Для выявления причин несквашивания наблюдают за развитием молочнокислых стрептококков в молоке в первые часы после внесения закваски. Если в молоке содержатся ингибирующие вещества, развитие микроорганизмов закваски не наблюдается с самого момента заквашивания. Если же причиной несквашивания является развитие бактериофага, то сначала наблюдается увеличение количества клеток, а через 2-3 ч – их исчезновение в результате лизиса.

11 Микробиология кисломолочных продуктов

Кисломолочные продукты получают сквашиванием молока или сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий, иногда с участием дрожжей и уксуснокислых бактерий. В процессе сквашивания протекают сложные микробиологические и физико-химические процессы, в результате которых формируются вкус, запах, консистенция и внешний вид готового продукта.

К кисломолочным продуктам относятся кисломолочные напитки, сметана, творог и творожные изделия. К кисломолочным напиткам относятся различные виды простокваш (варенец, ряженка, йогурт и др.), кефир (жирный, таллиннский, нежирный), кумыс, ацидофильные напитки.

В нашей стране кисломолочные продукты особенно широко стали применять в начале XX века, когда И.И. Мечников впервые изучил значение их в питании человека. Он установил, что молочнокислые бактерии создают кислую среду, препятствующую развитию гнилостных бактерий. Многие кисломолочные продукты содержат антибиотические вещества, подавляющие развитие кроме нежелательной микрофлоры кишечника также возбудителя туберкулеза, стафилококков и других микроорганизмов.

Кисломолочные продукты имеют большую ценность с точки зрения физиологии питания. Так, простокваша в течение 1 часа усваивается организмом человека на 92 %, а цельное молоко – на 32 %.

Кисломолочные продукты содержат в достаточном количестве незаменимые аминокислоты, жирорастворимые витамины А, D, E, богатый солями фосфора, кальция, магния.

В связи с широким применением в медицине антибиотиков, использование продуктов, содержащих ацидофильные палочки и бифидобактерии, дает возможность восстановить нормальную микрофлору кишечника.

11.1 Источники микрофлоры кисломолочных продуктов

Пастеризация молока при производстве кисломолочных продуктов осуществляется при более высоких температурах и длительной выдержке, чем при производстве питьевого молока, поэтому остаточную микрофлору представляют преимущественно термостойкие микроорганизмы спорообразующие бактерии, термофильные молочнокислые палочки, энтерококки, бактериофаги. Эта микрофлора поселяет и на техническом оборудовании.

Основную микрофлору сквашивания вносят с закваской, однако остаточная микрофлора пастеризованного молока также размножается в процессе сквашивания. Часть микрофлоры незаквасочного происхождения активизируется в присутствии микроорганизмов закваски, часть подавляется, а некоторые микроорганизмы, например бактериофаг, подавляют развитие микрофлоры закваски. Интенсивность размножения всей микрофлоры кисломолочных продуктов и конечное ее соотношение зависят во многом от качества молока, температуры и длительности сквашивания (созревания), скорости и конечной температуры охлаждения.

Основные кисломолочные продукты в зависимости от применяемых при их производстве заквасочных микроорганизмов могут быть разделены на пять групп:

- I - продукты, приготовляемые с использованием многокомпонентных заквасок (кефир, кумыс);
- II - продукты, приготовляемые с использованием мезофильных молочнокислых стрептококков (творог, сыр домашний, сметана, простокваша обыкновенная);
- III - продукты, приготовляемые с использованием термофильных молочнокислых бактерий (йогурт, простокваша мечниковская, ряженка, варенец и др.);
- IV - продукты, приготовляемые с использованием мезофильных и термофильных молочнокислых бактерий (сметана пониженной жирности, творог, напитки пониженной жирности с плодово-ягодными наполнителями);
- V - продукты, приготовляемые с использованием ацидофильных палочек и бифидобактерий (ацидофильное молоко, ацидофилин, ацидофильная паста, бифилин, бифидок и др.).

11.2 Продукты, приготовляемые с использованием многокомпонентных заквасок

Кефир

Единственный кисломолочный напиток, вырабатываемый на естественной симбиотической закваске - кефирных грибках (зернах), в состав которых входят мезофильные молочнокислые стрептококки, мезофильные молочнокислые и термофильные палочки типа стрепто- и β -бактерий, болгарская палочка, а также дрожжи и уксуснокислые бактерии.

К сырому молоку при производстве кефира не предъявляют каких-либо особых требований, так как микрофлора кефирной закваски сравнительно не требовательна к качеству молока. Процесс сквашивания и созревания кефира ведут при температуре не выше 25 °С, поэтому остаточная микрофлора пастеризованного молока размножается незначительно. При производстве кефира основным источником обсеменения является кефирная закваска. Молоко обсеменяется также микробами с оборудования.

Хранение и реализацию кефира необходимо осуществлять при температуре 4-8 °С в течение 36 ч с момента изготовления. В среднем весь цикл производства кефира длится около 24 ч.

Мезофильные молочнокислые стрептококки (*Lac.lactis*, *Lac.cremoris*) обеспечивают активное кислотообразование и формирование сгустка. Их количество в готовом продукте достигает 10^9 в 1 см^3 .

Ароматобразующие молочнокислые стрептококки (*Leu.dextranicum*) образуют ароматические вещества и углекислый газ. Их количество в кефире составляет $10^7 - 10^8$ в 1 см^3 .

Мезофильные молочнокислые палочки типа стрепто- и β -бактерии составляют в кефире $10^2 - 10^3$ в 1 см^3 и не могут существенно влиять на качество продукта.

Количество термофильных молочнокислых палочек в кефире достигает $10^7 - 10^8$ в 1 см^3 . При повышенных температурах и увеличении продолжительности процесса сквашивания их количество может достигать 10^9 в 1 см^3 и приводят к перекисанию продукта.

Дрожжи развиваются значительно медленнее, чем молочнокислые бактерии, увеличение их количества отмечается во время созревания продукта и составляет 10^6 в 1 см^3 .

Уксуснокислые бактерии развиваются медленно и содержатся в кефире в количестве $10^4 - 10^5$ в 1 см^3 . Они способствуют формированию сгустка, излишнее их развитие может привести к появлению слизистой и тягучей консистенции продукта.

Бактерии группы кишечных палочек являются посторонними микроорганизмами. В процессе сквашивания и созревания их количество повышается в 10 раз. Затем в результате антагонистического влияния дрожжей и уксуснокислых бактерий оно снижается до исходного уровня. Так как БГКП вызывают газообразование в молоке при температуре выше $30 \text{ }^\circ\text{C}$, в возникновении вспучивания кефира они участия не принимают.

Плесневые грибы попадают в кефир с оборудования, из воздуха, иногда из некачественной закваски. При длительном хранении кефира они могут развиваться на его поверхности.

Микрофлора кефира в различные периоды года остается относительно стабильной.

Кумыс

Это кисломолочный напиток из кобыльего или коровьего молока смешанного (молочнокислого и спиртового) брожения. Кобылье молоко беднее казеином, чем коровье, и, наоборот, богаче альбумином, лактозой, витаминами С, В₁, В₂ и микроэлементами – кобальтом и медью. Оно отличается от коровьего иммунными свойствами в отношении возбудителя туберкулеза.

Для повышения лечебных свойств кумыса из коровьего молока применяют специальные закваски из дрожжей, антибиотически активных против микобактерий туберкулеза, штаммов *Lbm.bulgaricum* (типичной микрофлоры кумыса из кобыльего молока) и *Lbm.acidophilum*, антибиотически активных против нежелательной микрофлоры кишечника.

Разработана технология кумыса из специальной молочной смеси, составленной из цельного и обезжиренного молока, подсырной сыворотки с добавлением лактозы и витамина С.

Особенностью производства кумыса из молочной смеси является внесение большого количества закваски (20 %) в подготовленную пастеризованную, охлажденную до $32-34 \text{ }^\circ\text{C}$ смесь. Процесс сквашивания ведут при постоянном перемешивании, что способствует развитию дрожжей.

11.3 Продукты, приготовляемые с использованием мезофильных молочнокислых стрептококков

Творог

Творог – белковый кисломолочный продукт, получаемый в результате сквашивания молока с последующим удалением сыворотки.

Основными микроорганизмами, обеспечивающими активное кислотообразование с начала процесса сквашивания, являются мезофильные молочнокислые стрептококки закваски (*Lac.lactis*, *Lac.cremoris*, *Lac.diacetylactis*, *Leu.dextranicum*). Их количество в готовом твороге достигает 10^8 - 10^9 клеток в 1 г. В состав закваски для творога, вырабатываемого ускоренным методом, вводят также термофильный стрептококк.

В твороге могут обнаруживаться дрожжи, попадающие в молоко с поверхности оборудования и с кефирной закваской. Они вызывают вспучивание продукта при длительном его хранении в условиях положительных температур. Количество клеток дрожжей в твороге с дрожжевым привкусом и признаками вспучивания достигает 10^5 - 10^6 в 1 г. Более интенсивное развитие дрожжей наблюдается в сладких творожных изделиях.

Уксуснокислые бактерии могут попадать в молоко с поверхности оборудования, из кефирной закваски или кефира. В процессе производства они могут вызывать тягучесть сгустка, в готовом продукте – появление нечистого вкуса. Пороки возникают при содержании уксуснокислых бактерий свыше 10^5 клеток в 1 г.

Плесневые грибы попадают в творог с поверхности оборудования, из воздуха. Они вызывают плесневение и горький вкус продукта, развиваются на его поверхности при длительном хранении в условиях низких положительных температур.

Бактериофаг попадает в молоко вместе с лизогенными штаммами закваски, с поверхности оборудования, из воздуха. Его распространению способствуют разбрызгивание сыворотки, нерегулярная мойка оборудования.

Основной путь уменьшения количества посторонних микроорганизмов – сокращение длительности сквашивания, отделение сыворотки и быстрое глубокое охлаждение готового продукта.

Домашний сыр

Это молочнобелковый продукт, относящийся к мягким кисломолочным несозревающим сырам. Технология домашнего сыра близка к технологии творога. Ее особенности состоят в пониженной температуре пастеризации обезжиренного молока, промывании зерна водой и подогревании до температуры 48 - 55 °С.

Понижение температуры пастеризации уменьшает ее эффективность, промывание способствует вымыванию поверхностной микрофлоры и снижению кислотности зерна, во время нагревания количество молочнокислых стрептококков уменьшается. Воду для промывания рекомендуется стерилизовать, чтобы не внести посторонней микрофлоры.

При производстве домашнего сыра применяемая закваска состоит из штаммов *Lac.lactis*, *Lac.cremoris*, *Lac.diacetylactis*, *Leu.dextranicum*. Первые два вида ведут активный кисломолочный процесс, а два последние обеспечивают аромат готового продукта. В домашнем сыре количество молочнокислых стрептококков меньше, чем в твороге, и составляет 10^7 - 10^8 в 1 г. Это объясняется тем, что во время нагревания зерна количество молочнокислых стрептококков в нем снижается на 90-95 %.

Хранить его можно без изменения органолептических свойств при комнатной температуре в течение 1сут., при 2-4 °С - 7-10 дней.

Наибольшую роль в порче домашнего сыра при хранении играют психрофильные бактерии, плесневые грибы и дрожжи. Они вызывают протеолиз белка, ослизнение зерна, изменение жира.

