ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный человек не может представить свой рацион питания без молока и молочных продуктов и прежде всего сыров.

Беларусь традиционно обеспечивала молочными продуктами, в том числе и сырами, не только себя, но и Россию, и страны ближнего зарубежья.

Традиционные приемы производства сыра, совершенствуемые веками, завоевали незыблемые позиции и позволяют получать высококачественные сыры. Однако жизнь не стоит на месте и на смену традиционным приемам, которыми пользовались уже несколько поколений сыроделов, приходят интенсификация и автоматизация производства.

Наряду с кисломолочными продуктами ферментируемые сыры вырабатывают с применением заквасочных микроорганизмов, без которых невозможно в современных условиях получить высококачественный продукт из пастеризованного молока, идущего на производство сыров. Классический сычужный фермент в сыроделии сегодня заменяют молокосвертывающие ферментные препараты не только животного происхождения, но и микробиального, и др. На вопросы, каким ферментам и закваскам отдать предпочтение, подходят ли традиционные приемы производства сыра к новому, предлагаемому сыроделам оборудованию, часто ответа в имеющихся учебниках не найдешь. Тем более интерес представляют производство новых видов сыров, вырабатываемых на предприятиях молочной промышленности Беларуси, а вместе с ними и анализ возможных проблем, способы профилактики.

Познать истоки сыроделия, классические способы производства сыров, а также современные тенденции развития сыроделия за рубежом и в Республике Беларусь позволит данное пособие. В нем подробно рассмотрены вопросы, касающиеся переработки молока на сыр, включая сырье, его подготовки и отдельных стадий производства сыров. Много внимания уделено бактериальным закваскам, бактерио-

фагам, молокосвертывающим ферментам, используемым в сыроделии, а также производству новых видов сыров, в том числе в Белару-. си. Проанализированы микробиологические процессы и особенности их протекания при применении заквасок прямого способа внесения. Широко освещены вопросы производства термокислотных сыров, плавленого сыра.

Материал пособия основывается на классической технологии и современных достижениях отечественной и зарубежной науки и практики.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 490102 «Технология хранения и переработки животного сырья», изучающих технологию молока и молочных продуктов, в частности технологию сыра, а также студентов других специальностей пищевого и сельскохозяйственного профиля.

Поскольку подобной книги в Беларуси ранее не издавалось, такое пособие устранит имеющиеся пробелы по данному предмету.

Пособие является коллективным трудом одного из классиков сыроделия, доктора технических наук, профессора, академика Международной академии холода, Международной инженерной академии, Нью-Йоркской академии наук, ученого России и Литвы Р. И. Раманаускаса и его преемницы и ученицы кандидата технических наук, доцента Т. И. Шингаревой. Главы 1, 5, 6, 7 написаны Т. И. Шингаревой, остальные — совместно двумя авторами.

Глава 1. ИЗ ИСТОРИИ СЫРОДЕЛИЯ

1.1. Истоки развития сыроделия

Сыр - древнейший продукт. История его производства уходит своими корнями в ту эпоху, когда охотники начали приручать диких животных, например тура, от которого произошли все известные на сегодняшний день породы крупного домашнего рогатого скота. Так, уже за 5000 лет до Рождества Христова в Месопотамии, Палестине, на побережье Черного моря, в Малой Азии, Египте и Северной Африке люди разводили животных с целью получения молока. Шумерам — народу с высокоразвитой культурой, населявшему Вавилон в междуречье Евфрата и Тигра, — доение было известно уже в период с 3500 до 2800 г. до Рождества Христова. Об этом свидетельствуют археологические находки эпохи Джемдет-Наср.

Тем не менее полученное от животных молоко в свежем виде долго не хранилось. Древний человек обнаружил, что если скисшее молоко отжать, остается довольно плотная масса, которую после высушивания можно хранить. Такого рода сыр и сейчас делают кое-где на Востоке и в Африке. Известно также, что народы, давным-давно населявшие некоторые районы нынешней Сибири, превращали сквашенное молоко в творожную массу, которую коптили над костром и потребляли в пищу вместо хлеба. Таким образом производимая из сквашенного молока продукция явилась прообразом кисломолочного сыра.

Однако сыры, изготовление которых основано на введении в молоко молокосвертывающих ферментов, были известны в древности. В истории не зафиксирована точная дата, когда человек впервые применил для свертывания молока фермент растительного или животного происхождения. Трудно предположить, когда и кем было обнаружено, что молоко свертывается. Вероятно, уже доисторические охотники обнаружили в желудке убитого молодого животного, недавно употребившего материнское молоко, белковый продукт в форме небольшого

сычужного сыра. Молоко также свертывалось в результате попадания соцветий чертополоха, семен дикого шафрана, молочного сока фигового дерева или винного уксуса.

То, что сыроделие в античном мире было хорошо развито, подтверждают довольно подробные сведения об этом в работах государственных деятелей, писателей и агрономов древних Греции и Рима — Плиния старшего, Колумеллы, Варрона и др. Причем греческие авторы чаще упоминают сыр из козьего молока, римские — из молока овец.

В трудах древнегреческого мыслителя Аристотеля можно найти самое существенное, что было известно в то время о переработке молока, и, в частности, о выработке сыра — он описал технику свертывания молока и приготовления сыра.

В Древнем Риме ассортимент вырабатываемых сыров уже тогда был достаточно разнообразным: сыр типа творога, соленый и несоленый, с вином и медом, с пряностями, мягкие домашние сырки для потребления в свежем виде и твердый сыр, выдерживавший перевозку за море, и др. Сыр хранили в рассоле или набивали в просмоленные бочки и заливали виноградным соком, крышки которых покрывали гипсом. В те времена уже был известен копченый сыр, а также твердый сыр, высушенный на солнце, который перед употреблением натирали на терке.

В ту пору не только в Риме, но и во многих других странах сыр первенствовал среди продуктов, получаемых из молока. Как записано в книге «Домоводство античных греков», диета олимпийских атлетов состояла из свежего сыра, сухих фиг и пшенной каши. При этом молочный жир использовался в основном на лекарства и мази, а для приготовления пищи применялось оливковое масло.

Еще многие столетия (а если считать со времен Древнего Востока, то тысячелетия) сыр был одним из основных продуктов, которые изготавливались из молока.

Одним из древнейших источников информации о пользе сыра является сборник знаменитого врача древней Греции Гиппократа «О диете». В нем дается такая характеристика сыра: «Сыр силен, горячит, питателен... Силен — потому что очень близко стоит к порождению; питателен — потому что представляет остаток из наиболее мясистой части молока; горячит — потому что жирен...»

С течением времени долины рек активно заселялись людьми, а методы животноводства и изготовления сыра приспосабливались под местные климатические и географические условия.

Гельветы в Швейцарских Альпах усовершенствовали свои навыки производства твердого сыра. Пастухи-сыроделы уходили в горы на несколько месяцев, где нашли способ наиболее рационального использования молока — стали варить крупный сыр: на изготовлении одного круга уходил дневной удой от нескольких десятков коров. Молоко перерабатывали в котлах, под которыми раскладывали огонь (так возникли термины «сыроварение», «первое нагревание»), полученный сгусток измельчали и перемешивали стволом молодой елки с сучьями, а прессовали сыр под камнями. Такой сыр созревал долго, его не требовалось часто отправлять в долины. Так появился эмментальский сыр массой от 60 до 130 кг, созревающий более полугода и прекрасно переносящий перевозку.

Мягкий сыр остался излюбленным сортом на равнине, прежде всего на севере и востоке Франции, а также на территории нынешней Бельгии, где поселились франки из области Рейна и Майна. Здесь было положено начало столь популярным во всем мире сортам сыра бри и камамбер. Карл Великий (742-814), франкский император, слыл большим любителем сыра и огромное значение придавал безупречной чистоте при содержании скота и переработке молока. По приказу императора в его резиденцию в Аахене поставлялся сыр из самых разных стран, в том числе французский сыр «бри де мо».

По мере распространения христианства и основания монастырей в Европе наука обрела свою новую обитель. За толстыми стенами монастырей монахи накапливали самые разнообразные знания. Они изучали не только Слово Божье, но и чтение, письмо и многое другое. Монастырям принадлежали огромные угодья, на которых крестьяне могли пасти свой скот, расплачиваясь за этой натурой, в том числе — свежим молоком. Для того чтобы скоропортящийся продукт не пропал, монахи освоили технику сыроделия. По их заказу были изготовлены огромные медные котлы, в которых можно было одновременно качественно перерабатывать большие объемы молока. Монастыри постепенно развивались и становились центрами сельскохозяйственного производства. Так, некоторые известные сегодня сорта сыров носят их имена: марой, сен-не-ктер, пон-левек и ливаро, пор-дю-салю.

В Эльзасе появился сыр мюнстер, название которого произошло от греческого или латинского слова Monasterium (монастырь).

Лучшими торговыми путями в древние времена были водные пути. Викинги умели использовать это преимущество и завоевывали с моря новые области, основывали торговые центры и привозили с собой крупный рогатый скот. Так, нормандская корова обрела во Франции новую родину и с тех пор дает свое вкусное молоко для производства сыра бри и камамбера.

Крестовые походы обеспечили Венеции статус торговой столицы в восточном Средиземноморье. Таким же образом и иерусалимские фирменные сыры появились на рынках Европы. Несколько поколений спустя нидерландцы начали экспортировать свой сыр и свои знания о его производстве.

В Европе настоящий прорыв навстречу сырной индустрии произошел в конце XIX в. С увеличением народонаселения возрос спрос на продукты питания, особенно на те, которые хорошо переносят транспортировку от места производства продукции к месту ее потребления.

Развитие железнодорожного транспорта во время промышленной революции значительно повлияло на сбыт сыра. По железной дороге свежее молоко быстро доставлялось на крупные молокозаводы, а производимый сыр — в города, где любители сыра получили возможность наслаждаться мягкими сырами и сырами с благородной плесенью, которые ранее портились при длительной транспортировке.

Решение проблемы продления срока хранения продовольствия было получено благодаря трудам химика Юстуса фон Либиха (1803-1873) и французского химика и бактериолога Луи Пастера (1822-1895). Пастер доказал, что воздействие высоких температур убивает микроорганизмы и разработал способ пастеризации. Так был открыт путь к продлению срока хранения жидкостей, в том числе молока. В результате стало возможным производить качественный сыр промышленным способом.

Известный ученый Илья Ильич Мечников (1845-1916), исследуя молочнокислые бактерии, усовершенствовал метод пастеризации. Открытие ирландского физика Джона Тиндаля об устойчивых к высоким температурам спорах привело к разработке сычужного фермента, изготавливаемого промышленным способом. Совершенствовалось и оборудование для сыров, начали появляться крупные молокоперерабатывающие предприятия, на которых для снятия сливок использовали центрифуги.

Параллельно техническим нововведениям получила развитие наука в области животноводства. Благодаря селекционированию были созданы специальные молочные породы коров, что позволило увеличивать объемы производимого молока и использовать его не только непосредственно в пищу, но и на другие молочные продукты, в том числе сыры.

Заселив Северную Америку, англичане, французы, итальянцы, немцы и другие представители народов Европы и Азии внедрили здесь производство своих национальных сыров. То же произошло в Центральной и Южной Америке, Австралии и Новой Зеландии.

Сегодня в европейских странах широко распространены такие сыры, как эмментальский, эдамский, гауда, рокфор, чеддар, бри, горгонзола, камамбер. Причем название сыра может происходить от названия города, деревни, местности, где он впервые выработан. Таково происхождение, например, российских сыров — ярославского, пошехонского, угличского, алтайского и др.; французских — рокфора, камамбера, бри; итальянских — пармезана и горгонзолы; голландских — эдамского и гауда; английских — чеддара и стилтона и т. д. Некоторые сыры носят название рек или озер — нямунас (Неман), волжский, днестровский, нарочь. Названия других сыров определены их величиной (лилипут), формой (клинковый) или цветом (голубой, зеленый, белый), а иногда — назначением (чайный, закусочный, дорожный) или особенностями вкуса (сливочный, пикантный, острый).

Сегодня каждая страна выделяется своими сырами. Так, Франция знаменита мягкими сырами и прежде всего сырами с пикантным острым вкусом, а также свежими сырами, выпускаемыми в продажу без созревания, которые составляют больше половины всего производства сыров. Десятки видов сыров вырабатываются из козьего и овечьего молока. Каждый департамент Франции имеет свой ассортимент сыров, в котором много местных названий.

Италия — одна из немногих стран, где сыр в большой мере является народной пищей. Сыр и глоток сухого вина — наиболее распространенный завтрак простого итальянца. Так повелось со времен Древнего Рима, когда на сырных кухнях в крестьянских хозяйствах были созданы разновидности сыров, широко распространенных сей-

час в Италии. Прежде всего Италия знаменита терочными сырами, которые во всем мире называются итальянскими. Вырабатываемые здесь пармезан, сбринц, пекорино завоевали мировую известность. На первом месте среди них стоит пармезан, который увековечил Боккаччо. Пармезан созревает несколько лет, а храниться без снижения качества может до 20 лет. Итальянцы посыпают им хлеб с маслом или используют его как приправу к первым и вторым блюдам, особенно к излюбленным макаронам. Кроме того, итальянцы делают десертный сыр горгонзолу, который, как и рокфор, понизан прожилками плесени. В Италии также вырабатывают много сыров из овечьего молока. Пекарино Романо — один из древних сыров такого типа. Оригинальные сыры — проволоне и качио кавалло: при их изготовлении сырная масса приобретает тягучесть, и ей придают различную форму. На рынках Сицилии, например, издавна торговали такими сырами, имевшими форму дыни, тыквы, бутылки, головы быка, лошади и других животных. Сыры эти слегка коптят и приобретают желтый цвет.

Фермеры Швейцарии дали миру сыр экстракласса, носящий имя одной из ее долин. Это сыр эмментальский, появление которого относят к XV в.; он явился прародителем швейцарского сыра. Как и чудесный цветок эдельвейс, он родился в Альпах и впитал в себя аромат горных лугов. По типу эмментальского в Швейцарии делают сыр меньшего размера и меньшей массы под названием грюйер.

Швейцарские фермеры и сыроделы высоко держат его марку. Не во многих странах так, как в Швейцарии, заботятся о качестве молока. Канцлером федерации утверждено специальное положение, точно опре~деляющее для районов сыроделия не только условия получения, обработки и транспортировки молока, но и набор кормов для кормления коров, способы содержания земель для выращивания таких кормов.

Голландия — родина эдамского сыра и второго широко известного в мире сыра — гауда.

В Дании выпускаются датские камамбер и бри, датский чеддар и другие сыры. Основные виды датских сыров сроднимы со следующими: данбо подобен степному, самсю — швейцарскому, фюнбо — костромскому, мольбо — голландскому, донаблю — рокфору, хаварти — латвийскому, мюцелла — итальянской горгонзоле.

Английские сыры «моложе» итальянских и французских, но они успешно конкурируют с известными сырами даже со времен антич-

ю

ности. Их знаменитость — сыр чеддар, получивший широкое распространение в мире. Кроме того, одним из лучших сыров Англии считается сыр стилтон. Он имеет нежное крошливое тесто, пронизанное зелеными и серыми прожилками плесени. Перед употреблением в пищу его могут пропитывать вином — хересом, портвейном или мадерой. Не менее знаменит английский чешир, или честер, который созревает с участием плесени.

В Германии национальной особенностью немецкого сыроделия является широкое распространение мягких сыров со слизистой коркой. Там большим спросом пользуются камамбер, бри, эдамский эмментальский, а также очень популярен сыр гарц (с тмином), называемый национальным сыром.

Шведские сыроделы создали сыр свесия (подобный российскому), распространенный сейчас во многих странах. Известен в Швеции и сыр преет, при изготовлении которого применяют виски, также популярен сыр мюзеост, вырабатываемый из сыворотки и обезжиренного молока, который имеет различные местные названия и выпускается в продажу в свежем виде.

В Норвегии наряду с классическими сырами вырабатываются оригинальные местные, например гаммеост. По пикантности он может соперничать с французским рокфором, итальянской горонзолой или английским стилтоном. Гаммеост имеет плесень не только внутри. На его поверхности культивируют белую плесень, которая, если ее не снимать, покрывает сыр пышным слоем, напоминающим хлопок.

В Болгарии особой популярностью пользуется брынза, которой вырабатывается больше, чем в любой другой стране. Не менее популярен в Болгарии качковал, известный со времен Древнего Рима. Качковал, как и болгарская брынза, ценится на мировом рынке выше сливочного масла. Особенно популярен в Болгарии качковал из овечьего молока.

В Австрии можно найти любой сыр: терочный, напоминающий итальянский пармезан; крупный твердый, имеющий пряный вкус, как швейцарский; сыр со слизистой коркой, подобный немецкому, мягкий, похожий на французский камамбер; свежие сыры, в большом количестве поступающие в продажу без созревания. Таков, например, сыр салями — сладковатый, жирный, по форме напоминающий колбасу.

В продукции сыроделия США можно обнаружить немало традиционных европейских сыров, хотя они и претерпели некоторые изме-

нения и называются иначе. Наибольшей популярностью пользуется сыр коттедж.

В ряде стран Азии и Африки, где организовано промышленное производство сыра, в ассортименте в основном виды, характерные для европейских стран, господствовавших там ранее.

Индийцы — в большинстве своем вегетарианцы, и молочные продукты для них являются важным источником животного белка. У народов Индии особое отношение к корове. В индийских гимнах, сложенных за 2-3 тысячи лет до нашей эры, собраны народные предания, рассказывающие о быте и занятиях народа хинди. Гимны эти провозглашали корову благодетелем нации. И сейчас народ хинди считает корову священной и никогда не забивает ее на мясо. В Индии вырабатывают такие сыры, как сурти, бандал и дакка — свежие сыры, которые иногда коптят, их называют общим словом «панир». В Индии, по сравнению с другими странами, сыров вырабатывается значительно меньше.

1.2. Развитие сыроделия в России и Беларуси

Развитие сыроделия в России связано с эпохой Петра I. Известно, что для производства сыра Петр I ввозил мастеров-сыроделов из Голландии. Первый сыродельный завод в России был создан в 1795 г. в имении князя Мещерского Лотошине Тверской губернии. Началом же промышленного сыроделия в России считается 1866 г., когда в селе Отроковичи Тверской губернии Н. В. Верещагиным была открыта первая в стране артельная сыроварня. Офицер флота Н. В. Верещагин, не оставляя морской службы, окончил естественный факультет Петербургского университета и после выхода в отставку занялся сельским хозяйством. Высоко оценивая возможности сыроделия, он сам осваивал сыроварение в течение восьми месяцев под руководством мастера одного из помещичьих имений, а затем уехал изучать сыроделие в Швейцарию. Вернувшись на родину, Н. В. Верещагин принялся за организацию крестьянских артелей по выработке сыра.

В то время в молочном производстве наблюдалось засилье иностранных мастеров: в сыроделии — швейцарцев, в маслоделии — датчан. Технологию сыра швейцарцы держали в строжайшем секрете.

Н. В. Верещагин в селе Едимоново Тверской губернии организовал первую в России школу молочного хозяйства, сыгравшую большую роль в подготовке русских мастеров, в том числе сыроделов.

Для белорусского населения потребление молока как пищевого продукта имеет свои исторические особенности, что существенно сказалось на развитии молочного производства, в том числе и сыроделия, по сравнению с другими народами.

Писатель В. О. Ключевский в своей книге «Исторические портреты» в повествовании «...Влияние природы Верхнего Поволжья на народное хозяйство Великороссии и на племенной характер великоросса» отмечал, что в образовании трех основных ветвей русского народа «великороссов» приблизительно втрое больше, чем «малороссов» (в пределах России), а «малороссов» почти втрое больше, чем «белороссов». Две первые ветви располагались на более плодородных землях междуречья Дона и Волги при большом изобилии свободных земель в верховьях этих рек и далее на северо-восток. «Белороссам», разместившимся на юго-запад, достались менее плодородные земли. В Древней Великороссии пахали много, причем приемы обработки земли сообщали подвижный, неусидчивый, кочевой характер хлебопашеству. Выжигая лес на почве, «великоросс» сообщал суглинку усиленное плодородие и несколько лет подряд снимал с него превосходный урожай, так как это служило очень сильным удобрением. Через 6-7 лет почва истощалась, человек покидал ее и селился на новых местах, продвигаясь на северо-восток. Таким образом не мог поступать «белоросс» вследствие отсутствия свободных земель. Он избрал другой путь: удобрение почвы за счет содержания крупного рогатого скота, производившего навоз, который служил удобрением для полей. Это коренным образом повлияло на предназначение крупного рогатого скота в тот период. Первая основная задача — это «навозное» его содержание, вторая — получение молока с использованием его как продукта питания. В свою очередь даже в более поздний период это сказалось на том, что в своем большинстве «белороссы» содержали непородистый скот малого веса (вследствие недостаточности кормов для их содержания) с целью получать больше навоза.

На начало осуществления столыпинских реформ крупный рогатый скот (коровы) имел следующие характеристики:

средний вес дойной коровы — 240 кг;
время лактации — 6 месяцев;
средний надой на одну корову, в том числе:
в бедняцких хозяйствах — 610 кг в год;
в середняцких — 915 кг в год;
в зажиточных — 965 кг в год.

Средний надой с учетом поголовья у разных категорий крестьян составлял 880 кг в год. Если учесть, что в те времена семьи были, как правило, многодетными, получаемого молока едва хватало на семью. Только «зажиточные» семьи и помещики могли часть молока использовать для производства и реализации молочной продукции. На тот период удельный вес «зажиточных» хозяйств от общей численности составлял 15 %. Более концентрированное содержание скота было у помещиков, но до столыпинских реформ, давших толчок капиталистическому развитию, помещикам не было свойственно «накопление капитала».

Капиталистическое развитие на территории Беларуси более быстрыми темпами отмечается в конце XIX столетия. Накапливая большие капиталы, помещики получили возможность приобретать оборудование для организации производств по переработке сельхозсырья, в том числе и производства молочных продуктов.

Уже в конце XIX в. в помещичьих имениях Беларуси встречались сравнительно крупные маслодельно-сыроваренные предприятия. Так, в 1896 г. в имении Вязынка Вилейского уезда был построен молочно-сыроваренный завод, в котором ежегодно перерабатывали «...двумя ручными центробежными аппаратами 40 тыс. гарнцев молока на сыр и масло. В год завод вырабатывал около 400 пудов сыра по 2500 руб. и 150 пудов масла на 1650 руб.». В 1902 г., например, в Дисненском уезде Виленской губернии действовало семь «молочных хозяйств с применением некоторых усовершенствованных способов обработки молока для выделки масла, швейцарских и голландских сыров», а в 1911 г. в уезде уже было 38 таких «молочных хозяйств». В Ошмянском уезде Виленской губернии за время с 1895 по 1911 г. число маслодельно-сыроваренных хозяйств в помещичьих имениях увеличилось с 27 до 45. В Могилевской губернии уже в 1903 г. «правильное молочное хозяйство» велось в ряде помещичьих имений и при земледельческом училище в Горках. Отсюда продукция большими партиями

вывозилась в Москву, Киев, Одессу, Варшаву и частично продавалась на местных рынках. В тот период имелись сыроварни в 11 имениях Могилевской губернии. На рынках могилевские сыры считались одними из лучших. В Гродненской губернии молочное хозяйство также давало значительный доход помещичьим имениям, причем помещики настойчиво ставили вопрос о необходимости создания специальных вагонов для транспортировки молочных продуктов по железной дороге. В Минской, Витебской и других белорусских губерниях многие помещики, не умея организовать молочное дело в рыночных условиях, сдавали скот своих имений состоятельным арендаторам, которые организовывали молочное хозяйство на промышленной основе.

Развитие молочного хозяйства проявлялось и в бедняцких хозяйствах, но в несравненно меньшей степени, чем в крупных помещичьих имениях. Это объяснялось низким уровнем животноводства: несмотря на то что крестьянские коровы отличались выносливостью и неразборчивостью в кормах, они имели низкую продуктивность и давали мало молока. Во многих местах крестьянское животноводство деградировало. По количеству крупного рогатого скота (так же как и по землевладению и количеству лошадей) белорусские крестьяне распадались на массу экономически обнищавшей бедноты, небольшую прослойку середняков и экономически мощную незначительную часть зажиточных крестьян. Так, по Минской губернии из общего числа крестьянских хозяйств в 1915 г. бескоровные составляли 3,4 %, однокоровные— 32,7, двухкоровные — 34,8, трехкоровные — 16,7 и хозяйства с четырьмя и более коровами — 12,4 %. Однокоровные, составлявшие практически одну треть всех крестьян белорусских губерний, могли продавать молоко только из нужды. Учитывая низкую дойность крестьянских коров в тот период, двухкоровные крестьяне употребляли его на свои нужды. Лишь трехкоровные (и особенно хозяйства с четырьмя и более коровами) не только полностью обеспечивали молоком свои семьи, но и располагали возможностью его продажи. Это более обеспеченное меньшинство крестьян в тот период и принимало активное участие в молочном производстве.