Сметана

Продукт получают из нормализованных пастеризованных сливок путем сквашивания их закваской и созревания при низких температурах.

Сливки при производстве сметаны пастеризуют при высоких температурах, поэтому в остаточной микрофлоре преобладают термоустойчивые молочнокислые палочки и споры бактерий.

В состав заквасок для сметаны вводят *Lac.lactis*, *Lac.cremoris*, *Lac.diacetylactis*, *Leu.cremoris*, *Leu.dextranicum*.

Для ускорения кисломолочного процесса и улучшения качества продукта в составе заквасок для сметаны широко используют термофильные стрептококки, уксуснокислые бактерии, ацидофильные палочки.

11.4 Продукты, приготовляемые с использованием термофильных молочнокислых бактерий

Йогурт и простокваша южная

При производстве этих продуктов для получения более плотной консистенции в молоке повышают содержание сухих веществ длительным выпариванием до уменьшения объема в 2-3 раза или добавлением сухого обезжиренного молока.

Пастеризацию и топление молока при производстве этих продуктов ведут продолжительное время – 3 ч при высоких температурах 92-95 °С, поэтому после пастеризации остаются лишь термоустойчивые палочки и споры бактерий. Значительной роли они не играют, т.к. процесс сквашивания проходит быстро, а с заквасками молочнокислых бактерий вносят в большем количестве, чем число остальных термоустойчивых палочек.

Гомогенизированное во время пастеризации молоко охлаждают до температуры 40-45 °С и вносят в закваску в количестве 1-5 %. В качестве закваски используют штаммы термофильного стрептококка и болгарской палочки в соотношении 4:1 (для простокваши) и 1:1 (для йогурта). Заквашенное молоко сквашивают в течение 3-5ч до кислотности 75-80 °Т, после чего быстро охлаждают до 4-8 °С. При этой температуре продукты хранят до 36 ч.

Основными микроорганизмами, ведущими кислomолочный процесс, являются термофильные стрептококки и болгарская палочка. Стрептококки предпочитают температуру не выше 40 °С, болгарская палочка, наоборот, активизирует свое развитие при температурах выше 40 °С и внесении большого количества закваски. Содержание термофильных стрептококков и болгарской палочки в 1см³ продукта составляет 10⁷-10⁸ клеток. Если количество термофильных стрептококков превышает указанный предел, то может появиться порок - тягучая вязкая консистенция. Болгарская палочка при отсутствии эффективного охлаждения готовой продукции вызывает излишнюю кислотность продукта. Дрожжи могут развиваться при температурах ниже 40°С или во время длительного хранения при низких температурах. Бактерии группы кишечных палочек не могут интенсивно размножаться из-за короткого срока сквашивания продукта.

Ряженка и варенец

При производстве этих продуктов термическую обработку молока проводят при температурах 92-95 °С в течение 3 ч. В результате молоко приобретает буроватый оттенок и вкус топленого молока. Молоко охлаждают до 40-45 °С и вносят закваску термофильного молочнокислого стрептококка в количестве 3-5 %. Иногда добавляют болгарскую палочку в соотношении к стрептококку 1:4-1:5.

Сквашивание молока длится 3-6 ч до кислотности 80-90 °Т. Содержание термофильного стрептококка в 1см³ продукта составляет 10⁷-10⁸ клеток. Основной процесс сквашивания ведут термофильные молочнокислые стрептококки, вносимые с закваской. В отсутствие болгарской палочки они хуже развиваются, поэтому сквашивание молока может затягиваться до 5-6 ч и более. Поведения дрожжей и бактерий группы кишечных палочек аналогично поведению этих микроорганизмов при производстве йогурта.

При размножении термоустойчивых молочнокислых палочек возникает порок - изменения кислотности продукта, если их количество достигает 10⁶ в 1см³.

11.5 Продукты с бифидобактериями

Продукты, обогащенные бифидобактериями, характеризуются высокими диетическими свойствами.

В настоящее время все бифидосодержащие продукты условно можно разделить на 3 группы.

В первую входят продукты, в которые вносят жизнеспособные клетки бифидобактерий, выращенные на специальных средах. Размножение этих микроорганизмов в продукте не предусматривается. Ко второй группе относят продукты, сквашенные чистыми или смешанными культурами бифидобактерий, активизация роста которых достигается обогащением молока бифидогенными факторами различной природы.

Третья группа бифидосодержащих продуктов включает продукты смешанного брожения, чаще всего сквашенные совместными культурами бифидобактерий и молочнокислых микроорганизмов.

Ассортимент продуктов, содержащих бифидобактерии, достаточно широк. Это кисломолочные напитки (“Бифидин”, “Бифилакт”, йогурт, кефир, простокваша), творог, быстрозревающий сыр, масло, сливочные кремы, национальные продукты, сухие детские молочные продукты и др.

Технологическая схема производства кисломолочного напитка “Бифидин” предусматривает сквашивание обезжиренного молока или пахты чистыми культурами мезофильных молочнокислых стрептококков и бифидобактериями *Bifidobacterium adolescentis* в соотношении 1:4. Напиток предназначен для диетического и лечебного питания всех возрастных групп населения.

Для приготовления молочного напитка “Бифилакт” используются штаммы бифидобактерий *Lbm.plantarum*. Бифидобактерии культивируют 22 ч в молоке при 37 °С с последующим введением закваски лактобактерий. Совместное культивирование проводят в течение 16 ч. Кислотность “Бифилакта” 80 °Т, общее число жизнеспособных клеток 10^8 в 1мл.

При производстве творога традиционным способом с использованием закваски, состоящей из мезофильных стрептококков и бифидобактерий, уменьшается количество стафилококков в готовом продукте и при хранении. Угнетение роста стафилококков обусловлено воздействием антибиотических веществ, образуемых бифидобактериями, а также наличием уксусной и молочной кислот, карбоксильных соединений.

При внесении закваски бифидобактерий в сливочное масло (до 10^5 - 10^6 клеток в 1г) качественная оценка масла повышается на 3-4 балла в сравнении с контролем. Присутствие бифидобактерий тормозит окислительные и гидролитические процессы порчи масла и позволяет сохранить его высокое качество.

Универсальный лечебно-продукт “Бифилайф”, содержит основные, доминирующие в кишечнике человека виды бифидобактерий – *B.bifidum*, *B. longum*, *B.adolescentis*, *B.breve*, *B.infantis*, которые используются также в качестве штаммов при выпуске детских молочных продуктов.

Кисломолочный продукт “Бифилин” производят на адаптированной молочной основе для диетического питания детей раннего возраста. Он обладает приятным кисломолочным вкусом и специфическим ароматом летучих кислот. Количество живых клеток бифидобактерий в 1см³ продукта составляет 10^9 , кислотность – 65 °Т.

Кисломолочные смеси “Малыш” и “Детолакт” содержат ассоциации различных видов и штаммов бифидобактерий и молочнокислых палочек. Продукты отличаются высоким количеством жизнеспособных клеток бифидобактерий и низкой кислотностью.

12 Микробиология масла

Масло животное в зависимости от массовой доли молочного жира и других потребителей показателей подразделяют на сливочное масло и топленое масло.

Сливочное масло представляет собой высокоэнергетический пищевой продукт, обладающий специфическими, свойственными ему вкусом, запахом, цветом, консистенцией и хорошей усвояемостью. Оно представляет собой концентрат молочного жира, массовая доля которого в масле различных видов колеблется от 50 до 85%. Кроме жира в масло частично переходят все составные части молока-белки, молочный сахар, витамины.

В качестве сырья для производства сливочного масла используют сливки с массовой долей жира от 32 до 55%.

Топленое масло – пищевой продукт, получаемый вытапливанием жировой фазы из жиросодержащих молочных продуктов, в том числе сливочного масла. Оно состоит из молочного жира (98-99%), имеет специфические, характерные для него вкус и запах, зернистую консистенцию и приятный темно-желтый цвет.

12.1 Источники микрофлоры масла

Микроорганизмы могут попадать в масло вместе со сливками, с поверхности оборудования и аппаратуры, из воды, соли, воздуха, упаковочного материала, вкусовых наполнителей, а для кисломолочного масла основным источником микрофлоры является закваска.

Сливки - наиболее обильный источник различной микрофлоры. Они могут содержать микрококки, кишечные палочки, молочнокислые, протеолитические, психротрофные бактерии. Количество микробов может колебаться от нескольких тысяч до десятков миллионов в 1 см и зависит от санитарных условий получения молока, сливок и их выдержки при положительной температуре. В сливках, выдержанных при 10°C в течении 2 сут, количество бактерий увеличивается в 100 раз и достигает 10^2 клеток в 1 см.

В сливках после пастеризации преобладают спорообразующие гнилостные и маслянокислые бактерии.

Оборудование и аппаратура при неудовлетворительной мойке и дезинфекции могут быть источником повторного обсеменения пастеризованных сливок бактериями, дрожжами и плесенями. Количество микрофлоры зависит от санитарных условий на предприятии.

Вода, которую используют для промывки масла, может содержать бактерии группы кишечных палочек, флюоресцирующие и гнилостные бактерии, которые при попадании в масло снижают его качество при хранении. В соответствии с ГОСТом в 1 см³ воды допускается не более 100 КОЕ бактерий, коли – титр не менее 300. Липолитических и протеолитических бактерий должно быть не более 5 клеток в 1 см³. Воду, не отвечающую этим требованиям, пастеризуют или хлорируют.

Соль, хорошо очищенная, содержит в 1 г единицы или десятки клеток бактерий, чаще микрококков и споровых палочек. В соли низкого качества имеется большое количество бактерий, меньше дрожжей и плесени. В 1 г соли должно содержаться не более 100 клеток микроорганизмов. Для уничтожения микробов соль прокаливают при температуре 150-180 °С в течение 1 ч, а для уничтожения плесеней растворяют в кипящей воде.

Воздух производственных помещений может служить источником обсеменения масла микрококками, флюоресцирующими, спорообразующими и бесспорными гнилостными бактериями, дрожжами и плесенями. Наиболее нежелательна обсемененность воздуха плесенями, обладающими липолитической активностью.

Упаковочный материал (пергамент, кашированная фольга и др.) может быть источником обсеменения поверхности масла плесенями, дрожжами и бактериями. В соответствии с инструкциями по микробиологическому контролю на 100 см² поверхности пергамента не должно быть кишечных палочек и более 5 колоний плесеней.

Вкусовые наполнители (кофе, какао, сахар) и белковые добавки (сухая и сгущенная пахта, сухое обезжиренное молоко), используемые в маслоделии, содержат микрофлору в разных количествах. Наиболее часто выявляют молочнокислые, протеолитические бактерии, дрожжи, бактерии группы кишечных палочек.

Закваска является источником молочнокислых стрептококков. В 1 см заквашенных и созревших сливок при производстве кисломолочного масла содержится сотни миллионов клеток этих микроорганизмов.

12.2 Закваска для кисломолочного масла

Молочнокислые бактерии закваски сбраживают молочный сахар и лимонную кислоту с образованием молочной кислоты, диацетила, летучих жирных кислот и эфиров, которые обеспечивают выраженный кисломолочный вкус и приятный запах кисломолочного масла и создают в нем неблагоприятные условия для развития посторонней микрофлоры.

Закваска включает кислотообразующие молочнокислые стрептококки *Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, а также ароматобразующие *Lac. diacetylactis* с хорошей способностью к образованию молочной кислоты и диацетила.

Молочные стрептококки закваски должны обеспечивать хорошие вкус и запах, плотный молочный сгусток, должны иметь хорошую сочетаемость между собой и устойчивостью.

Производственную закваску на предприятии готовят из сухой или жидкой закваски в основном трехпересадочным способом, а также из сухого бактериального концентрата беспересадочным или ускоренным способом.

Молоко для закваски стерилизуют при температуре 121 °С в течение 15 мин. Или пастеризуют при температуре 95 °С в течение 1 ч. Молоко после пастеризации нельзя переливать в другую посуду во избежание повторного его обсеменения микроорганизмами.

Сквашивание молока проводят по специальным режимам. Качество закваски контролируют по активности сквашивания, микроскопическому препарату (бактериальная чистота), наличие кишечных палочек, ароматообразующих бактерий (по образованию диоксида углерода, диацетила и ацетона), а также органолептическим свойствам (вкусу, запаху).

Кислотность заквасок должна быть в пределах 90-105 °Т, в микроскопическом препарате – только клетки молочнокислых стрептококков. Бактерии группы кишечных палочек должны отсутствовать в 10 см закваски.

Для сквашивания сливок производственную закваску вносят в охлажденные пастеризованные сливки в объеме 2-5 % и оставляют при температуре 16-20 °С на 4-6 ч.

Затем сливки охлаждают до 4-7 °С и выдерживают 5-7 ч. Общая продолжительность подготовки сливок к сбиванию составляет 15-17 ч. Такой режим целесообразен при переработке сливок с повышенной исходной бактериальной обремененности, так как он ускоряет развитие молочнокислых бактерий, подавляющих постороннюю микрофлору.

В промышленности распространен метод сквашивания сливок при средних температурах (14-17 °С). Количество вносимой при этом бактериальной закваски составляет 5-7 %, продолжительность сквашивания 12-16 ч. Метод обеспечивает повышенную по сравнению с t 16-20 °С степень отверстия жира и получение масла с хорошим вкусом, запахом и консистенцией.

Биологическое сквашивание сливок при пониженной температуре (10-12 °С) чрезмерно увеличивает выдержку и требует значительных количеств закваски (10 % и более).

Используется и так называемое краткое сквашивание сливок. При нем закваску вносят в сливки после физического созревания в таком количестве, чтобы сразу достигнуть требуемой кислотности.

Основным показателем биологического созревания сливок, характеризующим степень их сквашивания независимо от применяемого метода подготовки, является кислотность плазмы.

Оптимальной для получения кисломолочного масла с выдержанным типичным вкусом и ароматом является кислотность плазмы 55-56 °Т. В случае выработки кисломолочного масла для длительного хранения кислотность плазмы сквашенных сливок не должна превышать 50 °Т. При производстве соленого кисломолочного масла кислотность плазмы сливок не должна превышать 40 °Т.

Традиционная технология приготовления кисломолочного масла из биологически сквашенных сливок требует дополнительных трудовых затрат. Кроме того, с пахтой и промывной водой (при промывке масленого зерна) теряется до 90-95 % вкусовых и ароматических веществ сливок. В связи с этим предложен метод выработки кисломолочного масла из не сквашенных сливок путем внесения молочнокислой закваски в пласт в процессе его механической выработки.

Этот метод улучшает аромат и повышает длительность хранения масла, поскольку молочнокислые бактерии развиваются в первые дни хранения

и подавляют развитие посторонней микрофлоры. В результате обогащения плазмы закваской масло приобретает выраженные кисломолочные вкус и запах.

12.3 Состав микрофлоры и его изменение в процессе хранения масла

Объем первичной микрофлоры масла зависит от санитарно-гигиенических условий его производства и качества сливок, а также от способа выработки масла.

В масле, вырабатываемом из высокожирных сливок на паточных линиях непрерывного действия, содержится минимальное количество микроорганизмов. Значительно больше микробов находится в масле, вырабатываемом методом сбивания в маслоизготовителях периодического действия.

Микрофлора сладкосливочного масла состоит из остаточной микрофлоры сливок после пастеризации и микроорганизмов, попадающих в масло в процессе выработки. При этом микрофлора представлена молочнокислыми, спорообразующими протеолитическими бактериями, особенно из рода *Pseudomonas* и БГКП.

Общее количество микроорганизмов может колебаться в свежем масле от нескольких тысяч до 1 млн клеток в 1 г.

Микрофлора кисломолочного масла состоит в основном из заквасочных молочнокислых бактерий. В масле с длительным сквашиванием сливок содержание молочнокислых бактерий больше, чем при использовании сливок краткого сквашивания.

Скорость изменения микрофлоры в масле зависит от вида масла, содержания в нем плазмы и ее дисперсности в монолите, температуры хранения и т.п.

При хранении сладкосливочного масла в условиях высокой температуры (15 °С) возрастает в основном содержание молочнокислых бактерий через 5 дней и составляет десятки миллионов клеток в 1г, после чего наблюдается их уменьшение.

При хранении масла при низких положительных температурах (5 °С) увеличение количества микроорганизмов в масле происходит в основном за счет протеолитических спорообразующих и бесспорных бактерий микрококков, дрожжей и плесеней.

В сладкосливочном масле, охлажденном после выработки до отрицательной температуры, количество микробов при хранении не повышается, тогда как в масле той же выработки, но охлажденном после трех дней хранения при 6-8 °С, количество микробов повышается в несколько сотен раз по сравнению с первоначальным.

При температуре ниже минус 11 °С микробиологические процессы в масле прекращаются. Поэтому сладкосливочное масло после выработки направляют в холодильник на хранение при температуре от минус 15 до минус 18 °С.

В кисломолочном масле независимо от метода производства и температуры хранения происходит отмирание молочнокислых бактерий. При температуре хранения 15 °С микрофлора отмирает значительно быстрее, чем при более низких температурах. В кисломолочном масле, хранившемся при температуре 0-5 °С, количество молочнокислых бактерий через 3 мес. хранения снижается на 60 %, а через 5 мес. составляет 7 % количества в свежем масле. При этом ароматобразующие стрептококки отмирают несколько быстрее, чем *Lac. lactis* и *Lac. cremoris*. Количество дрожжей через 1 мес. хранения масла при 0-5 °С несколько увеличивается, а затем постепенно снижается.

Количество бактерий группы кишечных палочек через 3 мес. сохраняется примерно на уровне свежего масла, а через 5 мес. их практически не обнаруживают в 1 г. масла.

После двухлетнего хранения при отрицательных температурах в масле обоих видов общее количество микроорганизмов, дрожжей и плесеней практически рано нулю.

12.4 Пороки масла

Под пороками масла понимают отклонение его органолептических показателей от предусмотренных стандартом.

К порокам микробиологического происхождения относят кислый, сырный, дрожжевой вкус, нечистый вкус и запах, прогорклый горький вкус, плесневение и поверхностное окисление масла (штафф).

Кислый вкус (для сладкомолочного масла) появляется при использовании сырья повышенной кислотности и хранении масла при температуре выше 10 °С, что обуславливает развитие молочнокислых бактерий. Для сладкомолочного масла излишне кислый вкус отмечается при кислотности плазмы выше 23 °Т, для кисломолочного масла – выше 55 °Т.

Нечистые (затхлые, гнилостные) вкус и запах чаще встречаются в сладкомолочном масле. Причиной является развитие в масле посторонних протеолитических микроорганизмов, которые расщепляют белки плазмы до аминокислот с отделением от них углекислого газа и образованием аминов, сернистого водорода и других промежуточных продуктов. При глубоком распаде белков плазмы ощущаются сырный и гнилостный привкусы. Начальной стадии изменения белков плазмы соответствует нечистый вкус.

Развитию пороков способствует длительное хранение сливок на заводе до начала их переработки, недостаточно высокая температура пастеризации, плохое диспергирование влаги в масле, низкий санитарно-гигиенический уровень производства.

Сырный вкус вызывается протеолитическими бактериями и плесенями при разложении белка и жира. Он наблюдается только в старом масле. Степень выраженности сырного привкуса зависит от количества Н-валерьяновой кислоты и других летучих кислот с низкой молекулярной массой. Сырный привкус развивается во время хранения масла при положительных температурах.

Дрожжевой привкус образуется в результате сбраживания лактозы дрожжами родов *Togula*, и др., а также при разложении аминокислот с образованием спиртов. Характерен для кисломолочного несоленого масла.

Прогорклый вкус возникает при гидролизе молочного жира липазой флюоресцирующих бактерий, плесеней и дрожжей. Порок чаще встречается в несоленом масле. Процесс разложения жира протекает в две стадии. Вначале идет гидролиз жира с образованием масляной, капроновой и каприловой кислот, которые придают маслу прогорклый вкус и повышают кислотность масла. Затем происходит окисление жирных кислот с образованием кетокислот, кетонов, альдегидов, эфиров и других веществ, усиливающих выраженность порока.

Для предупреждения порока необходимо не допускать попадания в сливки и масло посторонней микрофлоры; контролировать температуру пастеризации сливок, которая должна быть не ниже 85 °С; хлорировать воду, используемую для промывки масла, оборудования и инвентаря; быстро охладить масло до минусовой температуры.

Горький вкус обусловлен разложением белков плазмы до пептонов при развитии протеолитических бактерий и особенно флюоресцирующих палочек, обладающих протеолитическими и липолитическими свойствами. Причиной этого порока могут быть также некоторые виды дрожжей и плесеней. При более глубоком разложении белков появляются сырный и гнилостный привкус. Горький вкус появляется при хранении масла в холодильниках при низких положительных температурах. Для предупреждения порока необходимо проводить тепловую обработку сливок при температуре не ниже 85-90 °С и строго соблюдать санитарно-гигиенические режимы производства.

Плесневение масла обусловлено развитием кистевидной, молочной, гроздевидной и других плесеней на поверхности масла и воздушных прослоек. Порок появляется при выработке масла из не пастеризованных сливок, при неудовлетворительном распределении плазмы в монолите и плохой взбивке масла. При развитии плесеней в масле возникают также пороки вкуса и запаха. Рост плесеней в масле значительно замедляется при 0 °С, а при температуре минус 11 °С их развитие прекращается. При концентрации соли в масле 1,5-2 % рост плесени замедляется, а при концентрации 4 % прекращается полностью.

Для предупреждения плесневения масла необходимо предупреждать обсеменение сырья и продукта плесенями, соблюдать санитарно-гигиенические и технологические условия производства и хранения масла. Необходимо строго соблюдать режим тепловой обработки сливок, правильно обрабатывать масло, плотно набивать монолит, быстро и глубоко охлаждать его, хранить продукт при низких температурах и относительно низкой влажности воздуха.

Штафф (поверхностное окисление масла) проявляется образованием на монолите полупрозрачного слоя, имеющего специфический запах и неприятный горьковатый, а иногда приторно-едкий вкус, который расценивают

как гнилостный или затхлый. Окраска масла в слое штафа значительно темнее остальной массы продукта.