Серьезный ущерб развитию товарного производства молочной продукции нанесла война с Японией (1904-1905 гг.) и еще больше — 11ервая мировая война (1914 г.), а затем — Гражданская война. В те годы процесс развития молочной отрасли проходил неравномерно

и весьма болезненно. Сказывалось то, что до конца 1920 г. большая часть территории Беларуси находилась в зоне ведения боевых действий. Не имелось устойчивой кормовой базы, была разрушена техническая база переработки молока.

С момента победы Октябрьской революции до середины 1920 г. в Беларуси отсутствовала четкая система ведения молочного дела. В последующий период наиболее оснащенная часть молочного производства перешла в ведение совхозов, кооперативных артелей и государственных молочных заводов, где продолжало производиться молоко и молочные продукты. Часть заводов, где не сохранились усадьбы, размещалась в обычных крестьянских хатах или приспособленных помещениях. Такая база сохранилась до первой половины 30-х гг. прошлого столетия. Несмотря на то что в ту пору плановый надой на корову доводился до 1100-1500 л/г., фактически он составлял 650-1100 л/г.

Ниже приведен примерный перечень, характерный для маслосырзавода той поры.

Оборудование для маслоделия:

маслобойка — 120 л;

маслообработчик — 42 л;

сепаратор ручной — 600 л/ч;

холодильник — 600 л;

Оборудование для сыроделия:

беккер, лиры, сырные формы (гауде);

фляги;

водогрейные баки;

молокомер — 20 л;

молокоприемный бак луженый центрифуга;

деревянный чан для производства сыра.

Исходя из многочисленных актов обследования качества молока молочных заводов, зафиксировано, что санитарные нормы в ту пору повсеместно не соблюдались. Качество масла было очень низким, с грубыми пороками, затхлое, кислое, с горечью, засаленное и т. п., сыры также были невысокого качества. В целом производимая молочная продукция была убыточной.

1927-1929 гг. в Беларуси отмечаются как период массовой организации молочно-животноводческих артелей (товариществ). Так,

24 апреля 1928 г. состоялся учредительный съезд по организации молочно-животноводческого птицеводческого союза, сокращенно «Молокосоюз», перед которым ставилась задача быстро и максимально охватить, в первую очередь бедняков, кооперированием в молочно-животноводческие товарищества. С этой целью беднякам, не имеющим коров, выделялись через кредитные товарищества деньги для покупки скота. Сами животные были в собственности молочно-животноводческих кооперативов, а не крестьян. Часть молока эти хозяйства обязаны были сдавать на молочные заводы или сливкоотделительные пункты. Сеть таких пунктов была рассчитана на максимальный охват всех населенных пунктов в радиусе деятельности молочного завода. Молочно-животноводческие товарищества имели свои фермы, посевные площади, пастбища, вели заготовку кормов. За короткий период «Молокосоюз» с помощью банков, выделяющих инвестиционные кредиты, осуществил строительство новых молочных предприятий, которые затем присоединили к себе ранее созданные кооперативные маломощные молочные заводы. В результате в республике произошел постепенный переход от кооперативов к коллективной собственности — колхозам, что способствовало увеличению объемов и снижению себестоимости молочной продукции.

В Беларуси 30-е гг. прошлого столетия отмечены быстрыми темпами развития молочного животноводства, также это был период бурного развития всей промышленности и роста населения городов.

Вторая мировая война, которая принесла значительные потрясения всей Беларуси, не обошла стороной и молочную отрасль.

В послевоенные годы развитие молочных предприятий в республике набирало быстрые темпы, что стимулировало развитие производственных мощностей по производству молочной продукции.

Однако, несмотря на успехи в росте объемов производства молока, в республике в те годы не был своевременно решен важный вопрос, что привело к кардинальному ухудшению качества молока-сырья. Поскольку оценку работы руководителей колхозов и совхозов по производству молока вышестоящие органы давали по валовому надою молока, а приемка его молочными предприятиями производилась только по жирности молока, спрос за выполнение планов по производству молока в послевоенный период был высок. Это побуждало наращивать поголовье коров в хозяйствах в основном с большой молочной

продуктивностью без учета содержания белка в молоке. Иногда на фермах с целью увеличения надоев прибегали к фальсификации молока. В результате оплата молока только по жиру, без учета содержания белка в нем, привела к снижению его качественных показателей и огромному недобору молочного белка, что также пагубно сказалось на качестве продукции и снизило экономическую эффективность работы молочных предприятий, прежде всего — сыродельных заводов.

В 60-70-е гг. прошлого столетия в республике в целом была решена проблема обеспечения народного хозяйства электроэнергией. Это позволило быстрыми темпами вести строительство крупных предприятий разных отраслей промышленности, включая молочную. В эти годы шел быстрый рост численности населения городов, в основном за счет миграции из сельской местности. В то же время отток людей из деревень не сказывался на развитии сельского хозяйства, так как оно интенсивно оснащалось техникой. Спрос на молочную продукцию возрастал как за счет потребления городским населением (цены на хлеб и молочную продукцию были самими низкими по сравнению с другими продуктами), так и за счет поставок за пределы республики. Внушительными темпами росло производство молока в колхозах и совхозах. В результате молочная отрасль начала «задыхаться» от недостатка мощностей, особенно по производству цельномолочной продукции и переработке белковой части молока. В летний сезон около молочных заводов выстраивались очереди молоковозов для сдачи молока. В этот период в республике остро встала задача ликвидации разрыва в темпах прироста объемов молока и производственных мощностей для его переработки, а также выбора направлений его переработки. Так, в Гомельской области было принято решение развивать цельномолочное производство с одновременным наращиванием мощностей производства сухих молочных продуктов, не исключалось и развитие сыроделия. В Брестской области, где удельный вес городского населения ниже, было принято решение более быстрыми темпами развивать сыроделие и т. п.

В послевоенные годы, включая и годы перестройки, в республике проектирование предприятий молочной промышленности осуществляли исключительно проектные организации, и запросы заказчиков в полном объеме не удовлетворялись, так как финансовое состояние проектной организации зависело от высокой рентабельности предлагаемого проекта. В результате из проектов исключалось много новых перспективных решений, связанных с разнообразием ассортимента, новыми видами фасовки, упаковки и пр., особенно если это касалось закупки импортного оборудования, требующего значительных валютных средств. В результате в последующую эпоху рыночных отношений это отрицательно отразилось на конкурентоспособности производимой в Беларуси молочной продукции.

После распада СССР в Республике Беларусь произошли изменения в организации управления сельским хозяйством и перерабатывающими отраслями народного хозяйства. В областях при облисполкомах были организованы комитеты по сельскому хозяйству и продовольствию. Областные объединения молочной промышленности перешли в непосредственное подчинение областных комитетов по сельскому хозяйству и продовольствию. Перестройка затронула и молочную промышленность, результатом чего явилось резкое уменьшение поставок молока (в 2-3 раза). В связи с возрастающей инфляцией и резким снижением покупательной способности населения снизилась реализация молочной продукции на местном рынке.

В перестроечный период в Беларуси руководителям молочных предприятий стало достаточно сложно осуществлять какие-либо мероприятия, требующие капитальных вложений. Банки республики прекратили выдавать предприятиям долгосрочные кредиты. Изменился порядок реализации продукции. Так, начиная с первых послевоенных лет и до распада бывшего Союза, масло, твердые сыры почти на 100 % реализовывались предприятиями по нарядам Минельхозпрода. После 1991 г. распределение реализации продукции было возложено на облисполкомы. При этом в областных центрах задачей объединений мясомолочной промышленности, подчиняющихся облисполкомам, являлось определение конкретных предприятий, выполняющих данные распоряжения, и осуществление контроля их исполнения, в то время как Минсельхозпрод держал под контролем в основном продукцию, отгружаемую на экспорт (за валюту), и выполнение госзаказа. В результате были разрушены сложившиеся за долгие годы пути реализации молочной продукции, прежде всего в Россию.

Распад СССР негативно отразился и на кормовой базе животноводства республики. Цена на зерно, завозимое из России для производства кормов, возросла, а производимого в республике зерна в объемах

потребления комбикормовой промышленностью не хватало. В связи с ростом заготовительных цен на молоко (особенно на компоненты для производства белковых кормов) производство ЗЦМ и регенерированного молока стало дорогостоящим и не выгодным для хозяйств. В сложившихся условиях колхозы и совхозы оказались не в состоянии обеспечить надлежащее содержание продуктивного скота, снижая его поголовность. Резко возросла себестоимость производимого молока в хозяйствах и по другим составляющим. Цены на горюче-смазочные материалы, запасные части для сельхозтехники и самой сельхозтехники возросли не адекватно с предлагаемыми ценами на готовую продукцию. Негативно отразилась и недостаточная опытность руководителей хозяйств в новых условиях, которые, являясь соучредителями акционерных обществ молочных предприятий после их приватизации, по инерции продолжали вести хозяйство, не прибегая к снижению затратного механизма. Владея большей долей пакета акций в акционерном обществе молочных предприятий, многие из них практически не оказывали влияния на развитие молочных предприятий, а заботились в основном только о получении оплаты за сданное хозяйствами молоко. В этот период закупочные цены на молоко в Беларуси продолжали регулироваться государством. Производство молока во многих хозяйствах все больше становилось убыточным и сворачивалось. В результате за короткий период объемы заготовок молока в республике резко снизились. Из-за достаточного количества сырья резко упала и загрузка мощностей молочных предприятий, которые понесли огромные убытки. Вторым не менее значительным фактором, отрицательно сказавшимся на развитии молочной отрасли республики в те годы, явилось сужение рынка сбыта молочной продукции как внутри республики, так и за ее пределами. Россия — основной традиционный потребитель животноводческой продукции из Беларуси — после распада Союза перешла на закупку молочных продуктов из стран Европы, которые воспользовались благоприятным для них моментом для завоевания рынка сбыта. Это была по существу экономическая интервенция. Как известно, цены на ввозимую в Россию из стран Европы продукцию были снижены. Последние были ниже сложившихся цен в Беларуси; при этом разницу производителям такой продукции дотировали государства. В результате продукция белорусских производителей по уровню цен стала неконкурентоспособной.

Негативным образом на молочной промышленности отразилась и проводимая в тот период в республике приватизация предприятий. Руководство республики, выдав каждому взрослому определенное количество «ваучеров», дало возможность каждому жителю страны обменять их на акции выбранного им предприятия, тем самым формально получить право на часть доходов этого предприятия. Однако в большинстве своем предприятия молочной промышленности при утвержденных свыше предельных ценах на продукцию и установленной предельной рентабельности, не выгодной для предприятий, на практике не имели возможности в каком-либо существенном объеме, в соотношении с размером заработной платы, выплачивать дивиденды по акциям. В результате был потерян интерес у держателей акций как индивидуальных, так и колхозов, совхозов, поэтому 1991-1999 гг. для молочной промышленности Беларуси явились критическими.

С началом нового столетия в республике наметился устойчивый рост производства молока и объемов его переработки. В настоящий период основная масса молока поступает из сельскохозяйственных организаций (более 85 %). Растет продуктивность молочного стада. Это обусловлено проводимой в стране работой по техническому перевооружению молочно-товарных ферм. Сегодня надои молока на 1 корову в целом по республике составляют более 3000 кг, в лучших сельскохозяйственных организациях — до 8000 кг.

В Беларуси разработана и реализуется Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 гг. В соответствии с Программой за этот период планируется осуществить реконструкцию и оснащение современным технологическим оборудованием свыше 1000 молочно-товарных ферм. При этом предусматривается внедрение систем идентификации зоотехнического и ветеринарного компьютерного учета и индивидуального кормления коров, переход на высокопроизводительные, кормо- и энергосберегающие технологии содержания сельскохозяйственных животных.

Из сыродельных предприятий в республике крупнейшими производителями основных видов сыров является Брестская область (на ее долю приходится треть вырабатываемых сыров) и Гродненская (около 25 %).

Программа предусматривает пять основных направлений.

1. Дальнейшая оптимизация производственных мощностей и численности молокоперерабатывающих организаций. Оптимизация чис-

ла предприятий осуществляется путем присоединения небольших предприятий с более крупным в качестве структурных подразделений с последующей специализацией.

2. Техническое перевооружение предприятий. При этом определены три основные направления:

1) обновление действующих и создание дополнительных мощностей по производству твердых сыров;

2) модернизация цехов по производству сухого обезжиренного молока;

3) переоснащение цехов по производству цельномолочной продукции.

В процессе техперевооружения предусматривается внедрение автоматических линий по производству разных видов продукции, современного фасовочного оборудования.

3. Совершенствование структуры переработки молока. К 2010 г., за счет совершенствования структуры производственных мощностей и рационального использования сырья, планируется изменить структуру переработки молока следующим образом: на масло — 29 %, сыры — 30 %, цельномолочную продукцию — 26 %, прочие — 15 %.

4. Совершенствование системы реализации продукции. В условиях насыщения рынка молочной продукцией первоочередная роль отводится совершенствованию маркетинговой деятельности, созданию новых организационных структур, целенаправленно занимающихся мониторингом внутреннего и мирового рынков.

5. Научно-техническое обеспечение, которое предусматривает комплексное решение научно-исследовательских, технологических и опытно-конструкторских задач по основным направлениям работы отрасли. Основные источники финансирования Программы — банковские кредиты и собственные средства предприятий.

Глава 2. КЛАССИФИКАЦИЯ СЫРОВ

2.1. Основные принципы классификации сыров

Сегодня в мире вырабатывается огромный ассортимент сыров (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Ассортимент сыров

В настоящий период, согласно общему стандарту А-6, рекомендуемому для сыра, Международная организация ФАО/ВОЗ предложила следующее определение для продукта «сыр»:

«Сыр представляет собой свежий или прошедший созревание продукт твердой или полутвердой консистенции, получаемый:

а) путем свертывания отдельно или в виде смеси молока, обезжиренного молока, частично обезжиренного молока, сливок, подсырных сливок или сливок из пахты воздействием сычужного или других молокосвертывающих ферментов и препаратов с последующим частичным удалением молочной сыворотки, образующейся в результате этого свертывания;

б) с использованием технологий производства, обеспечивающих свертывание молока и (или) веществ, являющихся его производными, с целью получения готового продукта, основные физические, хими-

ческие и органолептические характеристики которого идентичны характеристикам продукта определенного в пункте а)».

Согласно действующему в Беларуси стандарту СТБ 1748, сыром называют молочный или молочный составной пищевой продукт, изготовленный из молока и (или) продуктов переработки молока (кроме молокосодержащих продуктов) с использованием или без использования специальных заквасок, технологий, обеспечивающих коагуляцию молочных белков с последующим отделением сырной массы от сыворотки, ее формованием, прессованием, посолкой, созревающий или без созревания, с добавлением или без добавления компонентов немолочного происхождения (кроме немолочных жиров и (или) белков).

Кроме того, вырабатывают и плавленый сыр — это молочный или молочный составной пищевой продукт, изготовленный из сыра и (или) творога с использованием молочных продуктов, эмульгирующих солей или структурообразователей, с добавлением или без добавления пищевых продуктов, пищевых добавок, путем измельчения, перемешивания, плавления и эмульгирования смеси для плавления.

С каждым годом возрастают объемы производства сыров. Их ассортимент становится разнообразнее, появляются новые виды продукции. По этой причине классификация сыров вследствие большого их разнообразия вызывает серьезные затруднения. Всемирно известные разновидности сыров имеют ряд характерных черт, к которым относят размер, форму, массу, цвет, внешний вид, массовую долю в сухом веществе жира, массовую долю влаги или поваренной соли в обезжиренной сырной массе. Однако такие свойства, как вкус и запах (аромат), с трудом поддаются определению.

В России в целях систематизации многообразия сыров товароведную и технологическую классификацию сыров впервые предложил А. Н. Королев. По первой классификации сыры подразделяются на пять групп: твердые, мягкие, рассольные, горшечные и бурдючные, переработанные. По технологической классификации все сыры разделены на сычужные и кисломолочные; такая классификация безупречна при выработке сыров из сырого молока. При переходе на производство их из пастеризованного молока технологические параметры в значительной степени теряют свое значение. В этом случае основное значение приобретают бактериальные закваски. Известно, что вид сыра формируется под влиянием ферментных систем микроорганизмов и каждый сыр имеет свою характерную аминограмму.

Технологические классификации разработали И. Б. Гисин и А. И. Чеботарев. Большое разнообразие сыров в классификации И. Б. Гисина трактуется как сочетание и комбинирование технологических приемов.

Классификация А. И. Чеботарева учитывает товароведческие и технологические показатели. Она объединяет 160 наименований наиболее распространенных в мировом ассортименте сыров. В этой классификации все сыры разделены на 17 групп, составляющих два класса. Третий класс посвящен представителям переработанных сыров. В каждой группе дана характеристика сыров и технология их производства.

По мнению З. Х. Диланяна, за основу в классификации нельзя принимать такие показатели, как содержание жира, соли, так как они различны у всех видов сыров. В основе любой классификации должны лежать постоянные факторы, под влиянием которых формируется продукт.

В классификации З. Х. Диланяна помимо массы, влаги и соли предложено учесть качественный состав микрофлоры, под влиянием которой формируется тот или иной вид сыра. По этой классификации сыры делят натри класса: I класс — сычужные сыры, II класс — кисломолочные сыры, III класс — переработанные сыры.

Сычужные сыры делят на три подкласса: 1-й подкласс — твердые сыры, созревающие исключительно под влиянием молочнокислых или молочнокислых и пропионовокислых бактерий; 2-й подкласс — полутвердые созревающие под влиянием молочнокислых бактерий с обязательным хорошо развитым слоем слизи на поверхности сыра, придающим специфические аммиачные вкус и запах продукту; 3-й подкласс — мягкие сыры, созревающие под влиянием щелочеобразующих бактерий сырной слизи и микроскопических грибов (плесеней), в отдельности или при совместном их действии, а также молочнокислых бактерий.

Кисломолочные сыры подразделяют на два подкласса: 1-й подкласс — все кисломолочные сыры с краткосрочным созреванием, потребляемые в свежем виде; 2-й подкласс — кисломолочные, но выдержанные сыры, подвергнутые более длительному созреванию.

Переработанные сыры — это сыры, при производстве которых используют все молочные сыры — как сычужные, так и кисломолочные.

Согласно вышеприведенной классификации вне ее остается группа сыров, предназначенных для плавления.

В настоящий период за основу классификации ассортимента сыров специалисты всего мира договорились взять компоненты сыра. Сыр состоит из сухой массы (белки, жиры, углеводы, витамины и минералы) и воды. Чем больше воды содержит сыр, тем он мягче. С этим связано и понятие Wff (Water fat free), что означает содержание воды в обезжиренной сырной массе. Поскольку сорта сыра в каждой стране различны, существует договоренность, что каждая страна согласно этой директиве устанавливает собственные критерии содержания воды.

В международном стандарте А-6 принята следующая классификация. Каждый сыр имеет три показателя. Первый — массовая доля влаги в обезжиренном веществе сыра. По этому показателю сыры подразделяют на очень твердые (менее 51 %), твердые (49-56 %), полутвердые (54-69 %), мягкие (более 67 %). По второму показателю — массовая доля жира в сухом веществе — сыры делятся на высокожирные (более 60 %), полножирные (45-60 %), полужирные (25-45 %), низкожирные (10-25 %) и обезжиренные (менее 10 %). Третьим показателям является характер созревания, по которому различают созревающие — с поверхности и изнутри; созревающие с плесенью — на поверхности и внутри; без созревания или несозревающие.

Основным показателем стандарта А-6, по которому сегодня классифицируется сыры, является твердость, характеризуемая соотношением влаги к сухому обезжиренному веществу. Таким образом, классификация не оценивает влияния жира на консистенцию, которое является значительным. Она также не учитывает типовых характеристик сыров, которые зависят от технологических факторов. С твердыми сычужными сырами могут отождествляться рассольные и творожные сыры, получаемые при использовании кислотно-сычужной и термокислотной коагуляции. С другой стороны тот же самый сыр, производимый по одной технологии, может принадлежать разным классам. Кроме того, нет четкого разделения разных групп сыров по содержанию влаги. Например, сыры, содержащие 50 или 49 % влаги, можно отнести по этой классификации как к очень твердым, так и к твердым сырам.

Следовательно, сегодня нет единой классификации, которая могла бы объединить все разновидности сыров, производимых в мире.

Принципы классификации сыров в Беларуси.

Согласно СТБ 1748 сыр с учетом технологических особенностей изготовления подразделяется на:

ферментативный — сыр, в технологии которого для коагуляции молочных белков применяются молокосвертывающие ферметные препараты;

кисломолочный — сыр, в технологии которого для коагуляции казеина применяется повышение кислотности;

сыр с плесенью — сыр, созревающий при участии плесневых грибов, развивающихся внутри и (или) на поверхности сыра;

слизневый сыр — сыр, созревающий при участии слизневых микроорганизмов, развивающихся на поверхности сыра.

В зависимости от термической и специальной обработки сыры подразделяются на:

копченый — сыр, подвергнутый копчению и имеющий специфические органолептические свойства, характерные для копченых пищевых продуктов;

рассольный — сыр, с массовой долей поваренной соли не менее 3,0 %, созревающий в рассоле.

В зависимости от физико-химических характеристик сыры подразделяются на:

мягкий — сыр с массовой долей влаги в обезжиренном веществе не менее 67,0 %;

полутвердый — сыр с массовой долей влаги в обезжиренном веществе от 54,0 до 69,0 %;

твердый — сыр с массовой долей влаги в обезжиренном веществе от 49,0 до 56,0 %;

сверхтвердый — сыр с массовой долей влаги в обезжиренном веществе менее 51,0 %.

2.2. Товароведческие свойства сыров

Во всем мире с каждым годом ассортимент сыров возрастает. Однако прародителями многих из них стали традиционные, такие как

эмментальский (швейцарский), эдамский (голландский), гауда (костромской), чеддар, рокфор, камамбер, лимбургский, итальянские терочные, сыры из овечьего молока и др. При этом многие из них могут различаться между собой только названиями, так как имеют близкие вкусовые признаки и сходные способы производства, но могут иметь и существенные различия по ряду свойств.

В ряде стран сыры по способу потребления разделяются на кухонные и столовые. Кухонные — используются в основном для приготовления кушаний, например их натирают для сдабривания разных первых и вторых блюд. Столовые сыры потребляются непосредственно в качестве закуски или десерта.

История сыроделия знает немало случаев, когда в сыр вводили необычные добавки либо ему придавали затейливую форму или окраску. В Англии был создан крапивный сыр, который сушат на свежих листьях крапивы; цветочный, в который при изготовлении добавляют цветы розы, гвоздики, ноготков. В Бельгии когда-то делали сыр четырех времен года: каждая четверть четырехугольного бруска имела свой цвет и вкус. Во Франции некоторые сыры вымачивали в уксусе с пряностями. Немцам в прошлом был известен картофельный сыр, изготовляемый из смеси творога с вареным протертым картофелем.

Все разнообразие сыров потребитель, как правило, оценивает в первую очередь по вкусовым свойствам и консистенции.

В технологии производства и в потребительских свойствах сыров, вырабатываемых в нашей республике и за рубежом, много общего. Тем не менее можно назвать десятки признаков, позволяющих четко разграничить различные виды: технологические, химические, физические, органолептические и другие признаки.

Прежде всего сыры разделяются по способу получения сгустка молока на сычужные, при выработке которых используется молокосвертывающий фермент, и кисломолочные, когда превращение молока в сыр происходит главным образом под действием закваски молочнокислых бактерий. Сыры разделяют и по виду используемого для его выработки молока — коровьего, овечьего, козьего, буйволиного и др. Сыры различаются также по способу ухода за ними: одни — созревают в хранилищах при разной температуре и влажности воздуха, другие — выдерживают в рассоле. Некоторые сыры готовы к употреблению сразу после выработки (свежевыработанные), а другие созревают опре-

деленный период: от нескольких дней до нескольких месяцев. Кроме того, сыры различаются по массе (от нескольких десятков граммов до 100 кг), по форме (цилиндры, бруски, головки), например во Франции известен сыр в форме сердца, а в Англии — в виде ананаса и др.

Следующий немаловажный фактор в сыре для потребителя — содержание жира в сухом веществе. Для получения единой величины на упаковке указывается не абсолютная жирность сыра, а доля жира в сухом веществе. Объяснение этому заключается в процессе созревания, во время которого постоянно испаряется некоторое количество воды, и сыр по мере своего развития теряет вес и становится все тверже. Однако вес сухого вещества остается неизменным, так как в нем нет воды, поэтому жирность сыра указывается в процентах, содержащихся в сухом веществе. Например, эдамский сыр содержит 30 % жира в сухом веществе, составляющем в свою очередь около 50 % воды (т. е. это означает, что на 100 г сыра приходится только 15 г жира). Указание содержания жира в сухом веществе является одновременно параметром для оценки качества, поскольку пластичность и аромат сыра зависят от жирности продукта. Известно, что чем выше жирность, тем нежнее и пластичнее будет сыр. Разнообразна и консистенция сыра — есть такие, которые невозможно разрезать ножом, их можно лишь натереть, а есть сыры, которые по состоянию массы близки к густой сметане.

Твердые сыры. Из названия этой категории следует, что твердые сыры отличаются особо плотной, даже твердой консистенцией. В процессе производства сырная масса подвергается второму нагреванию до +52...+56 °С (первое нагревание — подогрев до температуры свертывания), чтобы из нее выделилось как можно больше сыворотки. Твердый сыр созревает равномерно по всей массе, поскольку уже в молоко добавляются необходимые исходные культуры бактериальных заквасок. Для образования пластичной, хорошо режущейся или грубозернистой структуры под прочной коркой твердому сыру требуется много времени. Головки сыра могут созревать от нескольких месяцев до нескольких лет. При этом из сырного теста постепенно испаряется вода, что приводит к увеличению сухого вещества. Для равномерного образования корки и придания единой формы этот сыр хранят в хорошо проветриваемых помещениях на полках и регулярно переворачивают. Корка образуется вследствие высыхания поверхности сырного теста. Она требует регулярной обработки. Чтобы не

дать никаких шансов развитию плесени, корка в зависимости от сорта сыра либо обтирается сухим способом, либо обмывается, либо обрабатывается щеткой и подсоленной водой. Чем дольше созревает твердый сыр, тем более пряным будет его вкус и тем дольше он подлежит хранению. Рисунок сыра появляется в результате работы бактерий во время созревания, причем температура и продолжительность выдерживания сыра влияют на размер и распределение глазков. В Европе к классическим твердым сырам относятся все горные сыры, будь то «алгойский» горный сыр, «Бофор» из французских Альп, «Конте» из французской провинции Франш-Конте, «грюйер» из Швейцарии или Франции или «тирольский» горный сыр.

Терочные сыры. Существуют сыры, которые в условиях средней полосы могут храниться 10, 20, 30 и более лет. В Швейцарии известны случаи, когда в память о семейных событиях сыр хранили 150 лет. Речь в данном случае идет о так называемых терочных сырах, широко распространенных в Италии, Аргентине и ряде других стран. Эти сыры с относительно небольшим содержанием влаги, острым вкусом используют в натертом виде как приправу к разным блюдам.

Сыр с голубой тригонеллой. Несмотря на то что зеленый сыр относится к отдельной группе, поскольку характеризуется своеобразием сырья, технологии и вкусовых свойств, его часто ставят рядом с терочными, учитывая, что у них примерно один и тот же способ потребления. Это, пожалуй, единственный сыр, цвет которого не имеет ничего общего с цветом молока (есть, правда, сыр голубой, однако цвет его все же бело-желтоватый, если не считать голубоватых прожилок плесени, пронизывающих тесто), но главная его особенность в том, что наряду с острым сырным вкусом, он имеет необычный для сыра аромат, сообщаемый ему редким растением — голубой тригонеллой. Высушенные и растертые листья ее добавляют в сырную массу, которой они передают свой особый запах.

Зеленый сыр — концентрат обработанного специальным образом молочного белка. Делают его из обезжиренного молока. Имеющийся в обезжиренном молоке белок выделяют, прессуют и затем выдерживают 1-1,5 месяца. Получается полуфабрикат — так называемый цигер. Созревший цигер растирают, добавляют в него соль и остро пахнущий порошок травянисто-зеленого цвета, приготовленный из голубой тригонеллы. Сырную массу, которая уже приобрела зеленый

цвет, подсушивают и затем придают ей форму небольших усеченных конусов. Эти маленькие сырки выдерживают для сушки и созревания, после чего они приобретают характерный вкус, остроту и аромат.

Зеленый сыр хорошо размельчается на терке, в ступке или кофейной мельнице и превращается в мучнистый порошок. Выпускается также и в виде порошка. Применяется как приправа к макаронам, картофелю, супам, а также для бутербродов.

Ломтевые сыры. Ломтевой сыр не обязательно должен продаваться нарезанным на ломтики. Название говорит о том, что ломтевой сыр из-за более высокого, чем в твердом сыре, содержания воды отличается большей пластичностью и лучше режется. В Европе диапазон ломтевых сыров крайне широк. Они производятся в форме голов, шаров, брусков или хлебных кирпичиков, иногда с разными вкусовыми добавками. Продолжительность их созревания также может варьироваться. С течением времени ломтевые сыры меняют свой вкус, консистенцию и цвет. Так, сыры пятинедельной зрелости на вкус очень мягкие и ненавязчивые. Сыры трехмесячной выдержки обладают приятным пряным вкусом, а более зрелые — могут быть пикантными и острыми. Многие сорта ломтевых сыров пользуются мировой славой, например сыр «гауда», «эдамский», «тильзитский» и др.

*Сыр голландский** (лилипут). Этот сыр — шарик, напоминающий небольшое ядро, диаметром до 8 см, массой до 0,5 кг. В сыре «лилипут» содержится столько же жира, влаги и соли, сколько и в голландском круглом. И вкусом, и консистенцией «лилипут» почти не отличается от голландского, но «поспевает» он быстрее — через 35 дней.

*Голландский брусковый сыр** — прямоугольный брусок со слегка округленными гранями и выпуклыми боковыми поверхностями. Вкус кисломолочный сырный, в меру острый, консистенция более нежная, жира не менее 45 %, влаги не более 44 %. Тесто этого сыра пронизывают небольшие глазки, как правило, круглые (диаметром 2-4 мм) или слегка сплюснутой формы.

*Костромской сыр**. Назван так по району в России, где в свое время его вырабатывали больше, чем в других местах. За рубежом сыр подобного типа известен под названием «гауда».

* Согласно принятой классификации на территории Беларуси эти сыры относят к полутвердым ферментированным сырам.

Костромской сыр по основным технологическим приемам близок к голландскому, но отличается несколько иными вкусовыми и другими признаками. Консистенция его более нежная, пластичная, вкус менее острый, иногда слегка сладковатый, содержание соли — до 2,5 %, жира — не менее 45 %, влаги — не более 44 %, рисунок подобен голландскому сыру.

*Пошехонский сыр**. Выработка этого сыра впервые была освоена в Ярославской области и свое название он получил от Пошехонья — широко известной в России местности.

Этот сыр со слегка кисловатым вкусом подобен костромскому, но консистенция его более пластичная и нежная. Одна из основных особенностей пошехонского сыра состоит в том, что он созревает быстрее, чем описанные выше сыры (за исключением «лилипута»), — всего за 45 дней. Жирность сыра 45 %, влажность — не более 43 %, содержание соли составляет 1,5-2,5 %. Рисунок состоит из глазков круглой или слегка сплюснутой формы.

Полутвердые сыры. В мировой практике в этой группе собраны сорта сыра, имеющие мягкое, равномерно созревшее сырное тесто, которое еще можно нарезать, но уже не тонкими ломтиками. Этот сыр бывает как с коркой, так и без нее, может быть покрыт плесенью, красной смазкой или слоем воска. Сливочный сыр, «вейслакер» и «штейнбушский сыр» — самые известные германские представители этой категории, а также итальянские сыры «бель паэзе» и «таледжио». Во Франции палитра чрезвычайно богата: «пор-дю-салю», «сен-полен», «томм-де-савой», «реблошон» и др. К группе полутвердых ломтевых сыров относится и «Брик» из США. Латвийский сыр, как пикантный и каунасский, также относится к полутвердым сырам.

Латвийский сыр легко отличается не только по форме небольшого с квадратным основанием бруска (длина стороны 16-17 см и высота 7-9 см, масса до 2,5 кг), но и по необычной поверхности, покрытой тонким слоем подсохшей сырной слизи. Сказать, что вкус и запах его острые — не достаточно, поэтому специалисты для полноты характеристики этого сыра ввели понятие «слегка аммиачные». Отличительная особенность сыра — более нежное, чем у других твердых сыров, тесто,

* Согласно принятой классификации на территории Беларуси эти сыры относят к полутвердым ферментированным сырам.

что объясняется особенностью технологии. При выработке такого сыра сырную массу не уплотняют под прессом, а подвергают самопрессованию, т. е. выдерживают в формах определенное время. При этом в ней остается больше сыворотки, чем при прессовании, и влажность готового продукта выше — до 48 % влаги. Далее если обычно твердый сыр при созревании предохраняют от развития на нем микрофлоры, то на этих сырах ее культивируют. После посолки сыр переносят в хранилище, где созданы условия для развития на его поверхности специальных микроорганизмов, в результате чего образуется слизеобразная масса. Ее не удаляют, а периодически растирают, пока она не заполнит все неровности поверхности сыра и не станет желтой. Продукты жизнедеятельности поверхностной микрофлоры проникают вовнутрь сыра, и он приобретает только ему присущий вкус и аромат. Жирность сыра не менее 45 %, по содержанию соли он соответствует голландскому (2,0-2,5 %), его рисунок состоит из глазков овальной и неправильной формы.

Пикантный сыр имеет свои особенности вкуса и консистенции. Средняя острота и легкая аммиачность во вкусе и запахе сочетается с кисловатостью. Тесто достаточно мягкое, пластичное, что объясняется способом производства и в определенной степени повышенным содержанием жира (55 %). В созревании его также принимает участие микрофлора сырной слизи, развивающая на поверхности, но незадолго до готовности продукта слизь удаляют и сыр парафинируют. Этим приемом создатели пикантного сыра не только смягчили остроту продукта, но и увеличили срок его реализации без ущерба для качества. Этот сыр вырабатывают в форме прямоугольного бруска двух размеров — большой (длиной до 28, шириной до 14, высотой до 11 см, массой 3-4 кг) и малый (длиной до 14, шириной до 10, высотой до 9 см, массой до 1 кг). Большие бруски сыра поступают в продажу в возрасте 35-45 дней, малые — в возрасте 25-30 дней. На сорта этот сыр не подразделяется.

Каунасский сыр (в отличие от латвийского) имеет менее острый, слегка кисловатый вкус и легкий аммиачный запах. Консистенция сыра мягкая, упругая, иногда немного мажущаяся. В рисунке на разрезе сыра — глазки разной формы. Низкий цилиндр сыра диаметром до 20 см, массой до 2,5 кг покрывается парафиновой смесью. Содержание жира в нем составляет 30 %, влаги не более 53 %, соли до 3 %. Созревает он не менее 35 дней.

Рассольные сыры. Прежде всего это сыры с высоким содержанием повареной соли. Рассольные сыры можно назвать национальным продуктом южных регионов Европы и народов Кавказа. Издавна там вырабатывали так называемые бурдючные и горшечные сыры. Ассортимент их разнообразен. Первые созревали в бурдюках-мешках, сделанных из овчины; вторые — в кувшинах-горшках, которые нередко на время созревания сыра закапывали в землю. Среди них, например, фета, чечил.

Фета. Это классический рассольный сыр, вырабатываемый из овечьего молока или смеси овечьего и козьего молока, родина которого Греция. Его любят жители многих стран, прежде всего Балканского полуострова и Ближнего Востока. Сыр, не имеющий корки, хранится до нескольких недель в рассоле: 14-16%-м водном (сывороточном) растворе поваренной соли. В Европе рассольные сыры, изготовленные по греческому образцу, носят название «Фета», однако производятся из коровьего молока.

Сыры типа «паста филата». Обданный кипятком замешанный сыр по итальянскому образцу производится во многих странах. Особенность этой категории сыров — обработка, которой подвергается свежая сырная масса. Молоко сквашивается, затем удаляется сыворотка, а полученный сырный сгусток обдают горячей водой и замешивают. Благодаря этому сырная масса получается эластичной, пластичной, из нее можно сформовать шары или жгуты. После того как сырная масса остынет, ее ненадолго погружают в подсоленную воду. Типичная волокнистая или слоистая структура во время созревания реобразуется в мелкозернистую. Самый известный представитель этой категории — моццарелла. Такие сыры, как проволоне и качокавалло, созревают до стадии твердых сыров.

Мягкие сыры. Эти сыры названы так потому, что имеют, как правило, нежное, мягкое тесто, иногда даже мажущуюся консистенцию. Это объясняется повышенным содержанием в них жира, влаги и интенсивным распадом белка.

Традиционно в Европе под названием мягкие сыры объединены все те сыры, которые на поверхности образуют не твердую корку, а белый налет плесени или красную слизь. Все мягкие сыры созревают по направлению снаружи внутрь. Чем дольше сыр созревает, тем меньше становится мягкая сердцевина, и так до тех пор, пока не созреет все

сырное тесто. Именно для этих сыров наиболее характерно выражение «a point». Мягкий сыр с белой благородной плесенью на поверхности изготавливается во многих странах. Образцом для них служат нормандский камамбер и бри из провинции Иль-де-Франс. Для их производства в котел с молоком добавляют культуры плесневых грибков Penicillium candidum, реже Penicilium camemberti, или же этими культурами опрыскивают головки сыра уже после формовки. На протяжении созревания, продолжающегося от четырех до восьми недель, эти грибки образуют белый пушистый слой плесени. Все сорта мягкого сыра с красной слизью требуют больших усилий во время созревания, однако дают сыроделу простор для творчества. В зависимости от используемой жидкости, будь то хорошее вино, сидр, пиво, коньяк или обогащенный ароматическими травами солевой раствор, можно изготавливать совершенно разные сыры, при этом обязательно, чтобы сыр впитал только типичный запах, который дополнит его собственный, но не запах алкоголя. Важно, чтобы образующаяся сырная флора периодически стиралась. Такие сыры созревают от 4 до 8 недель. К этой группе относятся германские сыры «лимбургский» и «ромадур», эльзасский сыр «мюнстер», нормандский «ливаро» и бельгийский «эрве». Многие сорта мягкого сыра изготавливаются из непастеризованного молока. Этот «fromage au lait cru» является очень чувствительным продуктом. Молоко перед добавлением сычужного фермента нагревается только до +38...+40 °С. Такая щадящая обработка обеспечивает сохранение всех вкусовых оттенков молока в сыре. Во время созревания отдельные головы сыра нуждаются в интенсивном уходе. В зависимости от качества молока, времени года и условий хранения сыр проявляет свой вкусовой характер. Производство такого сыра — настоящее искусство. У этой разновидности сыров пути сбыта очень короткие, продукт должен доставляться потребителю в строго определенные сроки, чтобы не потерять свои потребительские свойства.

Изготовляют мягкие сыры в основном небольшими, чтобы действие развивающейся на их поверхности микрофлоры в течение непродолжительного времени могло охватить всю массу сыра.

Мягкие сыры по потребительским свойствам условно можно разделить на следующие группы: пикантные, пикантные острые, сыры с грибным привкусом, с грибным привкусом и пикантным запахом, сыры свежие с кисломолочным вкусом.

Пикантные сыры. К этой группе относятся сыры, отличающиеся своеобразным острым вкусом и пикантным запахом. Первое место среди них принадлежит рокфору.

Рокфор — один из старинных сыров. В литературных источниках, относящихся к I в., упоминается сыр, вырабатываемый в провинции Лозер, который высоко ценился в Риме. Предполагают, что речь шла о сыре, изготовляемом с плесенью. В монастырских хрониках VII в. указывается, что рокфор всегда привозили в Рим из-за Альп. Во всяком случае, точно установлено, что уже в средние века рокфор изготовливали вблизи деревни, давшей ему это название. Местные жители использовали для созревания и хранения сыра созданные природой хранилища — пещеры с узкой горной грядой в северной части плоскогорья Ларзак, находящиеся неподалеку от деревни. В таких пещерах, где сводчатые потолки поддерживаются большими колоннами, непрерывные прохладные сквозные воздушные течения создавали идеальные температурно-влажностные условия воздуха. Такой способ используется и в настоящее время, только на помощь природе пришла холодильная техника. Существует также легенда о появлении рокфора. Случайное открытие его принадлежит якобы мальчику-пастуху. Однажды он оставил свой завтрак (хлеб и домашний сыр) в пещере Рокфора, чтобы он не нагревался на солнце. Началась буря и, спасая стадо, пастушонок не вернулся за завтраком, а появился там только несколько недель спустя. Оставленный им сыр был пронизан прожилками плесени и на пробу показался очень вкусным. Монахи проверили это открытие и использовали его для производства нового сыра.

Естественный процесс созревания таких сыров регулируется особыми плесневыми культурами, которые добавляются в молоко с самого начала. Для обеспечения роста этих культур свежие сырные головы прокалывают длинными тонкими иглами. Через эти отверстия может циркулировать воздух, обеспечивая плесневые культуры необходимым кислородом. Пока сыр находится в подвале для созревания, корка регулярно обтирается влажной тканью, поскольку влажность способствует росту нужных штаммов бактерий.

Пикантные острые сыры. В России типичный представитель этой группы сыров — дорогобужский, очень близкий к лимбургскому сыру; к ним также относят сыры смоленский, дорожный, рамбинас. В Беларуси таких сыров сегодня практически не вырабатывается.

Дорогобужский сыр. Это сыр с острым вкусом и пикантным запахом, что обусловливается специфичными микроорганизмами, которые развиваются в слизевой массе, покрывающей поверхность сыров во время созревания. У этого сыра желтовато- или красновато-коричневатая поверхность. Слизевая масса покрывает тонкую мягкую, но достаточно прочную корочку сыра. Причем в таком сыре слизевая масса может оставаться на корке сыра в подсушенном виде перед реализацией, а может быть удалена. В центре бруска сыра можно обнаружить небольшое творожистое ядро. Дорогобужский сыр в меру соленый: содержание соли не превышает 3,5 %. Жирность его не менее 45 %, влажность — не более 50 %. В продажу сыр поступает в возрасте 40 дней.

Смоленский сыр. Отличается от дорогобужского, во-первых, размерами и формой, во-вторых, оттенком вкуса. Этот сыр вырабатывают в виде низкого цилиндра диаметром до 15 см, массой до 1,2 кг. Он имеет такую же желтовато-красную поверхность, мягкое, слегка мажущееся, маслянистое тесто, незначительное количество глазков неправильной формы. Однако во вкусе наряду с остротой и легкой аммиачностью, чувствуется грибной привкус. Объясняется это тем, что в созревании сыра, помимо микрофлоры сырной слизи, принимает участие белая плесень, но ей не дают сильно развиваться. Жирность, влажность сыра и содержание соли в нем те же, что и у дорогобужского, созревает он также 40 дней.

Дорожный сыр. Этот сыр отличается от дорогобужского умеренно острым, слегка кисловатым вкусом с привкусом топленого молока и очень слабым аммиачным запахом. Тесто нежное, маслянистое. Этому сыру придают форму низкого цилиндра. Вырабатывают дорожный сыр большой (массой до 2,8 кг) и малый (массой до 1,5 кг). Незначительное количество глазков или полное их отсутствие — характерная особенность дорожного сыра. Жирность сыра 50 %. Он менее соленый (не более 2,5 % соли), чем дорогобужский. Выпускается в продажу в возрасте 35 дней.

Рамбинас. Так называется гора в Литве. Сыр, носящий ее имя, необычен по форме: это шестиугольная призма высотой до 7 см с расстояниями между гранями до 15 см. Масса его достигает 1,5 кг. Рамбинас отличается от описанных выше сыров не только формой. Вкус его менее острый и слегка кисломолочный. Тесто мягкое, эластичное,

но более плотное, чем у типичных пикантных сыров. На корке — незначительные следы слизевой массы.

Сыры с грибным привкусом встречаются следующих разновидностей.

Русский камамбер. Производство этого сыра на территории России было организовано в конце XIX столетия по французскому методу, в Беларуси — отсутствует. Традиционно его выпускают в круглых картонных коробочках с красочной этикеткой — низкие цилиндрики сыра массой 130 г, разделенные на половинки, завернутые в фольгу. Кремовая поверхность покрыта белыми пятнами подсохшей плесени. Нежный кисломолочный вкус с приятным привкусом шампиньонов. Мягкое, почти мажущееся тесто. Жирность сыра 60 %, содержание соли 1,5-2,5 %. Сыр потребляется вместе с тонкой корочкой, которая придает ему особую пикантность. В отличие от французского камамбера, который выпускается в возрасте 5-25 суток, русский камамбер поступает в продажу, как правило, молодым, т. е. в возрасте 10 суток, у него менее острые вкус и запах по сравнению со зрелым сыром.

Белый десертный сыр. Как и камамбер, этот сыр созревает при участии белой плесени, но в отличие от него выпускается в более «зрелом» возрасте — через 8-12 дней после выработки. Его жирность ниже — 50 %, количество соли не превышает 2,5 %. Этот сыр имеет тонкую мягкую корочку, покрытую слоем подсохшей белой плесени. Вкус приятный кисломолочный, с привкусом, напоминающим шампиньоны, он несколько более острый, чем русский камамбер. Тесто нежное, маслянистое, форма — низкий цилиндр, массой 250 г. Корочка десертного сыра, несмотря на то что она плотнее, чем у русского камамбера, также съедобна.

Сыры с грибным привкусом и пикантным запахом могут быть следующих разновидностей.

Закусочный сыр реализуется как в свежем, так и в зрелом виде.

Свежий закусочный сыр поступает в продажу через 7-10 дней после выработки. Его тонкая мягкая корочка, состоящая из слегка уплотнившегося слоя массы, покрыта пятнами или тонким налетом белой плесени. Она не срезается при употреблении сыра. Вкус его кисломолочный с легкой остротой. Свежий сыр напоминает по вкусу камамбер.

Зрелый закусочный сыр отличают другие вкусовые свойства. Вкус его острый с грибным привкусом, запах слегка аммиачный. Тесто мажущееся, маслянистое. В центре может быть небольшое более плотное ядро. Характерные особенности имеет корка сыра — тонкая, мягкая, покрытая подсушенной красновато-желтоватой слизевой массой и пятнами белого или синевато-зеленоватого цвета. Эти свойства наиболее ярко проявляются к 20-30 дням после выработки.

Закусочный сыр содержит 50 % жира и 55 % влаги. В свежем сыре 2,5 % соли, в зрелом — 3,5 %. По внешнему виду этот сыр представляет собой низкий цилиндр диаметром 11-12см и высотой 2-3 см; масса его колеблется от 200 до 400 г.

Любительский сыр реализуется, как и закусочный, в свежем и зрелом виде.

Свежий сыр отправляется в продажу через 2-3 дня после выработки. Он почти без корочки. Вкус и запах кисломолочные, слегка острые; тесто нежное.

Зрелый сыр имеет тонкую мягкую корочку, покрытую красновато-желтой массой и пятнами плесени белого цвета. Вкус и запах его острые, пикантные, легкий грибной привкус; тесто нежное, мажущееся. Жирность и содержание соли те же, что и у закусочного сыра, влажность 60 %. Любительский сыр имеет форму низкого цилиндра диаметром до 15 см, высотой 4-7 см, массой 0,7-1,0 кг.

Свежие кисломолочные сыры. К этой категории относятся свежие, подлежащие немедленному употреблению изделия, которые не проходят стадию созревания. В Европе, Америке к свежим сырам относят и творог разной жирности, а также его ближайших родственников — от испанского сыра «Бургос» до американского домашнего сыра «Cottage Cheese». Свежий сыр или творог можно намазывать на хлеб, добавлять к мюсли, использовать для приготовления запеканок, пирогов, десертов и пр. Наряду с вышеуказанными к свежему сыру относятся маскарпоне, рикотта, а также все зернистые свежие сыры и сливочный сыр. Для изготовления свежего сыра молоко сквашивается, как правило, с помощью молочнокислых бактерий, и только изредка добавляется молокосвертывающий фермент. Почти все свежие сыры производятся из пастеризованного коровьего молока. Для их производства также используют обезжиренное молоко и пахту. Свежие сыры изготавливают соленые, сладкие, острые, с пряностями,

разной кислотности, жирности, формы и т. д. История многих из них тесно связана с национальными традициями народов. Они пользуются широким спросом у местного населения.