Штафф вызывается полимеризацией глицеридов и окислением молочного жира при развитии психотропных липолитических (флюоресцирующих палочек и др. бактерий рода *Pseudomonas*), протеолитических бактерий и плесеней. Катализаторами являются солнечный свет, высокая жиро-, влаго- и воздухопроницаемость упаковочных материалов. Для предупреждения порока необходимо не допускать попадания в сливки и масло посторонней микрофлоры. Порок можно предупредить уменьшением количества воздуха в масле, снижением проницаемости используемых упаковочных материалов, герметизацией упаковки, хранением масла при отрицательных температурах. Так, при использовании алюминиевой фольги, кашированного пергамента, а также полимерных материалов штафф не образуется.

12.5 Микробиологический контроль производства масла

На маслозаводах проводят микробиологический контроль поступающих молока, сливок, сливок в процессе производства масла, закваски, вспомогательных материалов и готовой продукции, а также контроль санитарно-гигиенических условий производства в цехах, складах маслохранилищах, заквасочной.

Поступающее сырье (молоко, сливки) контролируют на общую бактериальную обсемененность по редуктазной пробе.

В сливках после пастеризации определяют общую бактериальную обсемененность и БГКП не реже одного раза в месяц.

Общее количество бактерий после пастеризатора: в 1 см³ сливок хорошего качества может допускаться до 1000, а сливок удовлетворительного качества до 5000 колониеобразующих единиц. Бактерии группы кишечных палочек должны отсутствовать в 10 см³.

В сливках после охладителя (метод сбивания), в сливках из под сепаратора общее количество бактерий в 1 см³ пастеризованных сливок хорошего качества может достигать до 5 тыс., удовлетворительного качества до 75 тыс., БГКП должны отсутствовать в 1 см³.

По результатам микробиологического контроля по ходу технологического процесса производства масла выявляют места с высокой микрофлорой и принимают меры к ее ограничению. В кисломолочном масле (в готовой продукции) 2 раза в месяц определяют наличие кишечных палочек, патогенных бактерий, а в сладкомолочном, кроме того, общее количество микроорганизмов и по возможности количество протеолитических бактерий, дрожжей и плесеней.

При проведении контроля санитарно-гигиенического состояния производства масла определяют микробиологическую чистоту оборудования, трубопроводов, инвентаря, фляг, ушатов, деревянной тары, рук работников, воздуха, воды, пергамента, кашированной фольги, соли.

13 Микробиология сыра

13.1 Виды сыров

Сыр получают из молока путём ферментативного свёртывания белков, выделения сырной массы с последующей обработкой и созреванием.

Ассортимент сыров в нашей стране насчитывает более 150 наименований. Вырабатывают сыры твёрдые, мягкие, кисломолочные, рассольные и плавленые.

Твёрдые, или прессованные сыры (швейцарский, советский, российский, голландский и др.) содержат в сухом веществе от 20 до 50 % жира, от 42 до 55 % влаги, от 1 до 3,5 % соли. Сырное тесто формуется и прессуется для удаления сыворотки. Созревают сыры от 1 до 6 месяцев.

Мягкие, или непрессованные сыры (рокфор, пятигорский, останкинский, русский камамбер, адыгейский, любительский и др.) вырабатывают с содержанием в сухом веществе от 40 до 50 % жира, от 46 до 80 % влаги, от 1 до 5 % соли. Сыры не бывают больших размеров, иначе сырное тесто слишком спрессуется под давлением собственной тяжести. Часто сыры производят с добавлением особых видов плесени, которые придают этим сырам пряный аммиачный запах и образуют естественную съедобную корочку. Иногда их готовят с применением овечьего или козьего молока. Продолжительность созревания от 7 до 60 суток или без созревания.

Кисломолочные, или свежие сыры (сливочный, чайный, геленджикский). После заквашивания и введения кисломолочных бактерий сырное тесто не подвергают никакой дополнительной обработки, но иногда смешивают с пряностями, травами или измельченными орехами. Эти сыры имеют пастообразную консистенцию. Часто их готовят из овечьего или козьего молока.

Рассольные сыры (грузинский, осетинский, брынза, сулугуни и др.) производят с содержанием в сухом веществе от 40 до 45 % жира, от 35 до 53 % влаги, от 1 до 7 % соли. Отжимают и прессуют, некоторые раскатывают и прессуют слоями. Затем выдерживают в рассоле, после чего можно подсушивать или коптить. Как правило, готовят их из овечьего молока. Сулугуни в процессе приготовления подогревают, и он становится волокнистым. Продолжительность созревания от 1 до 60 суток.

Плавленые сыры (советский, голландский, российский, «Янтарь», «Дружба», «Волна» и др.) вырабатывают с содержанием в сухом веществе от 20 до 55 % жира, от 40 до 52 % влаги, от 2 до 3 % соли. Сладкие плавленые сыры содержат до 16 % сахара.

Для производства плавленых сыров используют сычужные сыры, творог, сливочное масло, различные наполнители и специи.

13.2 Источники первичной микрофлоры сыра

Микрофлора сыра складывается из микрофлоры молока, сычужного порошка и закваски, приготовленной из чистых культур микроорганизмов.

Качество сыра определяется микробиологическим составом молока. На образование вкуса влияет не только микрофлора заквасок, но и посторонние микроорганизмы. Ферменты этих бактерий часто выдерживают режимы пастеризации и влияют в дальнейшем на созревание сыра. Поэтому нельзя получить сыр высокого качества, если в исходном молоке количество бактерий превышает $10^6 - 10^7$ в 1 см^3 .

Сычужный порошок содержит преимущественно споры гнилостных бацилл. Общая микробная обсемененность его не превышает 100 тысяч клеток в 1 г, что в расчёте на 1 см^3 заквашенного молока составляет не более 2-3 клеток, поэтому на микрофлору сыра эти микроорганизмы действие не оказывают.

Бактериальная закваска при производстве сыров является главным источником микрофлоры сыра, т.к. количество заквасочных микроорганизмов, вносимых с закваской, достигает десятков миллионов клеток в 1 см^3 молока.

При использовании пастеризованного молока практически единственным источником микрофлоры, участвующей в созревании сыра, является закваска. Роль других источников микрофлоры – воздуха, посуды и инструментов – незначительна.

13.3 Развитие микробиологических процессов при выработке сыра

Технология сыров включает следующие основные операции: созревание и пастеризацию молока, подготовку к свёртыванию и свёртывание молока, обработку и второе нагревание сгустка, формирование, прессование, посол и созревание сыра.

Созревание молока. Свежевыдоенное молоко (парное или охлаждённое) нельзя перерабатывать в сыр, так как оно плохо свёртывается под действием ферментов и, находясь в бактерицидной фазе, представляет собой неблагоприятную среду для развития молочнокислых бактерий. Поэтому при выработке сыров молоко подвергают предварительному созреванию, т.е. выдержке с использованием закваски и без неё.

Оптимальным режимом созревания молока является выдержка его при температуре $(10+2) \text{ }^\circ\text{C}$ в течение $(12+2)$ ч. На созревание может быть направлено молоко в сыром виде или после пастеризации.

Во время созревания молока заканчивается бактерицидная фаза, и начинают развитие молочнокислые бактерии. Кислотность молока за период созревания увеличивается не более чем на 1-2 $^\circ\text{T}$.

Кислотность молока перед свёртыванием для твёрдых сыров с низкой температурой второго нагревания должна быть 18-20 $^\circ\text{T}$, для сыров с высокой температурой второго нагревания – 17-19, для рассольных сыров – 20-21, для брынзы – 22-23 $^\circ\text{T}$. В зрелом молоке должно содержаться от 3 до 15 млн. клеток в 1 см^3 молочнокислых бактерий.

Допускается использование смеси несозревшего и зрелого молока. Зрелое молоко обычно добавляют к свежему в количестве от 15 до 40 %. Ес-

ли зрелое молоко не используют немедленно, то его охлаждают и хранят при температуре 8 °С.

Подготовка молока к свёртыванию. При подготовке молока к свёртыванию в него вносят бактериальную закваску. Закваски, используемые, в виде бактериальных концентратов вносят, как правило, в молоко в дозе 0,5-1,5 % массы молока.

В отличие от заквасок для кисломолочных продуктов и масла все штаммы закваски для сыров должны обладать протеолитической активностью, т.е. способностью разлагать белок.

Свёртывание молока. Сыры, приготовляемые свёртыванием молока сычужным ферментом, называют сычужными в отличие от кисломолочных, при выработке которых сгусток образуется под влиянием молочной кислоты, выделяемой при молочнокислом брожении.

Продолжительность свёртывания при выработке всех сычужных сыров составляет от 20 до 60 мин. Расход сычужного фермента составляет 2,5 г на 100 кг смеси молока. Фермент вносят в виде 1 или 2,5 % растворов.

Для ускорения свёртывания молока его нагревают до 32-35 °С, а пастеризованное молоко охлаждают до этой температуры. При этом быстро размножаются мезофильные молочнокислые бактерии, увеличивается кислотность молока и ускоряется его свёртывание, так как оптимальным значением рН для действия сычужного фермента является 5,9-6,0.

Обработка сгустка и второе нагревание. Сгусток обрабатывают для частичного удаления сыворотки (влаги) и создания оптимальных условий для развития микробиологических процессов в сгустке. Процесс выделения сыворотки сгустком называют **синерезисом**.

Для более полного выделения сыворотки сгусток разрезают, вымешивают полученное сырное зерно и вторично нагревают.

Второе нагревание сырной массы проводят при низкой температуре (40-43 °С) для мелких твёрдых сыров типа голландского или при высокой температуре (56-60 °С) для крупных сыров типа швейцарского и советского. Продолжительность второго нагревания при выработке крупных твёрдых сыров составляет 25-40 мин, мелких – 10-20 мин.

Во время второго нагревания усиливается выделение сыворотки из зерна. При низкой температуре количество мезофильных молочнокислых стрептококков практически не изменяется, и при последующих технологических операциях они продолжают быстро размножаться. При нагревании сырного зерна до 56-60 °С развитие мезофильных молочнокислых стрептококков подавляется, часть их отмирает, при дальнейшей выработке сыра активизируется развитие термофильных молочнокислых палочек и стрептококков.

Формование и прессование сыра. Формование сырной массы проводят для придания сыру формы, соответствующей тому или иному виду.

Прессованием удаляют остатки сыворотки и добиваются определённой плотности сыра. Продолжительность прессования 2-3 ч.

Очень важным фактором, влияющим на качество сыра в период формования и прессования, является температура сырной массы.

Мягкие и самопрессующиеся сыры прессуют при высокой температуре (20 °С). Твёрдые сыры можно прессовать при более умеренной температуре (15-16 °С). Однако если качество молока хорошее, рекомендуется прессовать сыры при высокой температуре, чтобы усилить микробиологические процессы. При низкой температуре прессуют сыры, изготавливаемые из незрелого, а также менее доброкачественного молока, когда возможно вспучивание сырной массы.

В процессе прессования под действием сычужного фермента происходит частичный протеолиз казеина, что приводит к увеличению количества растворимых азотистых соединений, являющихся источником питания молочнокислых бактерий, что стимулирует их размножение.

Посолка сыра. Поваренная соль влияет на формирование вкуса, запаха и консистенции. Содержание поваренной соли в различных зрелых сырах колеблется от 1,2 до 7 %.