Нарочь. Этот сыр назван по имени озера в Беларуси. Под тонкой мягкой корочкой нежная, маслянистая масса бело-кремового цвета. Вкус сыра очень приятный кисломолочный. Жирность — 50 %, влажность — не более 60 %. Сыр в меру соленый (до 2,5 % соли). Выпускается в продажу через 3-5 дней после выработки.

Диетический сыр изготавливается из пахты. Это типичный кисломолочный сыр, вырабатываемый на чистых культурах молочнокислых бактерий, без участия сычужного фермента. Чистый кисломолочный вкус с выраженным привкусом пастеризации, легкая кисловатость, небольшая жирность (4 % жира) привлекают многих потребителей, особенно тех, кто предпочитает маложирные продукты и знает о замечательных свойствах пахты. Тесто сыра однородное, связное, но допускается и ломкое, крошливое, цвет белый или светло-желтый.

Домашний сыр широко распространен в ряде стран, в частности в США, где называется cottage cheese. В Беларуси и России вырабатывается подобный продукт под названием зерненый творог.

Зерненый творог — продукт, отличающийся как от обычного сыра, так и от творога. Он состоит из достаточно крупных и плотных зерен белка, полученного из обезжиренного молока. Этот продукт по вкусу напоминает нежирный творог, но кислотность его меньше (если в обычном твороге допускается кислотность не выше 220 °Т, то в зерненом она не превышает 150 °Т). Соли в нем содержится не более 1 %. Зерненый творог изготавливают с добавлением сливок и различных вкусовых добавок.

Творожный сушеный сыр. Такие сыры издавна изготавливали в Литве. Их вырабатывают в широком ассортименте, и особое место среди них занимает оригинальный творожный сушеный сыр. При изготовлении этого сыра используют молоко, творог, пахту, сливки, сливочное масло. По форме сушеный сыр — небольшой, трапециевидный брусок массой до 200 г. Вкус его кисломолочный, в меру соленый (до 4 % соли). Этот сыр подвергают сушке, его влажность не превышает 33 %, поэтому консистенция его очень твердая, хрупкая, при разрезании сыр может растрескиваться. Сушеный сыр должен быть реализован в течение двух месяцев со дня выработки.

Клинковый сыр — представитель тех сыров, которые издавна изготовлялись в крестьянских хозяйствах. Место происхождения клинкового сыра — Беларусь. Он имеет клинообразную форму, поэтому и называется клинковым. Вырабатывается как из цельного молока, так и из смеси обезжиренного и пахты. Вкус сыра приятный кисломолочный, он может быть несоленый и в меру соленый (до 2 % соли). Однородное тесто сыра хорошо режется ножом, не крошится. Сыр изготавливается жирный (20, 30 % жира) и нежирный (из смеси обезжиренного молока и пахты); влажностью не более 70 %.

Топленые сыры получаются в результате плавления творога при нагревании. В зависимости от необходимой жирности в творог можно добавлять сливочное масло, топленое масло или сливки. Нередко встречаются топленые сыры с пряностями, например с тмином. В фаянсовых горшочках или в пластиковой упаковке такой сыр можно хранить в холодильнике до одной недели. Охлажденный топленый сыр можно нарезать.

Сывороточно-альбуминные сыры производятся двумя разными способами. Раньше их изготавливали только из козьего молока в Норвегии (от норв. *Gei* — коза). Сыворотка, остающаяся как побочный продукт при изготовлении сливочного масла, медленно нагревается со сливками или молоком, пока не испарится вода, а лактоза не превратится в коричневую карамелизованную массу. Молоко или сливки добавляются в зависимости от нужной жирности готового сыра. В процессе остывания массу формуют, и сыр поступает в торговлю в форме брусков. В наши дни такой сыр производится преимущественно из коровьего молока или смеси коровьего и козьего молока.

Вторая разновидность сывороточно-альбуминные сыры, характерные для южных стран. Для их производства сыворотку нагревают несколько раз, пока сывороточный белок не свернется, после чего его можно вычерпать. Итальянский сыр рикотта и популярный на Балканах манури — яркие примеры этой категории сыров.

Плавленые сыры. Этот вид сыров появился на свет из практических соображений. Существовала потребность в сыре с длительным сроком хранения, хорошо выдерживающем транспортировку и постоянно сохраняющем свои качества. В качестве сырья для производства плавленых сыров используется обычный сыр, который измельчают и затем под высоким давлением и при высокой температуре плавят. В насто-

ящий период при их выработке все шире используют и (или) творог и другие молочные составляющие. Для получения хорошо плавящейся, хорошо намазывающейся и однородной сырной массы добавляют солиплавители, фосфаты натрия и др. Широк выбор плавленых сыров с разными добавками: орехами, зеленью, пикантными специями и др.

2.3. Пищевая и энергетическая ценность сыра

Сыр является одним из наиболее питательных продуктов, получаемых из молока. При переработке молока на сыр белки, жиры, минеральные соли переходят в сыр почти в тех же пропорциях. Исключением является незначительная часть белка, представляющая собой альбумин и глобулин (для сыра используется основная часть молочного белка — казеин), и большая часть молочного сахара.

Диетологами принято полезность пищевого продукта характеризовать пищевой ценностью. Это интегральная характеристика, объединяющая все полезные свойства (пищевые вещества, энергетический потенциал, витамины, органолептические показатели и др.).

Сыр имеет наибольшую питательную и биологическую ценность по сравнению с другими пищевыми продуктами (табл. 2.1). В нем находятся все пищевые вещества, необходимые для организма. Они хорошо сбалансированы и легкоусвояемы.

Таблица 2.1. **Сравнительная пищевая ценность некоторых пищевых продуетов**

Продукт	Химический состав, %					Энергетическая ценность, кДжв 100 г продукта
	вода	белки	жиры	кальций	фосфор	
Сыр российский	40,0	23,4	30,0	1,0	0,54	1552
Сыр костромской	39,5	26,8	27,3	1,04	0,50	1510
Свинина беконная	54,8	16,4	27,8	0,08	0,18	1322
Рыба (треска)	80,7	17,5	0,6	0,04	0,22	314
Хлеб пшеничный	44,3	8,1	1,2	0,04	0,22	849

Кроме того, сыр имеет высокую биологическую ценность, которая, как известно, определяется показателями качества белков, характеризующих соответственность аминокислот потребностям организма

и степенью перевариваемое™ составных частей продукта в организме человека. Усвояемость белков и жира, содержащихся в сыре, достигает 95-97 %.

Питательная ценность белков разных продуктов неодинакова. Она зависит от состава аминокислот, из которых построен тот или иной белок. Природный белок содержит 20 аминокислот, в том числе 8 незаменимых, их не может синтезировать ни организм человека, ни организм животного, они должны поступать с пищей в определенных количествах. По балансу аминокислот белка сыры являются одним из наиболее ценных. Из 18 аминокислот, обнаруживаемых в сыре, 8 являются незаменимыми. Это триптофан, фенилаланин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин и валин. Кроме того, ценность белковой основы сыра заключается в том, что часть ее в процессе созревания становится водорастворимой, превращаясь в полипептиды, олигопептиды, аминокислоты.

Питательная ценность сыра определяется и высоким содержанием жира. В сыре, в зависимости от его вида, содержится до 30 % жира. Калорийность жира в два с лишним раза выше калорийности белка. Молочный жир, имеющий сравнительно низкую температуру плавления, в сыре находится в хорошо эмульгированном состоянии, поэтому легко и быстро почти полностью усваивается. Кроме того, молочный жир содержит фосфатиды, главным образом лецитин, играющий важную роль в процессе переваривания пищи и правильном обмене жиров в организме человека.

Биологическая активность — показатель, характеризующий количество полиненасыщенных жирных кислот. В жировой фазе сыра имеются все важные жирные кислоты, необходимые для жизнеобеспечивания организма, среди них линолевая и линоленовая — являются незаменимыми.

Известно, что все живое нуждается в минеральных веществах, которые входят в состав тканей и участвуют в обменных процессах организма. Минеральные вещества в организме делятся на две группы. К первой относятся те, которые содержатся в относительно больших количествах: кальций, фосфор, калий, натрий, магний, хлор и др. Вторую группу составляют вещества, содержащиеся в ничтожно малых количествах — так называемые микроэлементы: медь, цинк, кобальт, марганец, йод, фтор и др. Минеральные соли участвуют в формировании

костной системы, в водном обмене организма, поддерживают неизменным солевой состав крови. В процессе обмена веществ минеральные соли выводятся из организма и должны систематически поступать с пищей. Из 3,5 кг минеральных солей, содержащихся в организме человека, более 1 кг приходится на долю кальция. В комплексе с другими солями кальций составляет минеральную основу костной ткани и зубов, он необходим для нормального функционирования нервной системы и мышечной ткани. Определено, что потребность взрослого человека в кальции составляет 0,8-1 г в день, детей и подростков — 1-2 г, беременных женщин и кормящих матерей — до 2 г. Сыр является богатейшим источником кальция, содержание которого зависит от способа коагуляции белка. Наибольшее количество кальция содержится в твердых прессуемых сырах, наименьшее — в мягких, а также в сырах с повышенным уровнем молочнокислого брожения. Съедая 100 г сычужного сыра, человек удовлетворяют свою суточную потребность в кальции.

Кроме кальция сыр богат фосфором. Так, в 100 г сыра содержится 400-600 мг фосфора, а это примерно одна треть суточной потребности человека.

Содержание жирорастворимых витаминов в сыре (А, Д, Е) связано с содержанием жира в продукте. Академик А. А. Покровский отнес сыр к одному из важнейших источников жирорастворимого витамина А. Этот витамин — защитник кожи, слизистых оболочек, регулятор процессов роста, зрения. При недостатке его быстро утомляются глаза, человек плохо видит, особенно в сумерках, кожа становится сухой, шелушится. Сухость слизистых оболочек вызывает кашель, трахеиты. Потребность организма в нем составляет 1500 мкг в день. В 100 г твердого сычужного сыра (типа голландского) содержится витамина А примерно 200 мкг.

В сыре имеется и большое количество водорастворимых витаминов, особенно группы В.

Сыр — один из важнейших источников витамина В2 (рибофлавин). Этот витамин впервые обнаружен в молоке. Он участвует в процессах тканевого дыхания, способствует выработке энергии в организме. Особенно необходим этот витамин детям: недостаток его вызывает замедление роста и развития. Потребность человека в этом витамине составляет 2500-3500 мкг в день. Содержание его в 100 г сыра равно 400-500 мкг.

Сыр является также источником витамина В12. Этот единственный в природе витамин, содержащий металл — кобальт, который участвует в ряде обменных процессов и играет важную роль в жизнедеятельности человека. Витамин В12 применяется для лечения злокачественных анемий и ряда других заболеваний. Необходимое количество этого витамина — 15-20 мкг в день — человек должен получать с пищей. В 100 сыра имеется примерно 1 мкг витамина В12.

Сыр содержит также витамин В1 (тиамин), предотвращающий заболевание периферической нервной системы, витамин Н (биотин) и некоторые другие.

Энергетическая ценность сыров зависит от вида сыра, содержания и состава сухих веществ, жира и колеблется в пределах от 250 до 450 ккал на ЮОг продукта.

2.4. Технологическая схема производства сыров

Общая технологическая схема производства сыров сводится к следующим операциям:

приемка, контроль качества и сортировка молока;

подготовка молока к выработке сыра: резервирование, созревание молока, тепловая обработка молока, нормализация;

подготовка молока к свертыванию: внесение в молоко хлористого кальция, внесение в молоко калия или натрия азотнокислого (селитры), применение бактериальных заквасок или бактериальных препаратов, установление температуры сычужного свертывания молока;

свертывание молока;

обработка сгустка и сырного зерна: разрезка сгустка, постановка сырного зерна, вымешивание зерна, второе нагревание и вымешивание после него;

формование сыра;

самопрессование, прессование сыра;

посолка сыра;

созревание сыра;

сортировка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение сыра.

Рис. 2.2. Принципиально-конструктивная схема технологической линии производства сыра:

обозначения трубопроводов: *1* — молоко сырое; *6* — молоко термизированное; *11* — молоко обезжиренное сырое; *12* — молоко обезжиренное пастеризованное; *13* — непастеризованная нормализованная смесь для сыра; *14* — пастеризованная нормализованная смесь для сыра; *15* — сырное зерно; *16* — сыр; *20* — сыворотка подсырная; *21* — сливки;

оборудование: *1* — отделитель воздуха; *2* — фильтры; *3* — счетно-измерительное устройство; 4 — охладитель; *5, 7, 10* — резервуары; *6* — пластинчатая пастеризационно-охладительная установка с сепаратором молокоочистителем; *8, 11* — пластинчатые пастеризационно-охладительные установки; *9* — сепаратор-сливкоотделитель; *12* — сыроизготовитель; *13* — отделитель сыворотки; *14* — стол для сырных форм; *15* — пресс для сыров; *16* — контейнер для сыров; *17* — солильный бассейн; *18,20* — стеллажи для сыров; *19* — аппарат для упаковки сыра под вакуумом; *21* — весы

Принципиально-конструктивная схема технологической линии производства сыра представлена на рис. 2.2.

В зависимости от вида сыра некоторые процессы могут вообще отсутствовать. Так, при выработке мягких сыров не проводят второе нагревание и прессование. Отдельные виды сыров направляют на реализацию без созревания. Виды микроорганизмов, участвующих в созревании сыра, также различны.

Кроме того, при производстве сыра технологические операции могут выполняться по-разному. Они реализуются на оборудовании разных типов. Реальное аппаратурное оформление может накладывать свой опечаток на Технологию сыра в целом или отдельные его составляющие.

Глава 3. СЫРОПРИГОДНОСТЬ МОЛОКА

3.1. Показатели сыропригодности

В Республике Беларусь практически весь сыр на промышленной основе вырабатывают из коровьего молока. Решающим фактором в производстве сыров является качество молока.

Качество сырья оценивается химическими, физико-химическими, биохимическими и микробиологическими показателями, а также зависит от условий получения и первичной обработки. Комплекс этих показателей определяет сыропригодность молока.

Коровье молоко должно быть чистым, без посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов.

Молоко для сыроделия считается сыропригодным, если оно имеет оптимальное содержание белков, жира, СОМО, кальция, образует под действием сычужного фермента плотный сгусток, хорошо отделяющий сыворотку, и является благоприятной средой для развития молочнокислых бактерий.

К химическим показателям, характеризующим сыропригодность, относят состав молока: белки, минеральный состав.

Для сыроделия наиболее пригодно молоко с высоким содержанием белков: не ниже 3,1 %, в том числе казеина не менее 2,6 %; СОМО должно быть не менее 8,4 %. При этом в молоке должно быть оптимальное соотношение: между жиром и белком — 1,1-1,25, между белком и СОМО — 0,35-0,45.

Кроме того, оптимальным в сыроделии следует считать молоко с высоким содержанием в казеине, являющемся гетерогенным белком, следующих фракций: a^s(альфа)-, Р(бета)- и х(каппа)-казеина (в сумме они должны составлять не менее 91 %) и низким количеством у (гамма)-казеина, так как последний не свертывается под действием сычужного фермента, а остается в сыворотке.

Из химических показателей в сыроделии важную роль играют минеральные соли (макро и микроэлементы (ионы металлов)), а также неорганические и органические анионы молока.

Макроэлементы молока — это:

катионы натрия, калия, кальция, марганца;

анионы (остатки органических и неорганических кислот) — фосфаты, цитраты, хлориды, сульфаты, карбонаты.

В молоке преобладают фосфорнокислые (фосфаты), лимоннокислые (цитраты) и хлористые (хлориды) соли. Они находятся в виде ионно-молекулярных и коллоидных растворов.

Массовая доля кальция в молоке колеблется от ПО до 140 мг на 100 г. Около 22 % кальция прочно связаны с казеином, остальные 78 % — составляют фосфорнокислые и лимоннокислые соли.

Наибольшее практическое значение имеют соли фосфорной кислоты — фосфаты кальция. Часть фосфатов кальция находится в состоянии истинного раствора, часть — коллоидного. Между ними устанавливается равновесие, которое зависит от pH молока, температуры и других факторов. Фосфат кальция в форме истинного раствора является источником ионов кальция, от количества которых зависят устойчивость казеиновых мицелл и скорость сычужной коагуляции.

Содержание в молоке кальция является важным показателем его сыропригодности, так как он принимает участие в сычужной коагуляции молока, в формировании геля с определенными структурно-механическими свойствами, оказывает влияние на продолжительность свертывания молока и расход сычужного фермента. Массовая доля кальция в молоке должна быть не менее 0,12 %.

Микроэлементы молока. К ним относят ионы меди, железа, цинка, кобальта, марганца, йода, свинца, кадмия и др. В молоке микроэлементы связаны с оболочками жировых шариков, казеином и сывороточными белками, входят в состав ферментов, витаминов, гормонов и т. д.

Микроэлементы участвуют в ферментативных процессах. Они либо активизируют ферменты, либо ингибируют их. Кроме того, микроэлементы влияют на характер и интенсивность микробиологических изменений, на жизнедеятельность микроорганизмов. Молочнокислые бактерии чувствительны к содержанию некоторых микроэлементов в молоке (магний, железо, кобальт, цинк и др.). Отсутствие или недостаток таких микроэлементов ухудшает технологические свойства молока, снижает качественные показатели сычужного сгустка и активность бактериальных заквасок.

Физико-химические показатели молока: кислотность, плотность, свертываемость молока сычужным ферментом.

Кислотность свежевыдоенного молока обусловливается главным образом наличием в нем белка, кислых солей и углекислоты, находящейся в растворенном состоянии. Титруемая кислотность свежевыдоенного молока в среднем составляет 16-18 °Т, белки обусловливают 4-5 °Т, фосфорнокислые и лимоннокислые соли — около 11 °Т, углекислый газ и другие составные части молока — 1-2 °Т

Сыр нельзя вырабатывать из парного молока и охлажденного непосредственно после дойки до +4...+5 °С. Микрофлора такого молока находится в бактерицидной фазе, когда она не только не увеличивается, а даже частично погибает, так как ингибиторы не позволяют микроорганизмам размножаться. Для получения сыра высокого качества необходимо, чтобы свежее молоко созрело. Кислотность молока для производства сыра должна быть в пределах 17-19 °Т.

Однако переработка молока, поступившего на сырзаводы с повышенной кислотностью, может привести к активному неуправляемому процессу кислотообразования в процессе обработки молока и к порокам зрелого сыра. Кроме того, не рекомендуется использовать для выработки сыра молоко с пониженной кислотностью (15-16 °Т), так как это может быть связано либо с заболеваниями животных, либо с его фальсификацией.

Плотность молока косвенно характеризует его состав и натуральность. Для производства сыра рекомендуют молоко плотностью не ниже 1028 кг/м^3. Меньшая плотность молока связана с пониженным содержанием белка, а плотность меньше 1027 кг/м^3 может быть обусловлена либо заболеваниями животных, либо его фальсификацией, а также недостатком белка в кормах.

Свертываемость молока сычужным ферментом — один из основных показателей его сыропригодности. Проба на скорость свертывания сычужным ферментом и образование плотного сгустка является одним из главных методов определения сыропригодности молока. Практически эта проба выполняется в так называемом приборе ВНИИМСа или путем наблюдения за свертыванием молока в производстве.

Способность молока свертываться под действием сычужного фермента зависит от содержания в молоке растворимых солей кальция, зрелости молока, его кислотности. Молоко незрелое, только что вы-

доенное плохо свертывается сычужным ферментом. Созревание, выдержка молока даже при незначительном увеличении кислотности (на 0,5-1 °Т) приводит к ускорению свертывания, так как соли кальция из коллоидного состояния переходят в растворимое. Примесь маститного молока, стародойного, от больных животных замедляет свертывание.

По свертываемости молоко, определяемое по ускоренной сычужной пробе, делят натри типа (к 10 $см^3$ молока при температуре +35 °С вводится 2 $см^3$ 0,03%-го раствора сычужного фермента и осуществляется его свертывание). При этом к первому типу относится молоко, которое свернулось в течение 10 мин, ко второму — 10-15мин и третьему — свыше 15 мин при тех же условиях.

Наиболее пригодно для переработки на сыр молоко второго типа, на которое ориентированы режимы технологических инструкций. Молоко первого типа дает излишне прочный сгусток, использование молока третьего типа приводит к перерасходу сычужного фермента, образованию дряблого сгустка и практически не пригодно для производства сыра.

Биологическая ценность характеризует молоко как среду для развития молочнокислых бактерий. Она зависит от содержания в молоке питательных и стимулирующих развитие микроорганизмов веществ, а также разных ингибирующих веществ, задерживающих развитие микроорганизмов, в том числе лактенинов и иммунных тел. Биологическую ценность молока оценивают развитием в молоке тест-культуры или темпом повышения кислотности при развитии в нем молочнокислой микрофлоры.

Санитарно-гигиенические показатели молока включают общую бактериальную обсемененность молока (редуктазная проба), содержание газообразующих микроорганизмов (бродильная и сычужно-бродильная пробы), содержание соматических клеток, примесей анормального молока, его фальсификацию, присутствие ингибирующих веществ, механическую загрязненность.

Бактериальная обсемененность молока для производства сыра характеризуется как общим количеством, так и качественным составом микрофлоры, а именно — наличием газообразующих бактерий. Содержание последних в молоке вызывает пороки при созревании сыра, такие как раннее вспучивание (БГКП) и позднее вспучивание (маслянокислые бактерии). Особенно для сыра опасны маслянокислые бактерии, споры которых не погибают при пастеризации молока.

В России проведены исследования по определению микробного числа молока при его получении на ферме для гарантированной его сдачи молочному предприятию высшим или первым сортом. Данные результатов приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. **Исследование микробной обсемененности молока на фермах и его сортность**

Микробное число (ОКБ) молока на ферме, КОЕ/$см^3$	Всего проб молока	Сорт молока		
		высший	первый	второй
до 50 000	35	35	-	-
50 000-100 000	28	16	12	-
100 000-300 000	22	-	8	14
300 000-500 000	30	-	-	4

Установлено, что при получении молока на ферме с микробным числом не более 50 тыс. КОЕ/$см^3$ можно гарантировать его прием на молокоперерабатывающем заводе высшим сортом; при микробном числе свежевыдоенного молока от 50 до 100 тыс. КОЕ/$см^3$ его приемка на заводе почти в 43 % случаев идет как молоко первого сорта; а при бактериальной обсемененности от 100 до 300 тыс. КОЕ/$см^3$ в 63,6 % случаев — вторым сортом. В то же время при микробном числе 300-500 тыс. КОЕ/$см^3$ в 87 % случаев молоко отнесено к несортовому и только 13 % — ко второму сорту.

Кроме того, исследования показали, что применение чашечного метода учета общего числа микробных клеток КМАиФАнМ (ОКБ) с применением мясопептонного агара (МПА) не дает истинной характеристики качественного состава микрофлоры молока и его метаболической активности, влияющей на технологические свойства: их количество при этом в 1,5-2 раза меньше, чем при выделении бактерий из молока при использовании элективных или селективных питательных сред. При этом установлено, что почти 26 % от общего количества микроорганизмов в молоке второго сорта составляют психротрофные микроорганизмы и от 6 до 20 и более спор в 1 $см^3$ — мезофильные анаэробные лактатсбраживающие микроорганизмы. В то же время в молоке высшего сорта психротрофные бактерии занимают всего 1 % от общего числа, и выделяется 1-3 споры мезофильных анаэробных лактатсбраживающих микроорганизмов.

Таким образом, в молоке высшего сорта основная микрофлора представлена молочнокислыми лактококками — свыше 80 % в общем объеме мезофильной микрофлоры; другие группы микрофлоры играют подчиненную роль и практически не влияют на технологический процесс. По этой причине с гигиенической точки зрения очень важно получать молоко с низким микробным числом, исключая возможность дальнейшего загрязнения молока при его транспортировке и переработке на предприятии.

3.2. Факторы, влияющие на сыропригодность

Фальсификация молока. Любые виды фальсификации молока нарушают естественное соотношение между составными частями молока, изменяют его физико-химические свойства.