При посолке сыра в рассоле происходит удаление молочного сахара из сыра, сначала с его поверхностного слоя, а затем из более глубоких слоёв, а в сырную массу поступает соль. В результате этого бактериологические процессы замедляются, что имеет важное значение для борьбы с ранним вспучиванием сыра, вызываемым бактериями группы кишечных палочек.

В случае высокой концентрации соли (свыше 3,7 %) может полностью подавляться развитие молочнокислых бактерий и снижаться кислотность сыра, т.е. повышается величина рН. В такой среде могут развиваться опасные для человека токсигенные стафилококки. Поэтому для предотвращения их развития рекомендуют использовать в составе заквасок солеустойчивые штаммы молочнокислых бактерий, которые могут развиваться при концентрации соли до 6 %. После равномерного распределения соли в сырной массе бактериологические процессы вновь восстанавливаются.

Мягкие сыры солят в рассолах меньшей концентрации (18-20 %) и менее продолжительное время – от 40-50 мин до 12ч, твёрдые сыры солят в рассоле с большей концентрацией (20-22 %) в течение нескольких суток.

Созревание сыра. Сыр после прессования и посолки представляет собой резинистую массу без вкуса и выраженного рисунка. Свойственные данному сыру химический состав и органолептические показатели он приобретает только в результате глубоких биохимических и физических изменений его компонентов в процессе созревания.

Микрофлора большинства видов свежих сыров почти полностью состоит из молочнокислых бактерий. При этом в первой стадии созревания преобладают молочнокислые стрептококки, а во второй – палочки.

13.4 Особенности микробиологических процессов при созревании различных сыров

13.4.1 Твёрдые сыры с низкой температурой второго нагревания

К этой группе относят жирные сыры: голландский, костромской, пошехонский, степной, эстонский, ярославский и др., а также сыры с пониженной жирностью: литовский, прибалтийский и др.

В составе микрофлоры этих сыров преобладают мезофильные молочнокислые стрептококки, развитию которых способствует высокая влажность сырной массы и относительно низкая температура созревания (12-15 °С). При такой температуре не могут развиваться термофильные бактерии. Продолжительность созревания сыров данной группы составляет 2-3 месяца.

При выработке таких сыров количество молочнокислых стрептококков уже в первые 5-10 дней созревания достигает максимального значения – 2,5-3,5 млрд. клеток и более в 1 г. После этого в связи с полным сбраживанием лактозы и её отсутствием в сырной массе, происходит постепенное отмирание молочнокислых стрептококков.

В течение 1-2 месяцев основная масса стрептококков погибает, одновременно происходит увеличение количества мезофильных молочнокислых стрептобактерий *Lbm. plantarum*, которое достигает максимума через 1,5-2 месяца. При дальнейшем созревании сыра постепенно отмирают и молочнокислые палочки.

Стрептобактерии не являются заквасочными микроорганизмами. Они попадают в сыр с молоком. Их размножение на второй стадии созревания сыра обусловлено, способностью усваивать в качестве источника углерода соли молочной кислоты (лактат кальция).

Такая закономерность динамики микрофлоры характерна при созревании всех сыров данного типа.

13.4.2 Твёрдые сыры с высокой температурой второго нагревания

По составу микрофлоры они существенно отличаются от сыров с низкой температурой второго нагревания. Типичным для данной группы является швейцарский сыр. Созревают они при температуре 22-25 °С.

В сырном зерне перед вторым нагреванием преобладают молочнокислые стрептококки. Под действием высокой температуры второго нагревания (56-60 °С) уменьшается объем микрофлоры в сырной массе за счёт частичной гибели мезофильных молочнокислых стрептококков, в то время как термофильные молочнокислые палочки остаются жизнеспособными. Уже в односуточном сыре количество палочек составляет 50-90 %. Через 2-5 суток созревания отмечается максимальное накопление молочнокислых бактерий, которое составляет около 1 млрд. клеток в 1 г. сыра.

В дальнейшем происходит уменьшение в сыре общего объёма микрофлоры и количества молочнокислых палочек, что объясняется полным сбра-

живанием лактозы. В это же время отмечается относительное увеличение количества молочнокислых стрептококков. Это объясняется их большей устойчивостью к недостатку лактозы, а также воздействию поваренной соли.

К 30-му дню количество молочнокислых палочек снова увеличивается при продолжающемся уменьшении количества стрептококков. Это происходит за счёт размножения мезофильных стрептобактерий *Lbm. plantarum*, способных усваивать лактаты. Способностью усваивать лактаты обладают также пропионокислые бактерии, которые начинают развиваться в сыре после сбраживания лактозы. Размножаясь, эти микроорганизмы выделяют углекислый газ, в результате чего через 2-3 недели в сыре появляется рисунок, т.е. немногочисленные глазки диаметром 1-1,5 см. Сыры типа швейцарского созревают относительно медленно (до 6 месяцев) из-за небольшого объёма микрофлоры, который уменьшается под действием высокой температуры второго нагревания.

13.4.3 Мягкие сыры

В зависимости от применяемых микроорганизмов, участвующих в созревании, мягкие сыры подразделяют на следующие группы:

1. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и поверхностной микрофлоры сырной слизи (дорогобужский, калининский, пятигорский).

2. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий, белой плесени и микрофлоры сырной слизи, развивающихся на поверхности сыра (смоленский, любительский зрелый и др.).

3. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и белой плесени, развивающейся на поверхности сыра (русский камамбер, белый десертный и др.).

4. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и голубой плесени, развивающейся в тесте сыра (рокфор, армянский рокфор).

5. Сыры свежие, созревающие при участии молочнокислых бактерий (любительский, геленджикский, сливочный, домашний, адыгейский и др.).

Мягкие сыры содержат большое количество сыворотки и лактозы, поскольку при их выработке не проводят второго нагревания и прессования. Это способствует быстрому развитию молочнокислых стрептококков, максимальное количество (5,0-6,0 млрд. в 1 г) которых накапливается уже в первые дни созревания.

Затем они отмирают, и через 5-10 дней количество молочнокислых стрептококков уменьшается в несколько десятков раз. Отмирание стрептококков обусловлено недостатком лактозы, а также интенсивным накоплением молочной кислоты. В дальнейшем уменьшается кислотность сырной массы за счёт щелочных продуктов, образующихся при распаде белковых веществ под действием протеаз, выделяемых плесенями, находящимися внутри сыра, а также микрофлоры слизи на корке. Это создаёт благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий.

Развитие молочнокислых стрептобактерий в этих сырах происходит значительно раньше, чем в других сырах, что обусловлено быстрым расходом лактозы, и через 10 дней их содержание уже превышает количество молочнокислых стрептококков, а через 15 дней достигает максимума - нескольких миллиардов в 1 г.

13.4.4 Плавленые сыры

В состав микрофлоры сыров входят микроорганизмы, выдерживающие температурный режим плавления (75-80 °С 15-20 мин или 90-95 °С 10-12 мин): термофильные молочнокислые палочки, стрептококки, энтерококки, маслянокислые бактерии и другие спорообразующие микроорганизмы. Количество микроорганизмов составляет сотни и тысячи клеток в 1 г.

Маслянокислые бактерии способны вызвать порок – позднее вспучивание сыра. Поэтому плавленые сыры необходимо хранить при температуре не выше 8 °С.

13.5 Пороки сыров

Пороки – это отклонение от стандартных показателей возникающие в сырах при переработке недоброкачественного сырья, в результате нарушения технологии производства и правил хранения продукта.

Условно различают пороки: консистенции, рисунка, вкуса, запаха, цвета и внешнего вида.

Пороки консистенции. Крошливая консистенция возникает при переработке молока повышенной кислотности и из-за слишком активного размножения молочнокислых бактерий и молочнокислого брожения. Из-за избытка молочной кислоты параказеин плохо набухает, сырное тесто имеет недостаточную связность, легко ломается и крошится. При газообразовании тесто раскалывается, возникают трещины (колющаяся консистенция, или самокол). В случае пересушки сырного зерна появляются внутренние и наружные разрывы сырной массы – свищи.

Резинистая консистенция появляется при недостаточном развитии молочнокислых бактерий, недостатке молочной кислоты в сырной массе. Порок обусловлен излишней обсушкой сырного зерна и низким содержанием влаги в сыре после прессования.

Мерами предупреждения пороков консистенции являются следующие: выработка молока из зрелого молока определенной кислотности, использование доброкачественных бактериальных заквасок, внесение больших доз бактериальной закваски, обеспечение оптимальных режимов технологии.

Пороки рисунка. Слепой сыр характеризуется отсутствием рисунка, что является показателем слабого развития ароматообразующихся молочнокислых стрептококков в мелких сырах и пропионовокислых бактерий в швейцарском и советском сырах.

Причинами порока являются переработка незрелого молока, внесение малой дозы бактериальной закваски, низкая температура посола и созревания сыров.

Редкий и мелкий рисунок наблюдается при переработке молока повышенной кислотности, при низкой температуре созревания сыра, а в крупных сырах – при подавлении развития пропионовокислых бактерий из-за пересола сыра.

Вспучивание сыров происходит в результате выделения газов (CO_2 и H_2) в избыточном количестве. Возбудителями раннего вспучивания являются бактерии группы кишечных палочек. Порок возникает в первые дни созревания, а иногда в процессе прессования сыра. Появлению порока способствуют вяло протекающий кисломолочный процесс, высокое значение рН, низкая концентрация соли в сыре и высокая температура в посолочном отделении. Для предупреждения раннего вспучивания необходимо использовать бактериально чистое молоко, активную закваску, создавать оптимальные условия для развития молочнокислых бактерий. Возбудителями позднего вспучивания сыров являются маслянокислые бактерии, которые развиваются в созревающем сыре после прекращения молочнокислого процесса и повышения рН сыра вследствие накопления продуктов белкового распада при созревании сыра. Маслянокислые бактерии попадают в сыр с молоком при кормлении коров некачественным силосом. Для позднего вспучивания характерны: неправильный щелевидный рисунок сыра, размягчённая, губчатая консистенция, резкий запах масляной кислоты, неприятный сладковатый и даже салитый вкус.

В крупных сырах маслянокислое брожение приводит к образованию крупных, неправильной формы глазков и щелевидных пустот, а также к появлению чрезмерно больших глазков, так называемого бычьего глаза.

Для борьбы с поздним вспучиванием применяют штаммы *Lac. lactis*, вырабатывающие низин. В состав закваски вводят также низиноустойчивые штаммы *Lac. cremoris* и ароматизирующих стрептококков, *Lbm. plantarum*.

Пороки вкуса и запаха. Горький вкус – связан с накоплением в сыре пептонов и горьких пептидов вследствие развития маммококков и микрококков, обсеменяющих молоко в антисанитарных условиях его получения и при низкой температуре созревания сыра.

Прогорклый вкус обусловлен низкомолекулярными жирными кислотами (главным образом масляной кислотой), которые образуются при расщеплении жира липазами флюоресцирующих, маслянокислых бактерий и плесеней.

Салистый вкус и запах появляются в сырах при развитии маслянокислых бактерий, окисляющих жир с образованием оксикислот и альдегидов, имеющих салистый вкус и запах.

Аммиачные вкус и запах возникают в сырах, созревающих при излишнем развитии микрофлоры сырной слизи.