Например, при добавлении в молоко соды или аммиака происходит нейтрализация молочной кислоты, в результате чего наблюдается быстрое размножение микрофлоры, в том числе гнилостной, и такое молоко быстро портится.

При разбавлении молока водой снижаются кислотность, плотность, содержание жира, белков, сухого остатка, СОМО. Молоко плохо свертывается сычужным ферментом, получается дряблый сгусток, снижается выход сыра.

Ингибирующие вещества. Ингибиторы, обусловливающие естественную бактерицидность молока, при нагревании разрушаются. Однако поскольку практически все молоко, идущее на производство сыра, у нас в республике подвергается термической обработке, ингибирующие вещества существенного влияния на сыропригодность не оказывают.

Для сыроделия не пригодно молоко, содержащее посторонние ингибирующие вещества: антибиотики, остаточные количества моюще-дезинфицирующих веществ, присутствие солей тяжелых металлов, наличие консервирующих веществ и др., поскольку в таком молоке ингибируется развитие заквасочной микрофлоры.

Механизм бактерицидного действия ингибирующих веществ заключается в том, что в результате взаимодействия химического яда с веществами цитоплазмы в ней происходят необратимые изменения, нарушающие нормальное течение процессов жизнедеятельности и приводящие к гибели клетки.

Соли тяжелых металлов вызывают коагуляцию белков клетки. Олигодинамическое действие тяжелых металлов заключается в том, что положительно заряженные ионы металлов адсорбируются на отрицательно заряженной поверхности бактерий и изменяют проницаемость их цитоплазматической мембраны. При этом нарушаются процессы питания и размножения микроорганизмов.

Окислители действуют на сульфгидрильные группы активных белков, влияют на другие группы (феноловые, тиоэтиловые, индольные и аминные).

Неорганические кислоты и щелочи гидролизуют белки клетки. Диоксид углерода, сероводород, цианистые соединения инактивируют ферменты клетки.

Установлено, что присутствие моющих веществ в молоке при концентрации от 0,025 г/л и выше приводит к подавлению заквасочной микрофлоры. Однако обычно моюще-дезинфицирующие вещества обнаруживаются в молоке в виде следов, их концентрация находится ниже уровня подавления заквасочной микрофлоры.

Органические спирты, диэтиловый эфир, ацетон разрушают полипептидную оболочку клетки. Формалин (40%-й раствор формальдегида) присоединяется к аминогруппам белков и вызывает их денатурацию.

Споры обладают большей устойчивостью к действию многих химических ядовитых веществ, чем вегетативные формы бактерий, поэтому присутствие ингибирующих веществ, наряду с другими негативными явлениями, усиливает риск возникновения порока в сыре — позднее вспучивание.

Антибиотики, попадающие в молоко по ряду причин, при его тепловой обработке не разрушаются. Например, пенициллин при пастеризации разрушается только на 8 %. Присутствие в молоке антибиотиков приводит к тому, что заквасочная микрофлора развивается неудовлетворительно, кислотообразование и ароматообразование подавляется или полностью прекращается. Активизируется развитие посторонней микрофлоры, в том числе БГКП, в результате получается сыр с ранним вспучиванием, образованием пористого теста, гнилостным привкусом. Так, при содержании в молоке пенициллина более 0,018 МЕ/мл происходит развитие более устойчивых к антиби-

отикам БГКП, что приводит к вспучиванию сыра через 36-48 ч после выработки.

Механическая загрязненность. Частицы посторонних примесей свидетельствуют о несоблюдении чистоты во время дойки или при последующем хранении и транспортировке молока, что ведет к обсеменению молока посторонней микрофлорой, которая снижает качество сыра. Механическая загрязненность молока на сыр должна быть не ниже 1 группы.

Зоотехнические факторы. На качественные показатели молока (особенно в сыроделии) существенное влияние оказывают зоотехнические факторы: состояние здоровья животных, стадия лактации, порода.

Соматические клетки (СК) — это своего рода индикатор состояния здоровья животного. В 1 $см^3$ нормального молока содержится от 100 до 300 тыс. соматических клеток, из которых до 91 % составляют эпиталиальные клетки макроорганизма, не более 8 % — полиморфноядерные лейкоциты и лимфоциты и 1 % — макрофаги.

В молоке с примесями маститного, стародойного молока или молозива, т. е. в анормальном молоке, полученном от больных животных с раздражением вымени, количество СК повышается в зависимости от количества примесей до 1-10 млн/$см^3$ молока за счет ферментных элементов крови, защищающих от инфекции. При этом снижается отношение казеина к общему белку. Например, в молоке, содержащем 200 тыс. СК в 1 мл, это отношение равнялось 0,73, а с содержанием 700 тыс. СК — 0,59. Кроме того, в молоке с высоким содержанием СК повышается протеолитическая и липолитическая активность, что увеличивает расщепление казеина на стадии хранения и созревания молока с вытекающими негативными последствиями в сыроделии, а из-за большего липолиза, кроме того, увеличивается отход жира в сыворотку. По этой причине очень важно отслеживать данный показатель в сыроделии ежедневно.

Существенную роль на качество сыра оказывают также стадии лактации животного.

Молозиво значительно отличается от нормального молока: имеет желто-бурый цвет, солоноватый вкус, специфический запах, густую, вязкую консистенцию. Оно содержит больше белков, особенно сывороточных, жира,"минеральных веществ, больше каротина, витаминов (А, В,, $В^2$ и др.), ферментов (каталазы, пероксидазы), а также иммуно-

глобулинов и лейкоцитов, предохраняющих теленка от заболеваний, но меньше лактозы. В связи с высоким содержанием белков и солей кислотность молозива достигает 40 °Т и выше. Вследствие наличия в нем большого количества альбуминов и глобулинов оно легко свертывается при нагревании. Молозиво является неблагоприятной средой для развития молочнокислых бактерий закваски, поэтому примесь молозива замедляет молочнокислый процесс, а низкое содержание казеина затрудняет процесс коагуляции. Кроме того, молозиво имеет измененный состав молочного жира, мелкие жировые шарики, солоноватый привкус. Сыр, полученный из молока с примесью молозива имеет неприятный вкус и быстро портится.

Стародойное молоко также значительно отличается от нормального молока. В нем повышено содержание жира, белков, ферментов, минеральных веществ, меньше лактозы, кислотность снижается до 15—16 °Т, а иногда до 6-12 °Т. Вкус стародойного молока из-за повышенного количества жирорасщепляющего фермента липазы (и соответственно свободных жирных кислот, образующихся при действии на жир липазы и хлоридов) становится горьковато-солоноватым. В нем плохо развиваются молочнокислые бактерии. Оно плохо свертывается молокосвертывающим ферментом, имеет мелкие жировые шарики и казеиновые мицеллы, отрицательно сказывается на органолептических свойствах сыра.

Порода животных. Коровы разных пород имеют неодинаковые продуктивность и состав молока. Так, у коров джерсеской породы отмечается максимальное содержание жира и белка — 5,14 % и 3,8 %, соответственно; у коров гернзейской — 4,9 % жира и 3,85 % белка; меньше всего жира и белка у фризской породы — 3,4 % и 3,15 % соответственно. У симментальской породы отмечается содержание белка 3,3 %. Кроме того, в молоке коров симментальской породы, а также костромской и швицкой содержится больше кальция.

Время года и рацион кормления. Наилучшие сыры вырабатываются из молока в пастбищный период их содержания. На органолептические свойства молока положительно влияет флора заливных лугов, а также лугов, засеянных однолетними и многолетними травами. Хорошее молоко, пригодное для выработки сыра, получается при вскармливании коровами разнотравья в сочетании с бобовыми и злаковыми культурами. Ухудшают органолептические свойства молока

травы из низинных болотистых мест, а также большое количество в корме силоса низкого качества.

Состав молока в течение года непостоянен. Под влиянием одновременно действующих факторов (стадия лактации, кормление, условия содержания и т. д.) происходят сезонные изменения содержания основных компонентов молока и некоторых его свойств. Наибольшим сезонным изменениям подвергается белок и жир.

Наименьшее содержание сухих веществ, жира и белка наблюдается в молоке весной и в начале лета, наибольшее — осенью и зимой. Весной молоко характеризуется также меньшим количеством кальция, свободных аминокислот, витаминов. В нем хуже развиваются молочнокислые бактерии, снижается их энергия кислотообразования. Заметное уменьшение в молоке компонентов в весеннее время года объясняется снижением полноценности кормов и изменением обмена веществ в организме коров.

Практика показывает, что рационы кормления определенным образом влияют на процессы синтеза молока и состав молока. Однако только неполноценное однообразное кормление приводит к заметным изменениям состава, физико-химических, органолептических и технологических свойств молока. Если животным дают корма, бедные солями кальция (барда, кислый жом, силос), или они пасутся на болотистых лугах и пастбищах с кислыми травами, то может образоваться сычужно-вялое молоко, характеризующееся низким содержанием кальция и плохой сычужной свертываемостью.

3.3. Требования к молоку, заготовляемому для производства сыра, контроль качества

Согласно данным А. В. Гудкова и А. Г. Титова наиболее важным для оценки сыропригодности сырого молока является показатель наличия ингибирующих веществ, затем в порядке снижения идут класс по пробе на редуктазу, температуре, количество спор мезофильных анаэробных бактерий, класс по сычужно-бродильной пробе, титруемая кислотность, количество психротрофных бактерий, анормального молока, колиформных бактерий, общее количество мезофильных микроорганизмов, класс по пробе на брожение и группа чистоты.

Согласно действующим в Республике Беларусь техническим нормативным правовым актам молоко считается сыропригодным, если оно отвечает требованиям, представленным в табл. 3.2.

Таблица 3.2. **Требования к молоку для производства ферментированного сыра**

Показатель	Норма\
Титруемая кислотность, °С	16-18
Плотность, кг/м^3, не ниже	1027
Массовая доля белка, %, не менее	3,0
Степень чистоты, не ниже группы	I
Бактериальная обсемененность, не ниже сорта	1
Количество спор мезофильных анаэробных лактатосбраживающих бактерий в 1 см^3, не более	10
Количество соматических клеток в 1 см^3, не более	500 000
Сычужно-бродильная проба, класс, не ниже	II

Не подлежит переработке на сыр молоко:

полученное от коров в первые семь дней лактации (молозиво) и последние десять дней лактации (стародойное);

содержащее более 500 тыс. соматических клеток в 1 см^3;

с наличием веществ, ингибирующих рост молочнокислых микроорганизмов (остатков моющих и дезинфицирующих средств, химических консервантов, антибиотиков и других лекарственных средств защиты животных и растений);

с добавлением веществ, фальсифицирующих химический состав и физико-химические свойства молока, в том числе нейтрализующих.

Сырье, используемое для изготовления сыра, должно соответствовать требованиям действующих нормативных документов, СанПиН 11-63 РБ и СанПиН 13-10 РБ.

Содержание радионуклидов в сырье не должно превышать действующих республиканских допустимых уровней.

Приемка, контроль качества и сортировка молока. К приемке" допускается молоко, доставляемое в опломбированном виде в транспортных средствах, имеющих санитарный паспорт.

Контролю подвергают каждую партию молока, поступающего на завод. Под партией понимают молоко, сдаваемое одновременно, одного сорта, в одной таре, от одного хозяйства, оформленное одним со-

проводительным документом. При транспортировании молока в цистернах партией считают каждую секцию (отсек) цистерны.

Приемка молока включает следующие операции: проверку сопроводительных документов, осмотр тары, органолептическую оценку молока, определение температуры, отбор проб на анализы для оценки качества молока, анализы, сортировку молока, оформление необходимой документации.

В каждой упаковочной единице (секции молочной цистерны, фляге) после перемешивания определяют органолептические показатели молока: запах, цвет и консистенцию. Оценку вкуса проводят только после кипячения пробы молока.

Ежедневно в пробах молока, идущего на производство сыра, определяют кислотность, группу чистоты, массовую долю жира, плотность, количество соматических клеток.

Не реже одного раза в декаду в пробах молока от каждого поставщика определяют:

класс по сычужно-бродильной пробе;

бактериальную обсемененность (по редуктазной пробе с резазурином; показатели редуктазной пробы считаются достоверными только при отсутствии в молоке веществ, ингибирующих рост молочнокислых бактерий);

наличие в молоке веществ, ингибирующих рост молочнокислых бактерий (анализ проводят одновременное постановкой редуктазной пробы);

количество спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих маслянокислых бактерий.

Результаты анализов распространяются на все партии молока, поступающего на предприятие от данного поставщика, на период до следующего анализа.

При подозрении на фальсификацию молоко должно быть проверено на натуральность; дополнительно определяют сухой обезжиренный молочный остаток, при необходимости — точку замерзания, присутствие аммиака, соды, перекиси водорода.

Результаты анализов молока лаборант записывает в журнал по контролю качества молока, совместно с приемщиком составляет ведомость по качеству молока. Приемщик заполняет остальные графы журнала.

Исходя из результатов органолептической оценки, физико-химических (плотности, титруемой кислотности) и биологических (редук-

тазной и сычужно-бродильной пробы, наличия соматических клеток, спор маслянокислых бактерий, ингибиторов бактериального роста) анализов устанавливают сыропригодность молока и определяют возможные способы его подготовки к переработке.

Контроль кислотности. Кислотность молока является основным критерием оценки его свежести. В молочной промышленности принято судить о свежести молока по его титруемой кислотности. Титруемая кислотность выражается в условных градусах Тернера (°Т), под которыми понимают количество миллилитров 0,1 М раствора щелочи (NaOH или KOH), необходимое для нейтрализации 100 мл молока в присутствии фенолфталеина в качестве индикатора. Кислотность свежевыдоенного молока составляет 16-18 °Т. Один градус Тернера соответствует 0,009 % молочной кислоты.

Ранее для определения кислотности молока применяли тест «Soda», а затем для этих целей было предложено использовать ацидометр. При этом в качестве индикатора для титрования молока использовали фенолфталеин, имеющий легко различимую конечную точку. С тех пор в молочной промышленности нейтральную точку фенолфталеина (pH 8,3 в условиях теста) считают фиксированной и по отношению к ней производят титрование (раствор лактата натрия имеет pH около 8,3). Для титрования применяют раствор 0,1 М (моль/дм^3) гидроксида натрия, так как количество миллилитров 0,1 М раствора NaOH, используемое для титрования 10 см^3 молока до конечной (розовой) точки фенолфталеина, выражает эквивалентное процентное содержание молочной кислоты в молоке (т.е. 1,0 см^3 0,1 М NaOH равно 0,1 % молочной кислоты в пробе). В устаревшей литературе можно встретить термин «нормальность» (N) вместо термина «молярность» (М) для тех же самых объемов NaOH. Выражение «эквивалентное процентное содержание молочной кислоты» условно, поскольку не вся оттитрованная в молоке «кислота» является молочной кислотой. В реакции участвуют белки, жирные кислоты, а также фосфаты, цитраты, карбонаты и сульфаты кальция и магния. В действительности 0,02 % кислотности составляет растворенный диоксид углерода (в виде угольной кислоты), поскольку в молоке может содержаться до 4 % объема растворенного диоксида углерода. Значение кислотности является, в сущности, мерой буферной способности между pH пробы и pH при конечной точке титрования.

Титруемую кислотность в разных странах определяют по разным методикам: во Франции — методом Тернера, в Германии — в градусах Сокслета-Хенкеля (отличается от градусов Тернера тем, что для титрования берут 0,25 М раствор едкого натра); по Британскому стандарту предусматривается брать только 10 мл молока и титровать 1/9 М раствором гидрокисида натрия и т. д. Однако принцип, заложенный во все методы, одинаков. Сравнение разных способов выражения кислотности приведено в табл. 3.3.

Между показателями кислотности, определенной разными методами, существует зависимость: 1° по Сокслету-Хенкелю равен 12,25° по Дорнику, что равно 2,5° по Тернеру. Поскольку результаты данных методов выражают в градусах, при сравнении скорости образования кислоты, полученной разными методами, возможна путаница.

Таблица 3.3. **Различные методы определения и выражения титруемой кислотности молока**

Показатель	Метод			
	Английский (традиционный)	Сокслета-Хенкеля	Дорника	Тернера
Концентрация гидроксида натрия	0,111 М	0,25М	0,111 М	0,1 М
Количество пробы молока	10 мл	50 мл	10 мл	10 мл + 20 мл дистиллированной воды
Раствор фенолфталеина	1 мл 0,5 % в 50%-м этаноле	2 мл 2 % в этаноле	2 капли 2 % в этаноле	5 капель 5 % в этаноле
Единицы измерения результатов	% молочной кислоты — 10 х количество титранта, г	'SH = 2 х количество титранта (т. е. на 100 мл молока)	D =10 х количество титранта	T = 10 х количество титранта (т. е. на 100 мл молока)
Типичное значение для свежего молока	0,18 % молочной кислоты	8°SH	18°D	20 °T

Использование альтернативных методов осложняет сравнение результатов разных исследователей. Например, градусы Тернера не могут быть прямо эквивалентны другим значениям кислотности, поскольку в данном методе используют разбавление молока водой, что способствует нарушению баланса солей в молоке и дает более низкие значения по сравнению с другими способами измерений.

Глава 4. ПОДГОТОВКА МОЛОКА К ПРОИЗВОДСТВУ СЫРА

4.1. Хранение молока

В настоящий период в связи с возрастающим объемом производства сыров и укрупнением предприятий молочной промышленности в Европе сохраняется тенденция сбора молока с ферм раз в двое-трое суток. Поскольку сборное молоко хранится в течение различного периода времени, вопрос хранения молока является важным аспектом, немаловажным при хранении являются и условия его транспортирования.

При хранении в молоке начинает развиваться посторонняя микрофлора, особенно активно наблюдается рост бактериальных клеток при его высокой механической загрязненности и повышенных температурах хранения (табл. 4.1, 4.2).

Таблица 4.1. **Развитие микроорганизмов в молоке в зависимости от температуры хранения**

Температура хранения, °С	Кол-во микроорганизмов в 1 $см^3$ через 24 ч	Степень размножения
1	39 000	отсутствует
5	41 ООО	незначительное
12	220 000	5-кратное
14	1 530 000	37-кратное
20	55 000 000	1268-кратное

На современном этапе критическая температура кратковременного хранения молока составляет +6 °С.

Таблица 4.2. **Влияние гигиены доения на общее количество микробов и сохраняемость сырого молока**

Условие получения молока	Количество микробов в 1 $см^3$ сырого молока при хранении			Температура хранения, °С
	свежем	через 24 ч	через 48 ч	
Чистые коровы	4300	4130	4560	4,4
Чистая ферма		13 900	127 700	10,0
Чистое оборудование		1 587 000	33 011 000	15,5
Чистые коровы	39100	88 000	121 800	4,4
Загрязненная ферма		177 500	831 600	10,0
Загрязненное оборудование		4 461 100	99 120 000	15,5
Грязные коровы	136500	281 600	538 800	4,4
Грязная ферма		1 170 500	13 662 100	10,0
Грязное оборудование		24 673 600	639 884 600	15,5

В связи с тем что сегодня в условиях получения молока на фермах Республики Беларусь доля молока с бактериальной обсемененностью менее 100 000 клеток составляет менее 10 % и не все молоко поступает охлажденным до температуры +4 (±2) °С в соответствии со стандартом СТБ1598-06 «МОЛОКО КОРОВЬЕ. Требования при закупках», молоко закупают охлажденным с температурой до +10 °С включительно, поэтому на предприятиях молочной промышленности хранение молока при температуре от +2 °С до +6 °С предусматривается не более 24 ч с момента его получения, т. е. дойки. Для предупреждения развития посторонней микрофлоры молоко сразу после получения должно быть очищено и охлаждено.

Самым простым методом очистки молока от механических и биологических примесей является фильтрация. Для этого используют фильтры, где в качестве фильтрующего материала могут применяться марля, фланель и другие ткани, а также фильтры на синтетической основе (лавсановые и др.), гидрофобность которых позволяет достичь высокой скорости фильтрации.

Однако очистка молока с использованием фильтров имеет существенные недостатки:

через короткое время «свежее» сырое молоко будет прокачиваться через слой загрязнений. Поток молока будет снова захватывать мел-

кие частицы уже отфильтрованных загрязнений; нельзя исключить опасность повторного бактериального заражения;

при фильтрации отфильтрованный осадок остается в потоке молока в течение нескольких часов, следовательно растущая бактериальная флора может повторно инфицировать молоко;

молоко, поступившее позднее, может быть заражено бактериальной флорой, присутствующей в отфильтрованном осадке.

Такая проблема не существует для саморазгружающихся сепараторов для молока, поскольку в них молочный осадок удаляется с заданной периодичностью. По этой причине сейчас в промышленности стали широко применять центробежную очистку молока, а фильтры в основном используют на приемке молока в комплекте с отделителями воздуха и счетно-измерительными устройствами. Причем диаметр пор фильтров обеспечивает в основном очистку молока от достаточно крупных механических примесей и не очищает от бактериологического загрязнения.

Хранение молока при температуре +4(±2) °С не более 24 ч после дойки, очистки и охлаждения, осуществляемое на фермах колхозов, совхозов, молокоприемных пунктах и предприятиях молочной промышленности, называют *резервированием.*

Для этой цели в местах резервирования должны быть установлены резервуары, центробежные очистители, охладители. Резервирование молока обеспечивает ритмичность производства, позволяет осуществлять доставку молока в определенное время, строго по графику, усреднить сырье по составу и свойствам. Наличие запаса однородного сырья, предназначенного для нескольких выработок сыра в сыроизготовителях, открывает перспективы и создает предпосылки для автоматизации технологического процесса. В то же время в период хранения сырого молока возрастает концентрация ионизированного кальция, уменьшается окислительно-восстановительный потенциал, изменяется дисперсность частиц казеинового комплекса, уменьшается активность бактериальных веществ. Возможно развитие психротрофных бактерий, протеазы которых расщепляют белки. Большинство их во время пастеризации выживает и переходит в сыр, вызывая в нем пороки вкуса и запаха.

Во время выдержки сырого молока при +5 °С и ниже его сыропригодность ухудшается из-за протекания физико-химических процессов. Частично распадаются мицеллы казеина и от них отделяется Р-казеин и часть α_{s}- и х-казеина, т. е. уменьшается размер мицелл, повыша-

ется степень их гидратации, увеличивается количество растворимого казеина. Эти изменения вызывают удлинение времени свертывания молока, приводят к получению сгустка с низкими прочностными свойствами, ухудшается выделение сыворотки. Снижение прочности сгустка способствует увеличению сырной пыли при его обработке, а также увеличению растворимой части казеина, перешедшей в сыворотку. Все это снижает степень использования казеина, а следовательно — и выход сыра, ухудшает их консистенцию, поэтому для сыроделия хранить молоко ниже +6 °С нет смысла.

4.2. Тепловая обработка молока, дезодорация и ультрафильтрация молока

Тепловую обработку молока проводят для уничтожения технически вредной для сыроделия и патогенной микрофлоры, вирусов и бактериофагов, т. е. с целью получения доброкачественного в санитарно-гигиеническом отношении сыра, устранения возможности образования пороков в сыре, вызванных технически вредной микрофлорой. В сыроделии применяют два вида тепловой обработки молока: термизацию и пастеризацию.

Термизация. В связи с возрастающей тенденцией хранения молока при низких температурах (при резервировании) возрастает вероятность активного развития психротрофной микрофлоры. По мнению ряда специалистов, перед охлаждением с целью дальнейшего хранения молоко для сыроделия следует подвергать тепловой обработке; при этом ее тип должен обеспечивать гибель определенных нежелательных микроорганизмов, а именно — псевдоманад. Для этих целей применяют термизацию — нагревание молока до температуры +63...+67 °С с выдержкой от 20 до 25 с. В то же время, в связи с присутствием в молоке спорообразующей микрофлоры, и прежде всего Clostridium butyricum, которая в холодном молоке не размножается, проводимая термизация оказывает на нее негативное воздействие — вызывает температурный шок, приводящий к образованию спор, что в последующем может стать причиной пороков в сыре при созревании. В связи с невозможностью в ближайший период свести к минимуму присутствие споровой микрофлоры в молоке, актуальным становится бактофугирование,

высокоэффективный способ очистки молока от бактерий, в том числе споровых (более подробнее рассмотрено далее).

Термизация не обеспечивает достаточно полное уничтожение микрофлоры, поэтому ее применяют в комбинации с обязательной последующей пастеризацией молока по оптимальному режиму.