Кислый вкус – его причинами могут быть использование молока повышенной кислотности, интенсивное размножение молочнокислых бактерий и излишне высокий уровень активной кислотности сыра после прессования.

Слабовыраженный вкус – причиной порока является применение малоактивных бактериальных заквасок микроорганизмов, обладающих низкой способностью к кислотообразованию, расщеплению лактозы и протеинов. В крупных сырах также вызывается слабым развитием пропионовых бактерий при нарушении технологических режимов.

Запах сероводорода – возбудителем порока являются энтерококки, которые разлагают серосодержащие аминокислоты с образованием сероводорода, что резко ухудшает качество сыра. Возникновению порока способствуют низкая кислотность и слабый посол сыра. Для предупреждения порока необходимо интенсифицировать молочнокислый процесс – применять активную закваску, повышать температуру созревания сыра.

13.6 Микробиологический контроль производства сыра

На сыродельных заводах проводят два вида микробиологического контроля: контроль технологических процессов и готовой продукции и санитарно-гигиенический контроль условий производства.

При контроле технологических процессов производства сыра и готовой продукции исследуют молоко, предназначенное для выработки сыра, проводят контроль пастеризованного молока, сыра, исследуют также закваску.

В сыром молоке, поступающем на сыродельные заводы, кроме редуцтанной пробы и определения наличия ингибирующих веществ один раз в 10 дней, а в случае необходимости и чаще проводят контроль сыропригодности молока, при этом определяют общее количество спор мезофильных анаэробных лактосбраживающих бактерий, ставят пробу на брожение и сычужно – бродильную пробу. Количество проб мезофильных анаэробных лактосбраживающих (маслянокислых) бактерий определяют методом предельных разведений.

Контроль качества закваски осуществляют ежедневно по органолептическим показателям, активности закваски, отсутствию загрязнения посторонней микрофлорой, наличию ароматобразующих бактерий (для мелких сыров).

В смеси молока из ванны или сыроизготовителя определяют общее количество спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих бактерий и бактерий группы кишечных палочек не реже одного раза в 10 дней.

Споры мезофильных анаэробных лактатсбраживающих бактерий и БГКП не должны обнаруживаться в 0,1 см³.

Сыр после прессования контролируют на наличие бактерий группы кишечных палочек один раз в 10 дней.

Сыр в конце созревания. Исследуют каждую партию на выявление бактерий группы кишечных палочек, а при вспучивании определяют общее количество спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих бактерий.

В сырах после прессования БГКП должны отсутствовать в 0, 00001 г, а в сыре в конце созревания кишечной палочки не должны выявляться в 0,001 г.

Готовый продукт (сыры) контролируют каждую партию, а плавленые сыры – не реже одного раза в месяц.

К объектам **контроля санитарно – гигиенических условий** производства относят оборудование и аппаратуру, посуду, инвентарь, руки и санитарную одежду работников, воду, воздух, а также материалы производства. Из материалов производства в сыроделии исследуют сычужный фермент, при этом определяют общее количество микроорганизмов, присутствие БГКП и наличие анаэробных клостридий. Показатель КОЕ не должен превышать 6 тысяч, кишечные палочки и анаэробные клостридии не должны выявляться соответственно в 3 и 1 г сычужного порошка.

14 Микробиология консервированных молочных продуктов и мороженого

14.1 Принципы консервирования молочных продуктов

Молочные консервы – это продукты из натурального молока или молока и пищевых наполнителей, которые в результате специальной обработки могут длительное время сохранять свои свойства без изменений.

Изменение свойств и порча пищевых продуктов вызывается главным образом действием микроорганизмов, обуславливающих гниение, гликолиз, липолиз, изменение цвета, запаха, консистенции и другие пороки.

Для надежной защиты продуктов от порчи, используя биологические принципы. Все методы консервирования можно разделить на три основные группы:

1) методы, основанные на принципе **биоза**, т.е. поддержания жизненных процессов в сырье (молоке) и использование его естественного иммунитета;

2) методы, основанные на принципе **анабиоза**, т.е. подавлении (замедлении) жизнедеятельности микроорганизмов при помощи различных физических, химических и биологических факторов;

3) методы, основанные на принципе **абиоза**, т.е. на полном прекращении всех жизненных процессов, как в сырье, так и в микроорганизмах.

Ни один из принципов, положенных в основу этой классификации не может быть осуществлен на практике в чистом виде. Однако каждый метод консервирования характеризуется преобладанием какого-либо одного принципа.

14.1.1 Биоз – поддержание в продукте или сырье жизненных процессов, препятствующих развитию микроорганизмов, а также использование естественного иммунитета сырья. Так, в свежесцеженном молоке содержатся бактерицидные вещества, губительные для микроорганизмов, которые в течение определенного отрезка времени не могут размножаться (бактерицидная фаза молока).

14.1.2 Анабиоз – подавление биологических и физико-химических процессов, протекающих в сырье, пищевых продуктах и населяющей их микрофлоре. Различают несколько разновидностей анабиоза: термоанабиоз, ксероанабиоз, осмоанабиоз, наркоанабиоз и ценоанабиоз.

Термоанабиоз – охлаждение (психроанабиоз) и замораживание (криоанабиоз). При охлаждении молока (2-10 °С) снижается биологическая и биохимическая активность микрофлоры и ферментов молока. При замораживании (-12 – -25 °С) ферментные процессы прекращаются и микробная клетка не размножается. В замороженном состоянии можно хранить сырое молоко, сливки, творог, сгущенное молоко.

Ксероанабиоз – прекращение развития микробов путем удаления из продукта воды или доведения ее до минимального количества, при котором микробиологические и ферментативные процессы максимально подавляются.

Применяют сушку молока и молочных продуктов, в которых погибает часть вегетативных форм микробов, а жизнеспособность спор сохраняется. При увлажнении продукта микроорганизмы начинают развиваться, что приводит к его порче.

Осмоанабиоз – подавление развития микроорганизмов созданием высоких концентраций сухих осмотически деятельных веществ в продукте, в результате чего происходит плазмолиз клетки. Требуемое для эффективного консервирования осмотическое давление 16-18 МПа обеспечивается при концентрации в сгущенном молоке сахарозы 62,5-63,3 % или глюкозы 35-36 %, поскольку молярность растворов глюкозы почти вдвое больше, чем сахарозы. Осмотическое давление 1 % раствора сахарозы около 0,07 МПа, глюкозы 0,12 МПа.

Некоторые микроорганизмы адаптируются к повышенному осмотическому давлению и могут развиваться в сгущенных молочных продуктах с сахаром. Поэтому для предупреждения порчи их необходимо хранить при низких температурах.

Наркоанабиоз – ингибирующее воздействие на микроорганизмы кислорода, углекислого газа, азота. Молоко и сухие продукты хранят в среде азота или углекислого газа.

Ценоанабиоз – подавление жизнедеятельности вредной микрофлоры путем введения полезных микроорганизмов и создания благоприятных условий для их развития. Используется при производстве кисломолочных продуктов, сыра, кислосливочного масла и др.

14.1.3 Абиоз – полное прекращение жизненных процессов в сырье, продукте и микрофлоре. Наблюдается при стерилизации продуктов.

Тепловая стерилизация – действие высокой температуры, вызывающей гибель клеток микробов в результате денатурации белка и других необратимых изменений в цитоплазме.

Молоко стерилизуют при высокой температуре (105-107, 130-150 °С).

Лучевая стерилизация осуществляется под действием ультрафиолетовых лучей. Наибольшим бактерицидным свойством обладают лучи с длиной волны 200-295 нм. Применяют для обеззараживания тары, воздуха, поверхности стен, упаковочного материала, поверхности головок сыра и др.

Радиационная стерилизация (радаппертизация) – применение ионизирующих излучений для уменьшения количества микроорганизмов, инактивации ферментов, дезинсекции пищевых продуктов и сырья.

Облучение молока интенсивностью 1 кДж/кг способствует более продолжительному сохранению его при низких температурах. Однако при обработке молочных продуктов гамма-лучами в них появляются посторонние запахи и привкусы, разлагается аскорбиновая кислота и быстро окисляется жир. Все это ограничивает применение ионизирующих излучений в молочной промышленности.

Химическая стерилизация – применение антисептиков и антибиотиков в целях подавления развития микроорганизмов в молочных продуктах.

Антисептики (сорбиновая кислота, сорбаты калия и натрия) добавляют в сгущенные молочные продукты с сахаром для подавления развития плесеней. Так, для подавления шоколадно-коричневой плесени сорбиновую кислоту в количестве 0,02 % массы продукта добавляют на стадии его охлаждения или в сахарный сироп.

Антибиотик низин используют при производстве стерилизованных молочных продуктов. Одновременно с тепловой обработкой он эффективно воздействует на спорообразующие бактерии при относительно мягких режимах. Стерилизацию проводят при 112 °С вместо 118 °С с выдержкой 10-12 мин вместо 18-20 минут.

По принципам консервирования молочные консервы разделяют на три основные группы: по принципу абиоза – стерилизованные молочные консервы; по принципу осмоанабиоза – сгущенные молочные консервы с сахаром; по принципу ксероанабиоза – сухие молочные продукты.

14.2 Микрофлора стерилизованных молочных консервов и ее источники

Сгущенное стерилизованное молоко вырабатывают двумя способами: путем высокотемпературной обработки (УВТ) сгущенного молока с последующей асептической закаткой банок и иногда окончательной стерилизацией; путем розлива подготовленного сгущенного молока в жестяные банки с последующей их закаткой и стерилизацией.

При производстве первым способом размножение сохранившихся спорообразующих бактерий может происходить на участке накопления молока между УВТ-установкой и розливом. Это в первую очередь термофильные спорообразующие *Bac. stearothermophilus*, способные размножаться при 50-55 °С.

При производстве вторым способом стерилизация сгущенного молока в жестяных банках приводит к уничтожению практически всех микроорганизмов. Единичные споры могут сохраниться в отдельных банках вследствие обильного обсеменения и неравномерного прогрева продукта в процесс стерилизации при малейших нарушениях режимов. В молоке после стерилизации могут выживать споры следующих бацилл: *Bac. subtilis*, *Bac. megatherium*, *Bac. cereus*, *Bac. coagulans* и др.

14.2.1 Пороки сгущенного стерилизованного молока

При последующем хранении консервов в благоприятных условиях споры могут прорасти и вызывать порчу продукта в отдельных банках. В таблице 14.1 приведены данные о роли отдельных видов микроорганизмов в порче сгущенного стерилизованного молока.

Таблица 14.1 - Пороки сгущенного стерилизованного молока

Микроорганизмы	Вызываемые пороки	Условия, способствующие возникновению пороков
1	2	3
<i>Bac. subtilis</i>	Сладкое свертывание, горечь	Наличие кислорода, температура до 37 °С

Продолжение таблицы 14.1

1	2	3
Анаэробные клостридии, маслянокислые бактерии	Створаживание сгустка, бомбаж	Нарушение режимов стерилизации
<i>Bac. coagulans</i>	Сырнй привкус, свертывание	Наличие кислорода
<i>Bac. cereus</i>	Коагуляция на поверхности, образование токсинов	То же
<i>Bac. stearothermophilus</i>	Свертывание, горечь	Температура выше 50 °С

14.2.2 Микробиологический контроль производства стерилизованного сгущенного молока

По ходу технологического процесса отбирают пробы следующих объектов исследования: сырое молоко, пастеризованное молоко, молоко из емкости для хранения, нормализованное молоко из бака перед вакуум-выпарной установкой, сгущенное молоко после вакуум-выпарной установки (после гомогенизатора), из емкости перед фасованием, сгущенное молоко из незакатанной банки после разливочно-укупорочного автомата, из 3-5 закатанных банок с продукцией перед стерилизацией.

Сырое молоко по общей бактериальной обсемененности по редуктазной пробе должно быть не ниже 1-го класса. Количество спор мезофильных и термофильных бацилл и клостридий не должно превышать 100 в 1 см³.

В пастеризованном молоке общее количество бактерий должно быть не более 5 тыс. в 1 см³, а в сгущенном молоке не более 10 тыс. в 1 см³. Количество спор мезофильных и термофильных микроорганизмов не более 10 в 1 см³.

В случае повышенного бактериального обсеменения сгущенного молока перед стерилизацией необходимо дополнительно проверить все стадии технологических процессов в целях выяснения мест загрязнения. Одновременно контролируют санитарно-гигиеническое состояние оборудования.

Молоко сгущенное стерилизованное в банках должно удовлетворять требованиям промышленной стерильности и не содержать патогенных микроорганизмов или их токсинов.

Готовую продукцию для бактериологического контроля отбирают от каждой партии по 5 банок (образцов), проверенных на герметичность. Образцы термостатируют при 37 °С в течение 6 сут. После этого банки осматривают. При вздутии крышки или доньшка, не опадающего при нажиме пальцами, банка с продуктом считается бомбажной. Банки без дефектов вскрывают и анализируют органолептически, по титруемой кислотности, по микроскопическому препарату.

В сгущенном молоке после термостатирования не должно происходить изменений органолептических и физико-химических свойств, а в микроскопическом препарате клетки и споры микробов не должны обнаруживаться.

Кислотность сгущенного стерилизованного молока в банках должна составлять не более 50 °Т.

14.3 Микрофлора сгущенных молочных консервов с сахаром

В процессе производства сгущенного молока с сахаром сырое молоко нагревают до 95-120 °С, чтобы обеспечить содержание 41,5-42 % сахара в готовом продукте, и выпаривают под вакуумом до соотношения сгущенного молока и сахара 2,5:1, затем быстро охлаждают до кристаллизации лактозы.

В вакуум-выпарной установке может происходить размножение термофильных спорообразующих микроорганизмов, находящихся на оборудовании после плохой мойки и дезинфекции. В процессе охлаждения и кристаллизации может произойти вторичное обсеменение. При розливе молока с сахаром может также происходить обсеменение продукта из воздуха.

Сгущенное молоко с сахаром не является стерильным продуктом. Наиболее опасными микроорганизмами являются дрожжи, микрококки и плесневые грибы, спорообразующие бактерии и другие осмофильные микроорганизмы, способные размножаться при высоких концентрациях сахара.

Микрококки могут выживать при пастеризации, поэтому во время хранения консервов их количество в первые 1,0-1,5 мес может увеличиваться от 10^2 до 10^6 в 1 см³ продукта. Затем начинается отмирание, и к концу года их содержание приближается к первоначальному. Аналогично развиваются коагулазоположительные стафилококки.

Бактерии группы кишечных палочек могут попадать в консервы на последней стадии производства – в момент фасования, но в дальнейшем не находят благоприятных условий для развития и при хранении продукта отмирают.

Спорообразующие термофильные бактерии, выживая в процессе пастеризации, могут впоследствии размножаться при длительном процессе сгущения. Но в дальнейшем условий для их размножения не создается, и они редко рассматриваются как возбудители пороков сгущенного молока с сахаром.

Дрожжи, сбраживающие сахарозу, интенсивнее размножаются при повышенной кислотности молока и пониженной концентрации сахара. Пере-

носчиками дрожжей чаще всего служит непроваренный сахарный сироп, воздух, тара и руки рабочих. Развитие дрожжей в готовом продукте особенно интенсивно происходит в первые 15-30 дней после выработки. Впоследствии дрожжи постепенно отмирают, поэтому в старых банках с явно выраженным бомбажем дрожжи могут быть не обнаружены.

Плесени развиваются на поверхности продукта или на внутренней поверхности крышки банки. Для предупреждения плесневения рекомендуется мыть и обсушивать крышки и банки, закрывать банки под вакуумом (при разрежении), хранить молоко при низкой температуре. Рекомендуется также устанавливать бактерицидные лампы над конвейером в тех местах, где проходят открытые банки со сгущенным молоком.

14.3.1 Пороки молочных консервов с сахаром

Загустевание. Сгущенное молоко с этим пороком представляет собой густую пастообразную массу. При микробиологическом загустевании кислотность молока повышенная, иногда появляется сырный запах. Порок чаще всего вызывается микрококками. Эти бактерии сбраживают молочный сахар до молочной кислоты и воздействуют на белки, в результате чего появляется сырный запах.

Порок может возникать также из-за ненормального физико-химического состава молока (молозиво, повышенное содержание альбумина), а также в результате изменений белков, происходящих при пастеризации (85 °С). При этом вкус молока почти не изменяется.

Образование «пуговиц». Этот порок заключается в образовании на поверхности сгущенного молока с сахаром уплотнений, представляющих собой сгусток казеина различного цвета (от беловатого до желтоватого и красновато-бурого).

Образование «пуговиц» чаще всего вызывается шоколадно-коричневой плесенью. При развитии молоко, соприкасающееся непосредственно с плесенью, вначале немного загустевает. В дальнейшем у основания колонии оно превращается в типичную «пуговицу», окрашенную в красновато-бурый цвет. Цвет колонии вначале светлый, через 12-15 дней он переходит в шоколадно-коричневый.

Плесень устойчива к неблагоприятным условиям. Она развивается при минимальном количестве воздуха и при высокой концентрации сахара. Не растет при температуре около 5°С и погибает при нагревании до 80 °С.

Сгущенное молоко с сахаром при росте в нем шоколадно-коричневой плесени портится в результате разложения белка. Молоко приобретает неприятный сырный вкус.

Бомбаж. Порок характеризуется образованием газа, приводящего к вздутию, а иногда даже разрыву банок. Газ способны образовывать дрожжи, маслянокислые бактерии и кишечная палочка.

Однако при исследовании бомбажных банок в большинстве случаев были обнаружены только дрожжи, сбраживающие сахарозу. Развитию

их способствует повышенная кислотность молока и пониженная концентрация сахара.

Основным источником попадания дрожжей на завод являются мешки с сахарным песком. При неудовлетворительном хранении мешки с сахаром увлажняются и пропитываются сахарным сиропом, в результате создаются условия, благоприятные для роста дрожжей и плесеней. Продукты заражаются через воздух, тару и руки рабочих.

Плесневение. На поверхности молока или крышки (с внутренней стороны) при хранении появляются колонии плесени. Это чаще всего зеленая кистевидная плесень (*Penicillium glaucum*), но иногда (при наличии минимального количества воздуха) появляются колонии гроздевидной плесени (*Cladosporium*).

Причиной порока является обсеменение сгущенного молока плесенями и наличие воздуха между крышкой банки и поверхностью молока. Чем толще воздушная прослойка, тем больше опасность плесневения молока.

Во избежание плесневения рекомендуется:

- стерилизовать банки и крышки;
- периодически перевертывать банки со сгущенным молоком при хранении;
- хранить молоко при низкой температуре;
- закатывать банки под вакуумом.

Пороки, связанные с обсеменением молока цветными микрококками. Цветные микрококки способны развиваться при повышенной концентрации сахарозы, и имеют оптимальную температуру роста около 20-30°C. При хранении молока микрококки вызывают пороки вкуса (сырный вкус и пр.), связанные в основном с изменением белковой фазы молока. Эти пороки могут возникать при длительном хранении и в условиях пониженных температур.

Источниками микрококков являются сырое молоко и мешки из-под сахарного песка, а также воздух помещений и оборудование.

Прогоркание. При исследовании сгущенного молока с прогорклым вкусом во всех случаях было обнаружено наличие микрококков с липолитическими свойствами, т.е. обладающими способностью разлагать жир. На твердых питательных средах они образуют желтые и белые колонии, обладающие высокой термостойкостью. Полное отмирание их наблюдается только при нагревании молока до 85 °С. При температуре пастеризации молока 90-95 °С они полностью уничтожаются. Липолитические микрококки часто находятся в воздухе. Поэтому необходимо предохранять его от загрязнения.

14.3.2 Микробиологический контроль производства сгущенного молока с сахаром

Не реже одного раза в декаду контролируют сырье, направляемое на выработку сгущенного молока с сахаром, какао, кофе.

В каждой партии выпускаемых молочных консервов определяют содержание бактерий группы кишечных палочек. Общее количество бактерий в готовом продукте и по ходу технологического процесса устанавливают 1 раз в месяц.

По микробиологическим показателям продукты должны отвечать следующим нормативным требованиям:

- **сгущенное цельное молоко с сахаром** – бактерии группы кишечных палочек не допускаются в 1 г продукта, фасованного в потребительскую тару. Общая бактериальная обсемененность не должна превышать 25 тыс. клеток в 1 г;

- **какао со сгущенным молоком и сахаром, сливки сгущенные с сахаром, кофе натуральный со сгущенным молоком и сахаром** – бактерии группы кишечных палочек не должны содержаться в 1 г продукта, общее количество не должно превышать 35 тыс. клеток в 1 г.

Кроме того, 1 раз в 5 дней сгущенное молоко с сахаром проверяют на наличие дрожжей и плесеней. Партии сгущенного молока с сахаром, экспортируемые в зарубежные страны или в район с жарким климатом, рекомендуется выдерживать в течение 10 дней при 25 °С, а затем определять в этих образцах содержание дрожжей. Если при посеве обнаружены дрожжи, то появляется опасность, что при дальнейшем хранении консервов возникнет бомбаж.

Сгущенные молочные консервы следует периодически проверять на содержание протеолитической и липолитической микрофлоры.

Одновременно с отбором проб для контроля технологического процесса отбирают пробы для контроля санитарно-гигиенического состояния и цеха. Определяют общее количество бактерий, БГКП, а также периодически количество дрожжей, протеолитических и липолитических бактерий.

14.4 Микрофлора мороженого и ее источники

Под мороженым понимают твердые или пастообразные молочные продукты, получаемые из пастеризованной массы, замороженной при сильном взбивании, в результате которого объем массы за счет насыщения воздухом увеличивается на 20-120 %.

Основным сырьем для приготовления мороженого является молоко, сухое молоко и сливки, а также различного рода добавки.

В зависимости от исходных компонентов различают следующие виды мороженого: цельномолочные (цельное молоко или сухое цельное молоко), пломбир (с высоким содержанием яиц), простое (обезжиренное молоко или сухое обезжиренное молоко), фруктовое (фрукты или изделия из фруктов в качестве добавок), сливочное (минимально 10 % молочного жира), сливочное простое с растительным жиром (минимально 3 % жира) и другие.