Пастеризация изменяет физико-химические свойства молока. Причем чем выше температура пастеризации, тем большим изменениям подвергаются эти свойства, особенно его солевой состав. Так, высокие температуры пастеризации приводят к тому, что одно- и двухзамещенные соли кальция переходят в трехзамещенные и выпадают в осадок. Это приводит к снижению сыропригодности молока.

Кроме того, тепловая обработка уменьшает средний диаметр белковых частиц, что доказано электронно-микроскопическими исследованиями. При этом наблюдается диссоциация казеина, сопровождающаяся освобождением боковых цепочек в пептидных связях. Эти явления указывают на то, что замедление сычужного свертывания также связано с диспергированием казеинат-кальцийфосфатного комплекса казеина.

Пастеризация также вызывает денатурацию сывороточных белков: альбумина и глобулина. При этом чем выше температура пастеризации, тем выше степень их денатурации. Так нагревание при +70 °С в течение 30 мин приводит к денатурации 30 % альбумина, а при +80 °С он денатурируется полностью.

Сывороточные белки в сыром молоке находятся в растворенном состоянии, а в пастеризованном — по мере денатурации фиксируются на казеине и при сычужной коагуляции вместе с казеином остаются в сырном сгустке. В результате задерживается выделение сыворотки при обработке сгустка, так как сывороточные белки обладают более высокими гидрофильными свойствами, чем казеин.

Р. И. Раманаускас установил, что изменение среднечастичной массы частиц казеинового комплекса описывается уравнением

$$B = B^{0}\ 1\text{ч-}3{,}4 \cdot 10^{3}\sqrt{7}\text{-exp}\ \frac{38{,}9\ \ 10^{3}}{RT}\ ,$$

где B^0 — среднечастичная масса частиц казеинаткальцийфосфатного комплекса до пастеризации; B — среднечастичная масса частиц после пастеризации; T—температура пастеризации, °К; t — время выдержки при одной температуре пастеризации, с; R — универсальная газовая постоянная, равная 8,32 Дж/моль-К.

Границы применения уравнения: T = 343-363 °К и t = 0-600 с. Энергия активации процесса E = 33,9 кДж/моль.

В последнее время сычужные сыры, за исключением швейцарского сыра, вырабатывают только из пастеризованного молока.

"Оптимальным режимом пастеризации молока в сыроделии является нагревание его до температуры от +70 °С до +72 °С с выдержкой от 20 до 25 с. В случае повышенной бактериальной обсемененности молока допускается повышение температуры пастеризации до +76 °С с той же выдержкой.

Если молоко имеет неприятный запах или запах кормов, в сырах, полученных из такого молока, могут наблюдаться пороки вкуса (затхлый, кормовой, посторонний вкус и запах), поэтому его следует подвергать дезодорации. Дезодораторы бывают с инжекцией острого пара в обрабатываемую среду при атмосферном давлении и вакуумные. Как правило, для дезодорации молока применяют вакуумные дезодораторы, которые используются в комплексе с пастеризационно-охладительными установками. В вакуум-камере поддерживается разряжение (при подаче молока при температуре пастеризации в стойловый период содержания скота применяется разряжение 30,4-40,4 кПа, в пастбищный — 20,3-30,5 кПа), поэтому молоко вскипает, при этом образуемый вторичный пар и выделяющиеся газы, а вместе с ними и летучие соединения, удаляются из камеры.

Ультрафильтрация молока (УФ) — концентрация молекул и макромолекул при пропускании молочного сырья под небольшим давлением через полупроницаемые мембраны. К крупным молекулам относятся казеиновые мицеллы с размером частиц от 0,01 до 0,1 мкм и молекулярной массой 10 000-100 000. К макромолекулам относятся сывороточные белки с размером частиц от 0,001 до 0,01 мкм и молекулярной массой от 1000 до 10 000. Кроме того, к макромолекулам можно отнести витамины, имеющие почти такие же размеры и молекулярную массу, что и сывороточные белки, а также лактозу с частицами размером от 0,0001 до 0,001 мкм и молекулярной массой от 100 до 1000. По этой причине при ультрафильтрации молочного сырья размер пор мембран составляет **от** 0,01 до 0,1 мкм, в результате чего на мембранах концентрируются молочные белки, молочный

витамины и частично — лактоза. В фильтрате, проходящем сквозь мембраны, остаются ионы, минеральные соли и в основном лактоза и вода. Процесс ультрафильтрации осуществляется при температурах +50...+55 °С и давлении 0,1-1,0 МПа.

В сыроделии УФ применяется для концентрации сухих веществ и прежде всего белков молока. В результате УФ получают молочный концентрат, содержащий от 3 до 15 % белка и лактозо-солевой раствор. При этом молочный концентрат белков используют в сыроделии. При производстве традиционных сыров процесс УФ осуществляют до концентрации белков, равной 4,5-5,5 % (массовой доли сухих веществ в молочном концентрате 14(+2) %). При этом концентрат должен иметь кислотность не более 23 °Т, так как повышение кислотности обусловлено увеличением массовой доли белка.

В практике сыроделия при создании новых видов мягких сыров УФ может быть использована для получения белковых концентратов с массовой долей сухих веществ до 40 %, поскольку производство традиционных твердых сыров из концентратов с высокой массовой долей сухих веществ осложняется особенностями их технологии и структуры сырного теста. Получение сыра без отделения сыворотки меняет интенсивность и направленность биохимических и физико-химических процессов при созревании, вследствие чего не обеспечивается формирование характерных для традиционных сыров органолептических свойств продукта.

4.3. Нормализация молока

Сыры как готовые продукты должны соответствовать стандарту по химическому составу и органолептическим показателям. Стандартизации в сыре подлежит массовая доля жира, влаги и соли.

В сырах, в отличие от других молочных продуктов, нормируется массовая доля жира по отношению не к общей массе, а к массе сухого вещества сыра:

$$Ж_{с.в} = Ж_{абс} \cdot 100/(100-В).$$

Этот показатель выбран потому, что он практически не изменяется вследствие потерь влаги при созревании сыра, оставаясь постоянной величиной. В то же время массовая доля влаги в сыре не поддается точному регулированию, и этот показатель в сыре нормируется ориентировочно с указанием только верхнего допустимого предела.

Сыры вырабатывают с различной массовой долей жира в сухом веществе — 20-60 %. Соотношение между основными компонентами сыра — белком, жиром, водой — оказывает большое влияние на свойства и качественные показатели сыра. Так, жир повышает пластические свойства сырной массы, сообщает сыру характерную консистенцию, участвует в образовании вкусового букета сыра. Повышение содержания белка при снижении жира способствует образованию грубой консистенции, поэтому в сырах при снижении массовой доли жира увеличивают влагу, поскольку влага усиливает упругие свойства белкового геля, придавая сыру эластичность. При повышении массовой доли влаги в сырах также ускоряется созревание и усиливается острота его вкуса.

Для получения сыров стандартной жирности проводят нормализацию молока до определенного соотношения между жиром и белком. В связи с тем что содержание белка в молоке изменить сложно, нормализацию для достижения необходимого отношения между жиром и белком проводят изменением содержания жира в зависимости от фактического содержания белка в нормализуемом молоке (белок определяют методом формольного титрования).

Ориентировочно массовую долю жира в нормализованном молоке можно определить по формуле

$$Ж_{нм} = к Б_{м} Ж_{си} / 100,$$

где $Ж_{нм}$ — массовая доля жира в нормализованном молоке, %; $к$ — коэффициент (для сыров с массовой долей жира в сухом веществе 50 % равен 2,07; 45 % — 1,98; 40 % — 1,86; 30 % — 1,54); $Б_{м}$ — массовая доля белка в молоке, %; $Ж_{св}$ — массовая доля жира в сухом веществе сыра, %.

Данная формула положена в основу данных, приведенных в таблицах технологических инструкций по производству сыра, в которых приводится ориентировочная массовая доля жира в нормализованном молоке в зависимости от массовой доли жира в исходном молоке.

Однако более точно жирность нормализованной смеси определяют практически исходя из формулы

где *К*—расчетный коэффициент нормализации.

К устанавливают эмпирически, т. е. опытным путем. Для этого проводят 3^4 выработки сыра (контрольные). При этом жирность нормализованного молока принимают по таблицам из технологических инструкций по сыру в зависимости от массовой доли жира в исходном молоке.

После прессования сыра определяют массовую долю жира и влаги в сыре и рассчитывают массовую долю жира в сухом веществе сыра ($Ж^{св}$) по формуле

$$Ж^{св} = Ж^{с} \cdot 100 /(100 - В^{с}), \quad (4.2)$$

где $Ж^{с}$ — абсолютная массовая доля жира в сыре, %; $В^{с}$ — массовая доля влаги в сыре, %.

Содержание жира в сухом веществе сыра после прессования должно быть на 1,0 или 1,5 % выше стандартной величины с учетом того, что при последующей посолке сыра с увеличением содержания сухих веществ в сыре за счет поваренной соли доля жира в сухом веществе уменьшается.

Пример: сыр костромской (45 % жира в сухом веществе).

При жирности исходного молока 3,6 % массовую долю жира в нормализованном молоке принимаем равной 2,70 %.

Абсолютная массовая доля жира в сыре после прессования составила 24,50 %, влага — 45,10 %.

Тогда массовая доля жира в сухом веществе сыра, определенная по формуле (4.2), равна

$$Ж^{св} = 24,5 \cdot 100/(100-45,10) = 44,62\ \%.$$

Если фактическое содержание жира в сухом веществе сыра после прессования отличается от нормативного, устанавливают поправочный коэффициент по формуле

$$К^{п} = Ж^{т}(100 - ЖФ) / [ЖФ(100 - ЖД), \quad (4.3)$$

где $К^{п}$ — поправочный коэффициент; $Ж^{т}$ — требуемая (нормативная) массовая доля Жира в сухом веществе сыра,%; ЖФ — фактическая массовая доля жира в сухом веществе сыра, %.

Пример:

$$К^{п} = 46 (100 - 44,62) / [44,62 (100 - 46)] = 1,057.$$

С помощью поправочного коэффициента уточняют массовую долю жира в нормализованном молоке контрольной выработки по формуле

$$Ж_{нм.у} = Ж_{нм} \cdot К_{п}, \quad (4.4)$$

где $Ж^{нму}$ — уточненная массовая доля жира в нормализованном молоке,%; $Ж^{нм}$ — принятая по таблицам ориентировочная массовая доля жира в нормализованном молоке контрольной выработки, %.

Пример:

$$Ж_{нм1} = 2,70 \cdot 1,057 = 2,80\%.$$

Из нормализованной смеси с уточненной массовой долей жира вырабатывают сыр. В случае несоответствия массовой доли жира в сыре после прессования заданному значению, жирность смеси уточняют еще раз, добиваясь получения в двух-трех выработках подряд требуемой массовой доли жира в сухом веществе сыра после прессования.

После того как будет получен сыр требуемой жирности, находят расчетный коэффициент нормализации:

$$К_{Р} = Ж_{нм.у} /Б_{м}, \quad (4.5)$$

где $Ж^{нму}$ — массовая доля жира в нормализованной смеси, уточненная при опытных выработках сыра,%.

Уточнение коэффициента нормализации следует проводить не реже 1 раза в месяц.

Нормализацию молока по жиру ведут в потоке с использованием сепараторов-нормализаторов или смешением в емкости или в аппарате выработки сырного зерна. После их заполнения проверяют массовую долю жира в нормализованном молоке и окончательно регулируют ее добавлением пастеризованного обезжиренного молока или сливок.

4.4. Созревание молока

Свежевыдоенное молоко плохо свертывается сычужным ферментом и является неблагоприятной средой для развития молочнокислых бактерий. При выработке сыра из такого молока получается дряблый,

плохо отдающий сыворотку сгусток, молочнокислый процесс идет медленно. С целью улучшения сыропригодности свежего молока его подвергают специальной обработке, т. е. применяется комплекс микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, в результате которых повышается его сыропригодность. Вследствие этого интенсифицируется молочнокислый процесс и качество сыра повышается. Повышение сыропригодности молока за счет улучшения технологических свойств возможно при применении созревания молока. Созревание обеспечивает сокращение продолжительности сычужного свертывания и обработки сырного зерна, интенсификацию молочнокислого процесса и протеолиза во время созревания сыра, а также повышение качества продукта. Полностью этой цели нельзя достигнуть путем простого добавления закваски к сырью, т. е. повышением кислотности и количества микрофлоры. Во время созревания развитие молочнокислой микрофлоры сопровождается совокупным изменением физико-химических и биохимических показателей. Происходит увеличение титруемой кислотности, концентрации ионов кальция и буферной емкости, понижение активной кислотности и окислительно-восстановительного потенциала, изменение дисперсности казеиновых частиц, увеличивается содержание полипептидов, укрупняются мицеллы казеина, происходит частичный гидролиз лактозы и повышение содержания водорастворимых азотистых соединений, а также молочнокислой микрофлоры.

Традиционным режимом созревания молока в сыроделии является выдержка его при температуре +10 (+2) °С в течение 12 (±2) ч с добавлением или без добавления закваски молочнокислых бактерий. При этом на созревание может быть направлено молоко в сыром виде или после термизации. Как правило, созреванию в сыром виде подвергают (после очистки) молоко не ниже первого класса по редуктазной и сычужно-бродильной пробам без добавления или с добавлением бактериальной закваски и в количестве от 0,005 до 0,01 %. Кроме того, молоко могут направлять на созревание после термизации с добавлением бактериальной закваски в количестве от 0,05 до 0,3 %. С целью предотвращения развития бактериофага при созревании молока с применением заквасок рекомендуется использовать закваски иной партии и иного состава, чем при производстве сыра. После созревания, перед выработкой сыра, такое молоко обязательно пастеризуют.

Имеются исследования, доказывающие целесообразность при созревании молока внесения вместе с закваской хлористого кальция в количестве 0,02-0,04 % (пересчитанного на сухое вещество), который затем дополнительно в сыроизготовитель не вносится. В то же время другие исследования показывают нецелесообразность его внесения, так как это интенсифицирует развитие бактериофагов.

В настоящий период все чаще сыроделы отказываются от практики внесения при созревании молока бактериальных заквасок, поскольку значительно возрастает риск развития бактериофагов, причем, если раньше бактериофаги поражали лактококковые закваски, сегодня ему подвержены и закваски, содержащие лактобациллы. Кроме того, в республике в связи с возрастанием объемов заготовляемого молока и его резервировании при низких температурах все больше фиксируется негативная роль психротрофной микрофлоры, поскольку под действием грамотрицательных псевдомонад происходит липолиз и протеолиз соответствующих частей молока. По этой причине молоко, поступающее на сыродельные предприятия, в отличие от ранее принятой практики воздействия тепловой обработки непосредственно перед подачей в сыроизготовитель, рекомендуется подвергать термизации сразу после приемки, что, с точки зрения развития данной микрофлоры в молоке при низких температурах, является оправданным. Установлено, что под действием термизации на 80 % инактивируются бактериофаги, поступающие с сырым молоком.

За период созревания в зависимости от вида сыра титруемая кислотность возрастает на 0,5-2,0 °Т. При производстве твердых сычужных сыров предельная кислотность молока после созревания не должна превышать 20 °Т.

Опираясь на классическое сыроделие, на созревание рекомендуется оставлять 30-50 % от количества перерабатываемого молока. Соотношение зрелого и свежего молока при этом устанавливают в зависимости от вида сыра и желаемой интенсивности развития молочнокислого процесса (увеличение дозы зрелого молока способствует его активизации). Основными критериями требуемого соотношения являются титруемая кислотность молока перед свертыванием, которая не должна быть выше значения, установленного для каждого вида сыра, и интенсивность нарастания кислотности сыворотки при обработке зерна.

Исследованиями последних лет доказано, что в наибольшей степени прямыми источниками бактериофагов являются лизогенные культуры, входящие в состав бактериальных заквасок; сырое молоко; нормализованная смесь; заквашенная смесь; сыворотка, а косвенными — оборудование и инвентарь, воздух, производственные цеха, солильные бассейны, обслуживающий персонал. По этой причине сегодня в сыроделии возрастает тенденция направлять на созревание все молоко, поступившее на сыродельное предприятие накануне. Его нормализуют, подвергают термизации, центробежной очистке (бактофугированию) и затем направляют на созревание, но без внесения бактериальных заквасок, в конце созревания его пастеризуют. Это улучшает свертывающую способность молока и сводит к минимуму возможность развития бактериофагов, обусловленных сырьем или закваскаами.

4.5. Пути снижения бактериальной обсемененности молока в сыроделии

Фильтрование молока. Наиболее простым способом очистки молока от попавших в него во время доения или дальнейшего хранения механических загрязнений является фильтрование с использованием фильтров различной конструкции.

При механизированном доении молоко фильтруется через закрытые фильтры, установленные в линии молокопровода. Такие фильтры входят в конструкцию доильных установок. Плотные нетканые фильтрующие материалы и бязь обеспечивают очистку молока до группы 1, но могут работать без замены при выдаивании до 200 коров. С увеличением числа выдаиваемых коров и объема фильтруемого молока фильтры покрываются плотным слоем осадка и нарушается вакуумный режим доения. Для эффективной очистки молока в доильных установках размещают параллельно два фильтра, соединенных между собой в общую систему посредством трехходовых кранов, при помощи которых можно переключать фильтры в процессе доения с грязного на чистый для замены фильтрующих тканей на загрязненном фильтре.

В качестве фильтрующих материалов используют марлю, бязь, миткаль, фланель и нетканые материалы из лавсановых или пропиленовых волокон, а также стеклянных, керамических и металличес-

ких материалов. Эффективность фильтрования зависит от размеров отверстий фильтрующего материала в сравнении с размерами частиц механических загрязнений, поэтому наименьшую эффективность фильтрования получают при использовании марли, пропускающей практически все механические загрязнения молока, кроме наиболее крупных.

При сравнительной оценке размеров частиц механических примесей молока и размера отверстий фильтрующих материалов выявлено (А. М. Шалыгина), что основная их масса может проходить вместе с молоком через отверстия тканей. Более полной очистки молока можно добиться только с помощью нетканого фильтрующего материала (табл. 4.3). В этом случае на поверхности фильтра оседает 0,004 г загрязнений при фильтровании 1 л молока, при этом очищенное молоко по группе чистоты относится к 1 группе. Бязь задерживает на 25 % осадка меньше, и молоко может иметь мелкие частички загрязнений и оцениваться по 2 группе. При фильтровании через лавсан молоко по степени чистоты оценивается 2 группой. Капрон непригоден для очистки молока.

Таблица 4.3. **Сравнительная оценка группы чистоты молока, подвергнутого фильтрованию через различные фильтры**

Ткань для фильтрования	Концентрация осадка на фильтре, г/л	Чистота молока, группа
Нетканый фильтр	0,004	1
Бязь	0,003	1-2'
Лавсан 56126а	0,003	2
Капрон	0,00007	2-3

Недостатками всех типов фильтров являются кратковременность безостановочной работы и возможность разрыва фильтрующей ткани. Продолжительность цикла очистки составляет 20-30 мин, после чего необходимо менять фильтрующую ткань.

При заполнении ванн, резервуаров или автомолцистерн молоко фильтруют, прокачивая его насосом через фильтрующую ткань. В то же время механические примеси под действием давления, создаваемого насосом, могут разбиваться в пыль и просачиваются через фильтр вместе с молоком.

Таким образом, фильтрование молока сразу же после выдаивания в целях очистки от механических примесей является необходимой операцией, так как позволяет получать молоко более высокого качества с увеличенным сроком хранения до переработки. Однако способы фильтрования не очень эффективны и часто трудоемки. Наиболее эффективна очистка молока от механических примесей с помощью центробежных молокоочистителей.

Очистка молока. Сырое молоко всегда содержит нежелательные составляющие, включая соматические клетки и бактерии. Применение сепараторов для удаления бактерий берет начало с 1970-х годов с очистки молока для сыра.

Механическая сепарация спор и соматических клеток основана на разности плотностей:

цельное молоко — 1,011 г/мл;
обезжиренное молоко, +60 °С — 1,016 г/мл;
клетки вегетативных форм бактерий — 1,070-1,115 г/мл;
аэробные споры — 1,130 г/мл;
анаэробные споры — 1,132 г/мл.

Удаление бактерий может производиться из обезжиренного молока, нормализованного или цельного молока и обезжиренной сыворотки.

Прорыв в этих технологиях был совершен в 1980-х годах. Основой для него стала разработка центрифуги для удаления бактерий с высокой эффективностью очистки и большой пропускной способностью. Несмотря на то что в области удаления бактерий выполняются разные задачи, все они имеют одну общую цель — максимально возможное снижение количества конкретных микроорганизмов. Так, например, в сыроделии это относится в первую очередь к спорообразующим бактериям Clostridium tyrobutyricum, вызывающим позднее вспучивание сыров. Немаловажным и в сыроделии является удаление патогенных микроорганизмов Listeria monocytogenes, вызывающих при определенных условиях острые вспышки заболеваний у людей, протекающих очень тяжело с высокой степенью летального исхода (смертность достигает 30-35 %, тогда как при других инфекционных заболеваниях — до 5 %).

Бактерии Listeria имеют большое сходство с лейкоцитами, т. е. одной из составляющих соматических клеток. Бактерии Listeria, окруженные «лейкоцитами», обладают довольно высокой термоустойчивостью.

4.5. Пути снижения бактериальной обсемененности молока в сыроделии

Однако свободные бактерии Listeria могут быть уничтожены при температуре пастеризации. Чтобы исключить возможные затруднения с бактериями Listeria, необходимо удалить максимальное количество соматических клеток, имеющихся в молоке, по двум причинам:

1) лейкоциты, окружающие бактерии Listeria, будут удалены;

2) бактерии Listeria, незащищенные лейкоцитами, не будут термоустойчивыми и последующая пастеризация уничтожит любые бактерии Listeria, все еще оставшиеся в молоке.

Эффективность удаления бактерий зависит от:

типа продукта;
жирности;
температуры сепарации;
вида клеток или удаляемых микроорганизмов;
содержания воздуха на подаче продукта.

В общем виде можно ожидать следующую эффективность:

Вид клеток	*Исходное количество*	*Снижение*
Общее количество бактерий	200 000-1 000 000 /мл	70-90 %
Аэробные споры	50-500/ мл	> 90 %
Анаэробные споры	10 -200 /л	> 98 %
Соматические клетки	200 000-500 000 /мл	95 %

Во многих отраслях молочной промышленности процесс очистки молока сочетают с его сепарированием. Однако до сих пор не разработаны такие молочные сепараторы, эффективность очистки у которых достигала бы показателей классического сепаратора-молокоочистителя. В связи с этим в сыроделии для очистки поступающего сырья широко используются центробежные саморазгружающиеся сепараторы-молокоочистители.

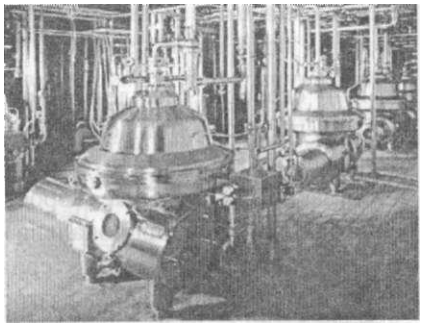


Рис. 4.1. Сепараторы

На сепараторах-молокоочистителях очистка молока может происходить в интервале темпе-

ратур +5...+65 °С. При холодной очистке молока его исходные качества сохраняются лучше, однако возрастает вязкость, уменьшается скорость всплывания частиц, кроме того, при низких температурах нет разницы плотностей некоторых микроорганизмов и жидкости-носителя, поэтому эффективность удаления микробных клеток ничтожно мала. Необходимо избегать температуры +15...+50 °С, поскольку она благоприятна для роста бактерий, а рост последних может привести к формированию свободного жира и свободных жирных кислот. По этой причине температура сепарации молока должна быть в пределах +50...+55 °С. Более высокие температуры также не желательны, поскольку возрастает денатурация молочных белков.

Бактофугирование. При бактофугировании одновременно с механическими примесями из молока удаляется подавляющая часть микроорганизмов: выделяется концентрат биомассы бактерий. Бактериальная очистка молока достигает до 95 %. Бактофуги действуют по принципу центробежных очистителей, отличаясь от них более высокой скоростью вращения барабана (более 16 ООО об./мин), большим числом и размером тарелок. Этот метод в сыроделии получил широкое распространение, поскольку позволяет эффективно выделить из молока споры Clostridium tyrobutyricum.

Эффективность очистки от бактерий зависит от *температуры молока,* которая должна быть в пределах +50...+62 °С. При таких температурах вязкость относительно низкая.

Согласно закону Стокса скорость осаждения удаляемых при центрифугировании бактерий будет выше, чем при низких температурах:

$$18\ т)$$

где V — скорость осаждения, м/с; D — диаметр бактерий, м; Ap — разность плотностей молока и бактерий, кг/м^3; п. — динамическая вязкость молока, кг/м- с; g — ускорение силы тяжести, м/с^2.

Согласно этой формуле скорость осаждения V в бактофуге для удаления бактерий пропорциональна квадрату диаметра бактерии, разности плотностей молока и бактерии, ускорению в поле силы тяжести и обратно пропорциональна вязкости молока.

Факторы, влияющие на эффективность работы бактофуг:

подача продукта в центрифугу — превышение номинальной пропускной способности в ряде случаев существенно снижает эффективность удаления бактерий, при этом уменьшение пропускной способности ниже номинального значения лишь незначительно повышает эффективность;

частичная выгрузка осадка — временной интервал между частичными выгрузками определенно оказывает большое влияние на эффективность удаления бактерий, в зависимости от степени «заражения» и температуры молока интервал должен быть от 10 до 20 мин;

исходное количество бактерий — этот показатель лишь незначительно влияет на эффективность удаления бактерий в процентах, в то же время он имеет большое значение для абсолютного конечного числа бактерий определенного вида;

время работы — этот фактор существенно не влияет на эффективность удаления бактерий, как правило, операция безразборной мойки (CIP) для бактофуги выполняется через 8-10 ч.

Из санитарно-гигиенических соображений бактофугирование всегда сочетается с пастеризацией, повышая эффективность последней,—

Перекисно-каталазная обработка молока. Одним из способов удаления споровой микрофлоры является перекисно-каталазная обработка. Это химический способ обработки молока.

Существует целый ряд модификаций ПК-обработки. Например, к молоку в потоке добавляют 0,02-0,05 % перекиси водорода, затем молоко проходит через нагревательное устройство, где выдерживается от 30 с до 5 мин при температуре +52...+60 °С, затем его охлаждают до +32 (+2) °С и добавляют препарат каталазы, выдерживают около 30 мин (в течение данного времени происходит нейтрализация перекиси), после чего определяют присутствие перекиси. Если перекись водорода не обнаруживается, в молоко вносят бактериальную закваску и осуществляют выработку сыра по соответствующей технологии.

Второй способ: обработку молока проводят непосредственно в сыроизготовителе перед внесением в него хлористого кальция и закваски. В смесь с температурой +32...+40 °С добавляют 0,03-0,05 % чистой перекиси водорода предварительно растворенного в воде в соотношении 1:3. Продолжительность обработки — 40 мин. После этого добавляется фермент каталаза в концентрации 75 мг/л, при этом продолжительность инактивации перекиси водорода составляет 15 мин.

По сравнению с пастеризацией ПК-обработка молока имеет следующие *преимущества:*

лучше, чем у пастеризованного молока, сохраняются исходные свойства молока;

сыр имеет лучший цвет;

маслянокислое брожение встречается реже;

достигается уничтожение колиформ;

увеличивается выход продукта.

Однако данный метод имеет следующие *недостатки:*

необходимо добавлять химпрепараты высокой чистоты, что отражается на себестоимости продукта;

разрушается в большей степени витамин С;

не уничтожаются бактерии туберкулеза, а также Brucella abortus и Staphylococcus aureus.

Таким образом, данный метод не исключает потребности в последующей пастеризации.

Микрофильтрация молока — концентрация посторонних частиц и высокомолекулярных соединений, в том числе бактерий, с последующим их удалением, которое происходит при пропускании молочного сырья сквозь полупроницаемые мембраны. При этом мембраны имеют размер пор соответственно размеру и молекулярной массе задерживаемой частицы (в данном случае — бактериям). Бактерии имеют размеры от 1,0 до 10 мкм (гнилостные бактерии — 5-8 мкм, уксуснокислые и флюоресцирующие бактерии — 1-2 мкм, кокки — 0,75-1,25 мкм) с молекулярной массой свыше 500 000; дрожжи и плесени имеют размеры от 10,0 до 100,0 мкм с молекулярной массой свыше 500 000. Соответственно мембраны, применяемые при микрофильтрации, имеют такой размер пор, при котором эти частицы будут задерживаться — от 0,1 до 10,0 мкм.

Процесс микрофильтрации молочного сырья сводит к минимуму высокотемпературное воздействие на белковые вещества молока, так как обработку осуществляют при температурах ниже порога денатурации сывороточных белков (+50...+55 °С).

В установках, используемых в сыроделии для микрофильтрации, применяются керамические микрофильтры с диаметром пор от 0,01 до 10 мм, при этом макромолекулы (например, белка) проникают сквозь мембрану, а эндоспоры, как и многие жировые глобулы и соматические клетки, задерживаются. Если размер пор находится в нижнем диапазоне (0,8-1,4 мм), вегетативные бактериальные клетки также будут удалены. Применение микрофильтрации цельного молока затруднительно из-за того, что вместе с бактериями на мембранах будет»задерживаться и молочный жир. Данный подход лежит в основе системы *Bactocatch,* разработанной датской компанией Alfa-Laval. В этом процессе молоко, предназначенное для производства сыра, нагревают до +50 °С для облегчения отделения сливок, затем порцию обезжиренного молока подвергают микрофильтрации, получая молоко с низким содержанием бактерий, в том числе спорообразующих. Таким образом, в зависимости от условий работы микрофильтрационной установки количество бактерий сокращается на 2-3 log, т. е. до 99,9 %.

Ультразвук — высокочастотные (20 кГц и более) механические колебания упругой среды, не воспринимаемые ухом человека. Одно колебание в секунду составляет единицу измерения — герц (Гц); килогерц (кГц) составляет 10^3 Гц/с, мегагерц (МГц) — 10^6 Гц/с.

Ультразвуковые волны с частотой колебания более 20 000 Гц обладают бактерицидными свойствами, так как имеют большую механическую энергию и могут вызывать в озвучиваемой среде ряд механических и электрохимических явлений. В момент прохождения ультразвука через жидкость образуются субмикроскопические и микроскопические полости, которые, увеличиваясь в размерах,, «втягивают» в себя молекулы газа и парообразную жидкость. В полостях создается огромное давление, достигающее десятков и сотен мегапаскалей, что обусловливает механическое разрушение (дезинтеграцию) цитоплазматических структур и гибель клетки.

Кавитационная электрохимическая теория объясняет ионизацию паров жидкости и присутствующих в ней газов при образовании кавитационного пузырька. При разрыве пузырька происходит электрический разряд, сопровождающийся резким повышением температуры и образованием в кавитационной полости электрического поля высокого напряжения. При этом пары жидкости и высокомолекулярные соединения в кавитационной полости расщепляются на водород и гидроксильную группу с образованием активного кислорода, пероксида водорода, азотистой и азотной кислот, в результате чего происходят инактивация ферментов и коагуляция белков, что обусловливает гибель микробной клетки.

Бактерицидное действие ультразвука зависит от интенсивности звука и кавитации, состава дисперсной среды, а также концентрации микробных клеток. При высокой интенсивности звука распад микробных клеток происходит чрезвычайно быстро. Наличие в составе среды липидов, углеводов (и особенно белков), а также увеличение концентрации микробных клеток снижают бактерицидный эффект ультразвука.

Устойчивость микроорганизмов к действию ультразвука зависит от их биологических свойств. Вегетативные клетки бактерий более чувствительны, чем споры; кокковые формы погибают медленнее, чем палочковидные; более крупные клетки микроорганизмов отмирают быстрее, чем мелкие.

Ультразвук применяют для стерилизации пищевых продуктов, дезинфекции предметов, в сыроделии данный метод пока широкого применения не нашел.

Высокое гидростатическое давление. В последнее время много исследовательских работ посвящается изучению так называемых технологий «холодной переработки». Особый интерес вызывает высокое гидростатическое давление (ВГД). Поскольку этот метод может использоваться для снижения количества бактерий без оказания какого-либо влияния на такие важные характеристики, как вкус и запах.

Емкости под высоким давлением (в пределах 300-1000 МПа) успешно инактивируют бактерии. Для молочной промышленности важным является еще и тот факт, что ВГД инактивирует также чувствительные к давлению ферменты. Однако требуются исследования для более глубокого изучения чувствительности разных патогенных и вызывающих порчу бактерий к давлению.

В настоящее время относительно небольшие емкости вместимостью приблизительно 200 л позволяют при обработке продукта затрачивать примерно 10 долларов США за 1 кг, по сравнению с пастеризацией — 5 долларов США за 1000 кг. Стоимость обработки можно снизить путем увеличения размеров емкостей и использования новых строительных материалов, а также оборудования, где функциональные преимущества будут компенсировать дополнительные затраты.

Пульсирующие электрические поля. Эта технология развита в меньшей степени, чем ВГД, однако значительный прогресс наблюдается в разработке практического оборудования и методик. Она заключается в использовании низкоэнергичных, с высоким напряжением, пульсирующих электрических полей для дестабилизации мембран бактерий, в результате чего последние погибают. Степень инактивации бактерий определяется двумя наиболее важными переменными величинами: силой электрического поля (количеством и шириной импульсов) и временем обработки. Пульсирующие электронные поля в сочетании с мягкой тепловой и антимикробиальной обработками дали очень хорошие результаты при проведении опытов с сырым обезжиренным молоком.

4.6. Применение солей и красителей

Внесение в молоко хлористого кальция. Известно, что при пастеризации молока часть солей кальция переходит из растворимого состояния в нерастворимое, что приводит к ухудшению сычужной свертываемости молока и получению сгустка более дряблого, непрочного. Для восполнения минерального состава в отношении ионизированного кальция и с целью обеспечения нормальной сычужной свертываемости молока применяют хлористый кальций. Он также улучшает реологические показатели сгустка. В молоко добавляют раствор хлористого кальция из расчета от 10 до 40 г безводной соли на 100 кг молока. Оптимальную дозу хлористого кальция устанавливают в зависимости от свойств молока, времени года, с учетом показаний прибора для сычужной пробы и характера сычужного свертывания молока в предыдущих выработках сыра.

Для приготовления раствора хлористого кальция используют воду с температурой +80...+90 °С из расчета 1,5 $дм^3$ на 1 кг соли. В 100 мл такого раствора должно содержаться 38-40 г безводной соли. Готовый раствор хранят в закрытой нержавеющей или керамической посуде. Перед употреблением раствору дают отстояться, после чего он должен быть прозрачным и бесцветным. Не допускается использование хлористого кальция в виде сухой соли или свежеприготовленного не отстоявшегося раствора.

Содержание безводного хлористого кальция в растворе определяют по его плотности. В зависимости от плотности и принятой дозы хлористого кальция с помощью таблицы устанавливают необходимое для выработки сыра количество раствора этой соли.

Внесение в молоко калия или натрия азотнокислого. Во избежание раннего вспучивания сыра, подавления развития вредной газообразующей микрофлоры (БГКП и маслянокислых бактерий) в случае необходимости при выработке твердых сычужных сыров в молоко допускается вносить раствор калия или натрия азотнокислого из расчета 20 (±10) г соли на 100 кг молока.

Для приготовления этих растворов используют воду с температурой, как и для хлористого кальция +85 (±5) °С из расчета 1 дм^3 на 150 (+50) г соли.

Допускается их внесение в виде сухой соли. Для этого, в случае применения сыродельных ванн, необходимое количество сухой соли помещают в 2-3-слойный марлевый мешочек, который привязывают к мешалке или на патрубок под струю подаваемого молока.

Применение красителей. Интенсивность окраски сыра значительно варьируется в течение года. Это связано с применением различных кормов. Желтый цвет обусловливается главным образом наличием двух составляющих в молоке: рибофлавина и каротиноидного пигмента. Однако при производстве сыра большая часть рибофлавина теряется с сывороткой, в результате чего сыворотка имеет насыщенный зелено-желтый цвет. По этой причине более значимым для сыра является каротиноидный пигмент, содержащийся в молочном жире, который в большей степени переходит при выработке сыра в сгусток. Имеется существенная разница между окраской сыра в зимний и летний периоды: летом каратиноидов больше, поскольку они поступают из свежей травы. Однако для потребителей желательно, чтобы сыр имел одинаковый цвет независимо от сезона. В связи с этим в последний период производители широко применяют красители, например аннато, р-каротин и др. р-каротин относится к группе красителей, тождественных натуральным. Его добавление обогащает продукт витамином А, предупреждает окисление молочного жира, известно также что он способствует разрушению свободных радикалов|напри-'мер, KARSER — краситель для сыра, представляющий собой раствор Р-каротина (Е160а (П)) в 2,5%-м водном^растврре КОН. Препарат добавляется из расчета 75-150 мл наЮОО л ^Йярка в сыроизготовитель перед внесением молокосвертывающего ферментаГ}

Аннато — карратиноидный краситель, изготавливается из семян южноамериканского кустарника Bixa orellana. Основным пигментом

в нем является жирорастворимый биксин, который в щелочном экстракте переходит в водорастворимый норбиксин. При производстве сыра он соединяется с казеином, окрашивая белок, а в сыворотку переходит в виде следов.[Например, ANSER —--краситель для сыра, представляющий собой раствор норбиксйна£Ё160Ь) в 2,0%-м водном растворе КОН. Препарат добавляется из расчета 10-15 мл на 1000 л молока в сыроизготовитель перед внесением молокосвертывающего фермента.

Установлено, что аннато в значительной степени подвержен окислению под влиянием пероксида водорода, выделяемого в результате развития некоторых бактерий, а также под действием воздуха. В качестве катализаторов окислительного процесса может служить медь, железо, сульфгидрильные соединения и др. По этой причине при применении красителей обнаружение в сыре типа российского (формуемого насыпью) более частого порока «экрана» — большего осветления желтого цвета сыра по краям головки сыра сразу после посолки — возможно, связано с более быстрой дегидратацией влаги поверхностных слоев сырного теста и водорастворимого красителя норбиксина в рассол, причем с повышением концентрации раствора соли и температуры посолки порок усиливается. Следует также отметить, что при выработке этих сыров включение в состав заквасок лактобацилл, например болгарской палочки, аккумулирующей пероксид водорода, также может явиться возможной причиной порока.

Глава 5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК В СЫРОДЕЛИИ

Сыр созревает под влиянием молокосвертывающего фермента и ферментных систем микроорганизмов. В формировании органолептических показателей твердых сыров принимают участие ферментные системы молочнокислых и слизеобразующих бактерий, а мягких — молочнокислых и слизеобразующих бактерий, плесеней, микроскопических грибов, дрожжей. Следовательно, технология сыра сводится в основном к созданию условий для количественного и качественного развития микрофлоры молока в сырной массе. Все технологические параметры направлены на создание условий для микробиологических процессов. В результате получают сыры с характерными для данного вида признаками, резко отличающиеся один от другого вкусом и запахом.

Поскольку большинство микрофлоры сырого молока погибает во время пастеризации в смесь перед свертыванием вносят технологически полезную молочнокислую микрофлору в виде закваски. Молочнокислые бактерии играют решающую роль в сыроделии, так как они сбраживают молочный сахар до молочной кислоты и образуются побочные продукты: уксусная кислота, углекислый газ, ароматические вещества, этиловый спирт. Это приводит к снижению pH, а затем — к свертыванию казеина и подавлению чувствительных к кислоте микробов.

Основными функциями молочнокислых бактерий в производстве сычужных сыров являются следующие:

трансформирование главных компонентов молока (лактозу, белки, жиры) в соединения, от которых зависит вкус, аромат, пищевая и биологическая ценность продукта, стимулирование действие молокосвертывающих ферментов и синерезис сычужного сгустка;

оказание влияния на формирование консистенции и рисунка сыров;

ингибирование развития технически вредной микрофлоры.

Молочнокислые бактерии, расщепляя лактозу не оставляют энергетических ресурсов для развития других бактерий, увеличивают активную кислотность и уменьшают окислительно-восстановительный потенциал, приостанавливая таким образом действие технически вредной микрофлоры. Это колиформные бактерии, анаэробные лактатсбраживающие бактерии, а также микрофлора, вызывающая пищевые отравления (стафилококки, салмонеллы и др.).

В литературе прошлых лет, а также в некоторой действующей до сих пор в республике нормативной документации можно встретить традиционную терминоголию микроорганизмов, в то время как сегодня действует более новая. Различия в применяемой терминологии отражены в табл. 5.1.

В настоящий период утратил свое значение термин «бактериальный препарат» (БП), который заменен на «бактериальный концентрат» (БК).

Таблица 5.1. **Название молочнокислых бактерий (новое и старое)**

Группа молочнокислых культур	Современное название	Прежнее название
1	2	3
Мезофильные гомоферментативные молочнокислые кокковые бактерии	Лактококки: полное название — Lactococcus lactis subsp. lactis (сокращенное — Lc. lactis); Lactococcus lactis subsp. cremoris (Lc. cremoris); Lc. lactis subsp. lactis biovar. diasetilactis (Lc. diacetilactis)	Мезофильные молочнокислые стрептококки: полное название — Streptococcus lactis (сокращенное — Str. lactis — *.молочный* стрептококк); Streptococcus cremoris (Str. cremoris — *сливочный* стрептококк); Streptococcus diasetilactis или Streptococcus acetoinicus (Str. diasetilactis.. Str. lactis subsp. diasetilactis или Str. lactis subsp. acetoinicus)
Мезофильные гетероферментативные молочнокислые кокковые бактерии	Лейконостоки: Leuconoctoc lactis (Leuc. lactis);	Мезофильные молочнокислые стрептококки: Str. paracitrovorus (позднее Leuc. paracitrovorus);

Окончание табл. 5.1

1	2	3
	Leuconoctoc mesenteroides subsp. cremoris (Leuc. cremoris); Leuconoctoc mesenteroides subsp. dextranicum (Leuc. dextranicum)	Streptococcus citrovorus (Str. citrovorus); то же
Мезофильные гомоферментативные молочнокислые палочки	Лактобациллы (по Берджи): Lactobacillus plantarum (Lbc. plantarum); Lactobacillus casei (Lbc. casei)	Лактобактерии (по Орла-Иенсену): Lactobacterium plantarum (Lbm. plantarum); Lactobacterium casei (Lbm. casei)
Термофильные гомоферментативные молочнокислые палочки	Лактобациллы (по Берджи): Lactobacillus bulgaricus (Lbc. bulgaricus — болгарская палочка); Lactobacillus lactis (Lbc. lactis — молочная палочка); Lactobacillus acidophilus (Lbc. acidophilus — ацидофильная палочка); Lactobacillus helveticus (Lbc. helveticus)	Лактобактерии (по Орла-Иенсену): Lactobacterium delbrueckii subsp. bulgaricum (Lbm. bulgaricum); Lactobacterium delbruecki i subsp. lactis (Lbm. lactis); Lactobacterium acidophilum (Lbm. acidophilum); Lactobacterium helveticum (Lbm. helveticum)
Термофильный гомоферментативный молочнокислый стрептококк	Термофильный стрептококк: Streptococcus salivaris subsp. thermophilus (Str. thermophilus)	Молочнокислый стрептококк: Streptococcus thermophilus (Str. thermophilus — термофильный стрептококк)
Пропионовокислые микроорганизмы	Propionibacteriumfreudenreichii subsp. freudenreichii (P. freudenreichii) Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii (P. shermanii) Propioni bacterium freudenreichii globosum (P. globosum)	Propioni bactrius freudenreichii subsp. freudenreichii (Propioni freudenreichii) Propioni bacterius freudenreichii subsp. shermanii (Propioni shermanii) Propioni bacterius freudenreichii globosum (Propioni globosum)

5.1. Общая характеристика используемых микроорганизмов

В составе микрофлоры заквасок для сыров используют штаммы микроорганизмов, которые в соответствии с девятым изданием определителя бактерий Берджи относятся к семейству Lactobacillacea, включающих три рода: Lactococcus, Leuconostoc и Lactobacillus.

По Орла-Иенсену в связи с тем, что молочнокислые палочки спор не образуют, их относят не к роду Lactobacillus (лактобациллам), а к роду Lactobacterium (лактобактерии). Однако в Республике Беларусь принята Международная классификация микроорганизмов, в основу которой положен определитель бактерий Берджи, в связи с которым *молочнокислые палочки* относят к роду *Lactobacillus.*

Lc. lactis образует сгусток с колющейся консистенцией, высокими синеретическими свойствами, имеет широкий диапазон температур роста (+8...+41 °С), оптимальная температура роста +28...+32°С, минимальная +8...+10°С, максимальная +40...+42°С, свертывание молока при инокуляции 1 % наступает через 8-16 ч. Обладает высокой способностью к кислотообразованию: скорость кислотообразования в молоке 2,0-4,5 °Т/ч, предельная кислотность 100-130 °Т, в основном накапливается L (+) молочная кислота. Lc. lactis устойчив к концентарции поваренной соли до 4-6,5 %. Его используют как главный кислотообразующий компонент микрофлоры мезофильных лактококковых бактериальных заквасок для сыров. По сравнению с другими лактококками обладает значительно низкой фагоустойчивостью. В многоштаммовых закваскаx хорошо растет совместно с Lc. cremoris, Lc. diasetilactis и Leuconostoc.

Морфологически форма, размер и взаимное расположение клеток Lc. lactis варьируется в зависимости от штамма, фазы развития, условий культивирования (среда культивирования, температура и др.), чаще всего в активно развивающихся культурах в молоке культуры Lc. lactis представляют собой грамположительные клетки овальной формы толщиной от 0,5 до 1,2 мкм, одиночные, в виде пар или коротких цепочек с числом клеток не более четырех.

Lc. cremoris образует сгусток сметанообразной консистенции, более прочно удерживающий влагу, что при производстве сыра снижает опасность получения слишком сухого зерна и грубой консистен-

ции. Оптимальная температура роста +22...+25(30) °С, минимальная +8...+10°С, максимальная +39...+40°С, скорость кислотообразования в молоке 2,0^,5 °Т/ч, предельная кислотность 95-120 °Т, при этом образуется L (+) молочная кислота. Свертывание молока при инокуляции 1 % имеет место через 8-16 ч. Он более устойчив к бактериофагу по сравнению с Lc. lactis, относится к утеренным кислотообразователям и составляет кислотообразующий компонент микрофлоры бактериальных заквасок для сыров. К его недостаткам относятся высокая чувствительность к температуре второго нагревания, активности воды, антибиотикам, составу и качеству молока и более быстрое вымирание клеток в закваскаx при их хранении. Lc. cremoris устойчив к концентрации поваренной соли до 2,0-4,0 %.

Морфологически культуры Lc. cremoris представляют собой грамположительные кокковидные клетки со средним диаметром 0,5 до 1,0 мкм. В отличие от Lc. lactis и Lc. diacetilactis в клеточных популяциях большинства культур Lc. cremoris преобладают клетки, объединенные в цепочки разной длины.

Lc. diacetilactis отличается от Lc. lactis тем, что в присутствии сбраживаемого углевода (молочного сахара) расщепляет лимонную кислоту и ее соли (цитраты) образованием летучих соединений: диацетила и ацетоина, углекислого газа, уксусной кислоты, спирта (этанола). Оптимальная температура роста +26...+32 °С, минимальная +8...+10°С, максимальная +39...+42°С. Он гомоферментативен, поскольку глюкоза, также как и у Lc. lactis, Lc. cremoris расщепляется гексозодифосфатным путем. Lc. diacetilactis составляет кислот-аромато-газообразующий компонент микрофлоры бактериальных заквасок для сыров.

По характеру развития и метаболизму выделяют два варианта культур Lc. diacetilactis:

1) слабые кислотообразователи, ранее выделялись в разновидность Str. lactis subsp. diasetilactis, предел кислотообразования 70-100 °Т, слабо свертывающие молоко (при инокуляции 1 % — через 18—48 ч);

2) сильные кислотообразователи, ранее выделялись в разновидность Str. lactis subsp. acetoinicus, предел кислотообразования 100-125 °Т, быстро свертывающие молоко (при инокуляции 1 % — через 8-12 ч), накапливающие диацетил в первые часы роста, который затем переходит в ацетоин.

При развитии Lc. diacetilactis накапливается L (+) молочная кислота. Lc. diacetilactis устойчив к концентарции поваренной соли до 4,0-6,5 %. Морфологическая картина аналогична Lc. lactis.