Во всех видах мороженого важной составной частью является сахароза (10-15 %). Добавками могут быть свежий белок, сухой лед, питьевая вода, масло, молочный белок, кофе, какао, шоколад, миндаль, орехи, вино, вани-

лин, глюкоза, фруктоза, лактоза, пищевые органические кислоты, связывающие вещества (эферы, целлюлоза, пектин, агар-агар, желатин, крахмал, амилопектин), жиродержащая глазурь, пищевые красители и др.

Большое разнообразие сырья и добавок приводит к содержанию в мороженом многих видов микробов. Основными источниками обсеменения мороженого могут служить сырье и добавки, оборудование, вода, воздух, обслуживающий персонал, упаковочные материалы. Длительное таяние мороженого перед употреблением может привести к интенсивному размножению микроорганизмов, имеющихся в перерабатываемой массе.

В используемых для приготовления мороженого молоке и молочных продуктах до пастеризации могут накапливаться ферменты микробов и продукты их обмена, обуславливающие изменения органолептических свойств мороженого (прогорклый, кислый вкус).

Из оставшихся после пастеризации молока жизнеспособных микробов на качество мороженого могут влиять бациллы, термоустойчивые микрококки и энтерококки, а после вторичного обсеменения – клетки *E. coli*.

В яйцах и яичных продуктах могут присутствовать сальмонеллы и бета-гемолитические стрептококки, которые сохраняются при нарушении режимов пастеризации смеси или вследствие вторичного обсеменения.

Шоколад и какао-порошок свободны от влаги, поэтому развитие микроорганизмов в них не наблюдается. В них часто выявляются споры бацилл и реже – осмофильные дрожжи и плесневые грибы.

Сахароза в кристаллической форме не является средой для развития микроорганизмов, но часто загрязнена осмофильными дрожжами.

Из связывающих веществ наибольшее количество микроорганизмов содержит желатин. В нем часто находят споры бацилл и клостридий, бактерии группы кишечных палочек и др.

Плоды, плодовые изделия, орехи часто бывают заражены дрожжами и плесневыми грибами. Последние способны продуцировать микотоксины, обладающие канцерогенным действием.

Вода, используемая для производства мороженого должна отвечать стандартам на питьевую воду. Упаковочный материал также может служить источником загрязнения.

К числу источников загрязнения, подлежащих контролю, относят фасовочные устройства (щипцы, дозаторы). Поэтому целесообразно порционирующие приспособления помещать в 15 % раствор лимонной или винной кислоты.

14.4.1 Микробиологический контроль производства мороженого

Контроль производства мороженого включает контроль санитарно-гигиенических условий производства, технологического процесса и готового продукта.

Санитарно-гигиенические условия производства мороженого контролируют по общей схеме с учетом специфики производства, оборудования,

инвентаря и материалов. Для контроля эффективности мойки и дезинфекции оборудования, инвентаря и рук производственного персонала проводят санитарно-микробиологическое исследование смывов на выявление бактерий группы кишечных палочек.

Контроль технологического процесса производства мороженого предусматривает контроль сырья, смеси для мороженого - до и после пастеризации, различных наполнителей (сиропов, гарниров, джемов и др.). В пробах из всех названных объектов определяют общее количество бактерий и содержание бактерий группы кишечных палочек.

В молочных продуктах, используемых для изготовления мороженого, могут содержаться различные микроорганизмы в количестве от десятков до сотен тысяч в 1 см³.

В смеси для мороженого после пастеризации общее количество бактерий не превышает 1 тыс. клеток в 1 см³, а бактерии группы кишечных палочек не обнаруживаются в 0,01 г.

Каждую партию желатина, используемого для производства мороженого, контролируют на общую бактериальную обсемененность, содержание БГКП и аэробных спорообразователей.

В других связующих веществах обычно обнаруживают бактерии группы кишечных палочек, дрожжи, плесени и другие микроорганизмы, общее количество которых составляет десятки тысяч в 1 см³.

В готовом продукте определяют общую бактериальную обсемененность, содержание БГКП, *Staph. aureus*, а при необходимости - наличие патогенных микробов. Общая обсемененность должна составлять не более 100 тыс. клеток в 1 г, присутствие БГКП не допускается в 0,01-0,1 г, а золотистого стафилококка - в 1 г. Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, не должны выявляться в 25 г мороженого (таблица 14.2)

Таблица 14.2 – Микробиологические показатели мороженого

Вид продукта	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г, см ³), в котором не допускаются		
		БГКП (ко- лиформы)	патогенные, в том числе сальмонеллы	<i>Staph. aureus</i>
Мороженое на молочной основе	1×10 ⁵	0,01	25	1,0
Мороженое мягкое из жидких	1×10 ⁵	0,1	25	1,0
Мороженое мягкое из сухих	1×10 ⁵	0,1	25	1,0
Жидкие смеси для мягкого мороженого	3×10 ⁴	0,1	25	1,0

14.5 Микрофлора сухих молочных продуктов и ее источники

Продукты получают из сгущенного цельного или обезжиренного молока, сливок и пахты высушиванием на распылительных или вальцовых сушильных установках.

К основным видам сухих молочных продуктов относят молоко коровье цельное сухое 20 % и 25 % жирности, молоко сухое «Домашнее», молоко коровье обезжиренное сухое, сливки сухие, сливки сухие высокожирные, продукты сухие кисломолочные, пахту сухую. Изготавливают также сухие молочные продукты с растительными компонентами.

При производстве сухого молока не достигается полного уничтожения микроорганизмов. Сохраняемость продукта обусловлена низким содержанием влаги (не более 5 %), поэтому увлажнение сухого молока приводит к быстрой его порче. Из микрофлоры сырого молока после пастеризации остаются споры бактерий родов *Bacillus* и *Clostridium*, а также термоустойчивые клетки энтерококков, микрококков, стафилококков.

Психротрофные бактерии погибают при термической обработке молока, однако вырабатываемые ими в сыром молоке протеолитические ферменты при пастеризации не разрушаются и впоследствии при хранении готового продукта могут отрицательно влиять на его вкус вследствие разложения белков.

Это обусловлено тем, что при сушке распылением температура капелек молока достигает лишь 60-90 °С, которая оказывает относительно небольшое губительное действие на микроорганизмы. При последующих операциях - охлаждении, транспортировании, упаковывании - может происходить дополнительное вторичное обсеменение продукта, в том числе и бактериями группы кишечных палочек, спорами плесеней и др.

Особенно опасны при производстве сухого молока патогенные и энтеротоксигенные микроорганизмы, которые могут в дальнейшем размножаться при восстановлении сухого молока. К таким бактериям относят сальмонеллы, патогенные стафилококки и *Vac. segei*⁵, являющиеся возбудителями пищевых отравлений.

Термофильные молочнокислые стрептококки и энтерококки могут развиваться в молоке в процессе выпаривания, особенно при пониженных температурах. При распылительной сушке в готовом продукте они составляют основную часть общей бактериальной обсемененности.

В 1 г сухого молока допускается до 100 клеток коагулазоположительных стафилококков, а в 1 г восстановленного молока - 5×10^3 клеток.

Бактерии группы кишечных палочек в процессе производства практически не размножаются и могут служить показателем санитарно-гигиенического состояния производства при контроле свежесвыработанной продукции, так как при хранении эти микроорганизмы в сухом молоке отмирают.

Споры плесневых грибов попадают в продукт из воздуха и главным образом с транспортирующего и упаковочного оборудования. Впоследствии

они вызывают плесневение готового продукта при хранении, если он подвергается увлажнению.

14.5.1 Пороки сухого молока

При нарушении условий хранения и повышенной влажности воздуха в складском помещении возможны увлажнение сухого молока и возникновение пороков. Основные виды микроорганизмов, обнаруживаемые в сухом молоке, и влияние их на качество продукта показаны в таблице 14.3.

Таблица 14.3 – Пороки сухого молока

Микроорганизмы	Условия, способствующие размножению	Вызываемые пороки
1	2	3
<i>Bac. subtilis</i> , <i>Bac. cereus</i>	При восстановлении сухого молока	Нечистый вкус
<i>Bac. stearothermophilus</i>	Длительное пребывание в вакуум-выпарной установке	Пороки вкуса
<i>Str. Thermophilis</i> , <i>Ent. Durans</i> , <i>Ent. faecalis</i>	Задержка в трубопроводах, длительное пребывание в вакуум-выпарных установках при пониженных температурах	Образование кислоты, горький вкус
Стафилококки	Задержка в трубопроводах, резервуарах	Горький вкус
Психротрофные бактерии	Низкие температуры и длительные сроки хранения	Распад белка при хранении, горький, прогорклый вкус
Плесневые грибы (<i>Mucor</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i>)	Увлажнение продукта в процессе хранения	Плесневение

14.5.2 Микробиологический контроль производства сухого молока

Контроль технологического процесса производства сухих молочных консервов проводят не реже одного раза в месяц. Каждую партию контролируют по двум показателям: содержание общего количества бактерий и бактерий группы кишечных палочек. При контроле детских сухих смесей также определяют количество дрожжей, плесеней, *E. coli*, *Bac. cereus*, *Staph. aureus*, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы.

Общее количество бактерий в 1 г сухого цельного молока высшего сорта должно составлять до 50 тыс., а первого сорта - 70 тыс. клеток. В обезжиренном сухом молоке для непосредственного потребления общая бактериальная обсемененность должна составлять до 50 тыс., а для промышленной переработки - 100 тыс. клеток в 1 г.

Бактерии группы кишечных палочек в сухих молочных продуктах не должны обнаруживаться в 0,1 г. Наличие патогенных микроорганизмов не допускается в 25 г продукта.

Наряду с контролем технологического процесса производства сухого молока также контролируют санитарно-гигиеническое состояние производства (оборудования, цеха и др.).

Список использованных источников

1. **Гриневич, А.Г.** Молочные бактерии [Текст]: монография / А.Г. Гриневич. – Минск.: Высшая школа, 1981. – 164 с.
2. **Королев, С.А.** Основы технической микробиологии молочного дела [Текст] / С.А. Королев – М.: Пищевая промышленности, 1974. – 344 с.
3. Краткий определитель бактерий Берги. [Текст] / под ред. Дж. Хоул-та. – М.: Из-во Мир, 1980. – 444 с.
4. **Нецепляев, С.В.** Лабораторный практикум по микробиологии пищевых продуктов животного происхождения [Текст]: учебное пособие / С.В. Нецепляев, А.Я. Панкратов. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 222 с.
5. **Панкратов, А.Я.** Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии [Текст]: учебное пособие / А.Я. Панкратов, С.В. Григоров, Р.Л. Кащенко. – М.: Пищевая промышленность, 1975 – 215 с.
6. **Полищук, П.К.** Микробиология молока и молочных продуктов [Текст]: учебник / П.К. Полищук, Э.С. Дербинова, Н.Н. Казанцева. – М.: Пищевая промышленность, 1978 – 239 с.
7. **Рыкова Л.И.** Основы микробиологического контроля консервного производства [Текст]: учебное пособие / Л.И. Рыкова, М.И. Черняева. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 404 с.
8. **Сидоров М.А.** Микробиология мяса и мясопродуктов [Текст]: учебник / М.А. Сидоров, Р.П. Корнелаева. – М.: «Колос», 2000. – 240 с.
9. **Скородумова А.М.** Практическое руководство по технической микробиологии молока и молочных продуктов [Текст]: / А.М. Скородумова. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 306 с.