Leuconostoc. Эти микроорганизмы (гетероферментативные) сбраживают молочный сахар в молочную кислоту (до 60-80 % сахара), а остальной — превращают в летучие соединения. Наряду с накоплением молочной кислоты лейконостоки образуют значительные количества уксусной кислоты, спирта (этанола), углекислого газа, продуцируют ацетоин и диацетил. Причем эти микроорганизмы образуют диацетил и ацетоин при сбраживании молочного сахара и цитратов, в то время как Lc. diasetilactis — только из цитратов. Образование диацетила Leuconostoc в заметных количествах наблюдается только после снижения pH до 4,5. По этой причине эти микроорганизмы используют в сочетании со Lc. lactis и Lc. cremoris в многоштаммовых закваскаx в качестве газо-ароматобразующего компонента. Обладая специфическими протеолитическими свойствами, лейконостоки могут снижать накопление горьких полипептидов в сырах. Оптимальная температура развития находится в интервале +20...+30 °С, максимальная +35...+39 °С, минимальная +8...+14°С. По сравнению с лактококками лейконостоки развиваются в молоке и снижают кислотность более медленно. Их предельная кислотность колеблется в пределах 40-80 °Т. Leuc. dextranicum является слабым кислотообразователем, свертывает молоко через 2-3 суток, при этом предельная кислотность 70-80 °Т, а Leuc. cremoris медленно развивается и молоко вообще не сквашивает, его предельная кислотность 40-50 °Т. При развитии Leuconostoc в молоке накапливается D (-) молочная кислота.

Образование диацетила и ацетоина в заметных количествах наблюдается только у Leuc. cremoris и Leuc. dextranicum. Оптимальная температура ароматообразования составляет 18-20 °С. Причем активное ароматобразование происходит только при низком значении pH (меньше 6,0), т. е. при накоплении в большом количестве молочной кислоты. С учетом этого Leuc. cremoris и Leuc. dextranicum с наибольшим эффектом ароматообразования используют в многоштаммовых закваскаx для сыров в сочетании с Lc. lactis или Lc. cremoris (или обоими вместе).

Установлено стимулирующее воздействие марганца на рост и образование диацетила бактериями рода Leuconostoc. Количество мар-

ганца в коровьем молоке зависит от времени года: весной его содержание составляет 8-20 мкг/л, летом и осенью — 25-85 мкг/л. В связи с этим в сырах, изготовленных с применением заквасок, содержащих Leuconostoc, весной диацетила будет меньше, чем летом и осенью.

Leuc. lactis устойчив к концентарции поваренной соли до 2,0-4,0 %, Leuc. cremoris — до 2,0-3,0 %.

Морфологически культуры лейконостоков представляют собой грамположительные клетки разной формы (от шарообразной до яйцевидной и удлиненной) и размеров от 0,5 до 1,6 мкм, как правило, в виде пар или цепочек (в основном коротких).

Str. thermophilus широко используют при производстве многих кисломолочных продуктов, в сыроделии — чаще при производстве сыров с высокой температурой второго нагревания. В последнее время его все шире применяют в составе заквасок для сыров с целью ускорения процесса созревания. Он растет в широком диапазоне температур, оптимальная температура развития находится в интервале +40...+46°С, максимальная +53...+55 °С, большинство штаммов этой культуры не растет при температуре ниже +15 °С. Его скорость кислотообразования в молоке 2,0-3,0 °Т/ч, предельная кислотность 100-120 °Т, при этом в основном накапливается L (+) молочная кислота. Свертывание молока при инокуляции 1 % имеет место через 10-16 ч. Str. thermophilus при высоких температурах образует сметанообразный, а при низких — колющийся сгусток, хорошо выделяющий сыворотку. Он очень чувствителен к антибиотику, но более устойчив к бактериофагу по сравнению с лактококками.

Морфологически Str. thermophilus представлены грамположительными кокками довольно вариабельных размеров, формы и расположения клеток. У большинства культур клетки круглые диаметром 0,7-1,0 мкм или слегка вытянутые (овальные) толщиной 0,5-0,8 мкм и длиной 0,7-1,0 мкм, у некоторых — сферической формы. В зависимости от индивидуальных свойств культуры, фазы развития, условий культивирования культуры термофильного стрептококка образуют одиночные клетки, диплококки, цепочки кокков. Причем по сравнению со Lc. cremoris цепочки кокков имеют большую длину, а сами клетки — большего размера.

Lbc. plantarum и Lbc. casei (подвиды Lbc. casei subsp. casei, Lbc. casei subsp. rhamnosum, Lbc. casei subsp. tolerans) — мезофильные мо-

лочнокислые палочки, которые сбраживают лактозу по гомоферментативному пути, без образования газа. Они способны усваивать кроме лактозы также соли молочной кислоты (лактаты). Обладают высокой протеолетической активностью (в 2 раза выше, чем у мезофильных молочнокислых лактококков), содержание свободных аминокислот в молоке повышают с 10 до 60 мг%. Lbc. casei subsp. rhamnosum в отличие от Lbc. plantarum образуют углекислый газ из цитратов натрия.

Lbc. plantarum продуцирует антибиотик лактолин, действующий угнетающе на кишечную микрофлору и маслянокислые бактерии. Лактобациллы довольно активно ферментируют глюкозу, фруктозу, галактозу, манит, маннозу, рибозу, салицин, эскулин и др.

Применение Lbc. plantarum и Lbc. casei в составе лактококковых заквасок повышает устойчивость к воздействию нерегулируемой технически вредной микрофлоры (в основном БГКП, маслянокислых бактерий). Температурный оптимум развития Lbc. plantarum и Lbc. casei +30...+32 °С, максимальный +40...+45 °С, минимальный +10...+12°С. В молоке развиваются медленно, при инокуляции 1 % достигают стационарной фазы роста через 2-7 суток, но по сравнению с лактококками менее чувствительны к кислотности среды. С точки зрения температуры, мезофильные лактобациллы могут расти на любом этапе производства мелких сычужных сыров, хотя во время созревания — достаточно медленно. Повышение температуры во время созревания в интервале от +10...+15 °С увеличивает скорость размножения и выход биомассы лактобацилл в сырах. Их скорость кислотообразования в молоке 1,0-2,0 °Т/ч, предельная кислотность 120-250 °Т, при этом у Lbc. casei в основном накапливается L (+) молочная кислота, а Lbc. plantarum — DL молочная кислота. Они устойчивы к высокой концентарции поваренной соли — до 6 %.

В морфологическом отношении бактериальные клетки Lbc. plantarum и Lbc. casei представляют собой грамположительные палочки с закругленными концами толщиной 0,5-1,0 мкм, одиночные, парные или в цепочках с разным содержанием клеток. Значительное влияние на морфологию клеток оказывают условия культивирования, а также фаза развития. В благоприятных условиях это кокковидные клетки, в кислых средах — типичные палочки, иногда слегка изогнутые. Влияние фазы развития следующее: в лаг-фазе они представлены в виде тонких палочек, чаще одиночных, в фазе логарифмического

роста — слегка вытянутыми клетками с коэффициентом формы от 1,2 до 3,0 мкм, одиночными, парными и короткими цепочками.

Lbc. lactis, Lbc. helveticus, Lbc. acidophilus — термофильные гомоферментативные молочнокислые палочки, которые сбраживают гексозы (молочный сахар) почти исключительно до молочной кислоты, пентозы и глюконат не сбраживают, углекислый газ не образуют. Lbc. lactis и Lbc. helveticus применяют в качестве компонентов в составе заквасок для сыров с высокой температурой второго нагревания, в то время как Lbc. acidophilus в качестве заквасочной микрофлоры для сыров используется не так часто, в основном при производстве сыров функционального назначения. Термофильные лактобациллы имеют температурный оптимум +40...+44 °С, максимальный +45...+52 °С, минимальный +10...+20°С. Это активные кислотообразователи. Свертывание молока при инокуляции 1 % наступает через 18-12 ч. Предельная кислотность молока, сквашенного Lbm. lactis, достигает 120-180 °Т, при этом образуется D (-) молочная кислота, а Lbc. helveticum и Lbc. acidophilus являются самыми активными кислотообразователями, их предельная кислотность достигает 350 °Т, при этом Lbc. helveticus и Lbc. acidophilus продуцируют DL-молочную кислоту.

В клетках Lbc. lactis нередко наблюдается зернистость, это крупные палочки толщиной 0,5-1,2 мкм и длиной 2,0-9,0 мкм; Lbc. helveticus представляют собой прямые или слегка изогнутые на одном конце палочки с закругленными концами, толщиной 0,5-0,9 мкм и длиной 2,0-6,0 мкм, в виде отдельных клеток и коротких цепочек. Они, располагаясь одиночно или парно, могут образовывать длинные нити. Lbc. acidophilus — палочки с закругленными концами (0,6—0,9:1,5—6,0 мкм).

Пропионовокислые бактерии. Их относят к семейству Propionibacteriaceae, роду Propionibacterium, который включает две основные группы микроорганизмов, выделенных из различных естественных сред обитания. Виды, выделенные из сыра и молочных продуктов, отнесены к «классическим пропионобактериями», или «молочным пропионобактериям». Они были найдены, например, в силосе, почве.

Первая группа включает четыре вида: P. freidenreichii, P. jensenii, P. acidipropionici и P. thoenii. К группе кожных пропионобактерий относятся также четыре вида: P. acnes, P. avidum, P. granulosum и P. lymphophilum. Типовым видом рода является Propionibacterium freidenreichii. *Вторую* группу составляют виды, обнаруженные на человеческой коже или встречающиеся в других местах, например в кишечнике. Их называют «кожными пропионобактериями». В прошлом штаммы вида P. freidenreichii были дифференцированы на два подвида: P. freidenreichii subsp. freidenreichii и P. freidenreichii subsp. schermanii. Первый подвид восстановил нитраты и не ферментировал лактозу, второй — наоборот. По этой причине в сыроделии использовали P. freidenreichii subsp. schermanii. В последнее время такого деления нет, так как подвиды определяют по генетическим, а не фенотипическим особенностям. Продукты ферментации включают большие количества пропионовой и уксусной кислот и меньшие — изовалериановой, муравьиной, янтарной, молочной кислот и диоксида углерода. Пропионовокислому брожению подвергаются разные углеводы, в том числе глюкоза и лактоза, а также лактаты, т. е. соли молочной кислоты, и пептон. Оптимальный рост наблюдается при температуре +30...+37 °С и pH около 6,8-7,2. Некоторые штаммы растут при +25 °С 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. 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 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 B_{12} и обогащать им молочные продукты.

Пропионовокислые бактерии представляют собой неподвижные, не образующие спор и капсул грамположительные полиморфные палочки размером 0,5-0,8 х 1-5 мкм. Клетки могут быть кокковидными, удлиненными, раздвоенными или разветвленными, встречаются булавовид-

ные формы. Располагаются одиночно, парами, короткими цепочками, в виде букв V или Y или группами, а также в виде китайских иероглифов, но нитчатые формы отсутствуют. Классические пропионобактерии имеют тенденцию к образованию более коротких и довольно толстых форм, хотя все штаммы могут быть очень вариабельными.

Бревибактерии. Они продуцируют протеолитические и липолитические ферменты, диффундирующие в сыр и вызывающие в результате расщепления белка и жиров характерный слегка пикантный запах. Штаммы выделяются лучше всего из слизи сыров, нежелательны штаммы, вызывающие сильное выделение аммиака. При инкубации на свету бревибактерии образуют слизистые, округлые, разного цвета колонии — желтые, кремовые, оранжевые, красные, красно-коричневые, желто-коричневые, белые и серые. Пигментация колоний зависит от состава питательных сред и условий культивирования. В отношении пигментации наиболее желательны желто-коричневые тона.

По отношению к кислороду бревибактерии являются облигатными аэробами. Оптимальная температура развития +20...+35 °С, р Н — 6,0-10,0. Могут размножаться на субстратах, содержащих до 15 % поваренной соли.

Бревибактерии представляют собой грамположительные палочки неправильной формы, размером 0,6-1,2 х 1,5-6 мкм, располагаются одиночно или в парах, часто V-образно, т. е. под углом друг к другу. Встречаются разветвленные клетки. В старых культурах палочки распадаются на мелкие коккоподобные формы. Спор не образуют, неподвижные.

Brevibacterium linens (B. linens) — бактерии, вырабатывающие красный пигмент. На мягком сыре с плесенью (камамбер и др.) бревибактерии развиваются на более поздних стадиях созревания, после того как произойдет раскисление поверхности сыра, вызванное плесенью рода Penicillium. При этом сначала слизеобразующие бактерии развиваются в виде красновато-желтой кромки, а затем — на всей поверхности сыра.

Бифидобактерии. Применяются с недавних пор наряду с закваскими молочнокислых микроорганизмов для сыров с целью придания им функциональных свойств, могут применяться бифидобактерии (Bifidobacterium) видов: B. bifidum; B. longum; B. adolescentis, B. infantis, B. breve. Они сообщают продукту диетические и лечебные свойства, так как синтезируют витамины группы В (В$_{г}$ В$_{2}$, В$_{6}$, В$_{12}$, фолие-

вую кислоту), витамин К, а также незаменимые аминокислоты, при этом в качестве азота используют аммиак. 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 1 г содержимого толстого кишечника взрослого человека обнаруживают несколько миллиардов клеток бифидобактерии.

При первичном выделении они являются строгими анаэробами. В присутствии углекислого газа могут быть толерантными к кислороду. При лабораторном культивировании эти микроорганизмы приобретают способность развиваться в присутствии некоторого количества кислорода, а в высокопитательных средах — расти в полностью аэробных условиях. Чувствительность к кислороду у многих штаммов бифидобактерии варьируется, что обусловлено различиями в механизме брожения. Некоторые виды могут расти в атмосфере воздуха, обогащенного 10 % углекислого газа. Одним из способов активации роста бифидобактерии в молоке является получение мутантов этих микроорганизмов, способных расти без какой-либо защиты от кислорода.

В молоке бифидобактерии развиваются медленно, так как коровье молоко не является естественной средой их обитания. Одной из причин плохого роста бифидобактерии в молоке служит растворенный в нем кислород. При внесении 5-10 % посевного материала бифидобактерии сквашивание наблюдается через 8-12 ч. Предельная кислотность достигает 120-130 °Т. Оптимальной является температура+37...+41 °С. Оптимальное значение рН 6-7, при рН ниже 4,5 и выше 8,5 рост микроорганизмов прекращается. Бифидобактерии активно сбраживают сахарозу, галактозу, фруктозу, мальтозу, мелибиозу, раффинозу, лактозу и другие с образованием в основном уксусной и молочной кислот в молярном соотношении 3:2. У них не обнаружено казеолитической активности, т. е. они могут усваивать казеин только после частичного гидролиза. В результате расщепления казеина образуются полипептиды, гликопептиды, аминосахара, стимулирующие рост бифидобактерии. Другой причиной заторможенного роста бифидобактерии в молоке может быть и их низкая фосфатазная активность. Рост бифидобактерии в коровьем молоке стимулирует увеличение соотношения белок/лактоза.

		Lc. lactis	Lc. cremoris	Lc. diacetilactis	Leuc. cremoris	Leuc. lactis	Lbc. casei	Lbc. plantarum	Str. thermophilus	Lbc. helveticus	Lbc. lactis	Propionibacterium	B. linens
ВОХВХМВИ кипвхнэис1эф		1	1	1	i	i	I	I	1	1	1	+	1
Содержание, %	nndaxMBg xood охэпгожкавЕСш 'IO^N	so" 4	"Г ^	so" 4	7 CN	7 CN	so л	"Т. £	CN V	л	ı	so 1	7
	MOITOW в HowsXEBdgo 'ГЧХОIГ0ИМ НОНЬОITOW	1,0–1,1	1,0–1,1	1,0–1,1	⊚˙ 4 o	oo ⊚˙ Я o	1,2–1,5	0,3–1,2	7 os o"	2,7	1,5–1,7	1	1
НХ01ГОИМ ионмшою иоиэХ£вс!до них		£ J	£ J	£ J	£ Q	£ Q	£ j	D j	D(+)	j	x	1	1
ЕННННхdЕЕН °hn sHHBaoEEdgo		1	1	+	1	1	i	i	1	1	I	+	+
вгахэпвий' SHHEHOEBdgo		1	1	+	+	+	+	+	1	I	I	1	
Образование CO_2	aoxBdxHH ЕЙ	1	1	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+
	I'ЧЕ0ЯОШХ ЕИ	1	1	1	+	+	i	i	1	I	I	+	1
Температура, °С	ВВНЧIГВИИЭМВИ	CN 7 OS CO	OS 7 m CO	⊣н 7 OS CO	34–36	40	O	O	o	O W-I	O to	7 o	1
	ВВМffВWНХUО	30–35	30–32		r- CN 4 CN	o ro A CN	o co	o co	7 o f	vo •<F	O	o co	сч
	ВВНЧIГВИИНИИ	00 1 t-	oo 1 t-	oo 1 r~	O	O	o	o	o CM	20–22	18–22	7	oo
эинваевн		Lc. lactis	Lc. cremoris	Lc. diacetilactis	Leuc. cremoris	Leuc. lactis	Lbc. casei	Lbc. plantarum	Str. thermophilus	Lbc. helveticus	Lbc. lactis	Propionibacterium	B. linens
ndoi^odMHw сид		Молочнокислые лактококки			Лейконостоки		Мезофильные молочнокислые палочки		Термофильные молочнокислые стрептококки	Термофильные молочнокислые палочки		Пропионовокислые бактерии	Споровые бактерии сырной слизи

Сильный стимулирующий эффект роста бифидобактерии получают при использовании гидролизатов казеина. Растительными стимуляторами роста бифидобактерии в молоке может явиться обезжиренная соя, экстракт картофеля, тростниковый сахар, кукурузный экстракт, морковный сок и другие добавки. В качестве стимуляторов роста применяют также соли железа, сорбит, микроэлементы в виде сернокислой меди и лактата железа.

Микроорганизмы в зависимости от вида сыра и особенностей его технологии делятся на следующие группы.

1. Закваски для сыров с низкой температурой второго нагревания (голландский, костромской, пошехонский, степной и др.), в состав которых входят штаммы мезофильных молочнокислых стрептококков: Lc. lactis subsp. lactis (Lc. lactis), Lc. lactis subsp. cremoris (Lc. cremoris), Lc. lactis subsp. diasetilactis (Lc. diacetilactis) и лейконостоки: Leuc. mesenteroides subsp. cremoris (Leuc. cremoris) или Leuc. lactis. Молочнокислые бактерии имеют определяющее значение для изготовления сыров данной группы, поскольку процессы расщепления молочного сахара и белка обусловлены ферментативной активностью этих культур. Лейконостоки и ароматобразующие стрептококки накапливают значительное количество летучих веществ, влияющих на вкусовые особенности сыра, и способствуют формированию характерного рисунка сыра за счет образования диоксида углерода.

2. Закваски для сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания и высоким уровнем молочнокислого брожения (типа чеддер). В состав данных заквасок входят штаммы кислотообразующих культур молочнокислых бактерий: Lc. lactis subsp. lactis (Lc. lactis), Lc. lactis subsp. cremoris (Lc. cremoris), а также в небольшом количестве Lbc. casei или Lbc. plantarum. Для усиления нарастания кислотности в период обсушки зерна и сокращения процесса чеддеризации в дополнение к стрептококковой закваске иногда вводят небольшие количества культур Lbc. bulgaricus, Lbc. helveticus, Str. thermophilus, которые улучшают вкус и консистенцию сыра.

3. Закваски для сыров с высокой температурой второго нагревания (швейцарский, алтайский и др.). При производстве таких сыров из пастеризованного молока используют молочнокислые бактерии, входящие в состав заквасок для мелких сыров, наряду с ними дополнительно включают термофильные молочнокислые палочки видов Lbc.

helveticus или Lbc. delbrueckii subsp. lactis (Lbc. lactis), термофильный стрептококк Str. salivarius subsp. thermophilus (Str. thermophilus). Кроме того, обязательным компонентом заквасочной микрофлоры являются пропионовокислые бактерии, которые вносят в смесь для выработки сыров в виде жидких или сухих культур микроорганизмов вида Propioni bactrium freudenreichii subsp. freudenreichii, Propioni bacterium freudenreichii subsp. shermanii и Propioni bacterium freudenreichii globosum. Пропионовокислые бактерии сбраживают лактаты с образованием пропионовой, уксусной кислот и диоксида углерода, как правило, в соотношении 2:2:1. В результате накопления продуктов пропионовокислого брожения сыр приобретает специфический пряный вкус и рисунок, состоящий из редких круглых больших глазков правильной формы. Улучшению вкуса сыра способствуют жирные кислоты, пропионат кальция, пролин — вещества, образуемые преимущественно пропионовокислыми бактериями.

4. Закваски для мягких сычужных сыров (типа рокфор, камамбер), которые состоят на основе мезофильных молочнокислых лактококков и лейконостоков, а также чистых культур плесневых грибов: Pen. roqueforti (для рокфора), Pen. album, Pen. candidum, Pen. camamberti (для камамбера). Pen. roqueforti содержит активные протеазы и липазы и осуществляет быстрое расщепление молочного жира и белка, поэтому созревание рокфора проводят при низкой температуре. Если сыр созревает при повышенной температуре (выше +8 °С), то сразу появляется прогорклый и горький вкус. Камамбер и бри — сыры, у которых развитие плесневых грибов Pen. candidum происходит на поверхности, поэтому более активно протеолиз белка протекает в наружных слоях.

5. Закваски для полутвердых сычужных сыров (пикантного, латвийского, тильзитского и др.). В производстве таких сыров принимают участие молочнокислые бактерии, внесенные с закваской, и *микрофлора сырной слизи.* Микробиологический состав сырной слизи разнообразен, преобладают палочки видов Br. linens, Br. bruneum, микрококков видов M. caseolyticus, M. limburgensis, которые часто образуют пигменты. Среди дрожжей наиболее часто встречаются представители родов Saccharomyces и Endomycopsis. Определенную роль играет и молочная плесень.

5.2. Способы получения бактериальных заквасок, типы заквасок, их состав, классификация

В настоящий период для производства сыра на территории Республики Беларусь используются бактериальные закваски российского производства, полученные лиофильной (сублимационной) сушкой (БК и БЗ), кроме того, все шире находят применение бактериальные закваски прямого способа внесения (DV1) как лиофильной сушки, так и глубоко-замороженные (FRI).

Сублимированные (лиофилизированные) бактериальные закваски (БЗ, БК) получают при сушке культур в замороженном состоянии. При этом в молочную основу (pH 6,0-6,5) вводят вещества, защищающие микроорганизмы от неблагоприятных факторов, т. е. защитные вещества (например, такие добавки, как глютамат натрия, аспаркам и др.), а также криопротекторы — вещества, защищающие от переохлаждения (глюкоза, сахарно-кукурузный сироп, сахароза, мальтоза и др.). Далее в этой среде микроорганизмы выращивают и затем охлаждают до температуры -40 °С, высушивают при температуре высушивания -35 °С, т. е. в тот период, когда микроорганизмы находятся в состоянии анабиоза и являются более устойчивыми к действию неблагоприятных факторов. При производстве БЗ неконцентрированных не проводится концентрирования биомассы микроорганизмов, поэтому количество колоний образующих единиц (КОЕ) в 1 г БЗ не превышает 10 млрд КОЕ/г и, как правило, равно 10^7-10^8КОЕ/г. Такие закваски имеют низкое количество жизнеспособных клеток, достаточно длинную лаг-фазу, поэтому они должны быть активизированы (перевиты по крайней мере дважды: первичная, лабораторная; производственная).

При производстве бактериальных заквасок концентрированных (БК) обязательным этапом является концентрирование биомассы клеток, поэтому БК, полученные методом сублимационного высушивания, содержат клетки микроорганизмов более 10 млрд: 10^{10}-10" КОЕ/г.

Глубоко замороженные закваски (FR1). Замораживание в жидком азоте (при температуре -196 °С в сосудах Дьара) является наиболее удачным методом консервирования культур микроорганизмов, так как при таких низких температурах молекулы воды не образуют крупных кристаллов и биохимические процессы в клетках прекращаются, т. е. бактериальная клетка находится в пассивном «мертвом» состоянии. При этом

основными факторами, влияющими на активность консервируемых микроорганизмов, являются тип среды культивирования, а также используемые криопротекторы (вещества, защищающие от мгновенного переохлаждения). Такие закваски сохраняют свою активность в течение многих месяцев, если их хранить при температуре -40...-45 °С и ниже. Глубокозамороженные культуры прямого внесения в молоко (DVI) поступают на сыродельные предприятия в соответствующих контейнерах, обеспечивающих поддержание цепочки холода от производителя до потребителя заквасок, в гранулированной форме с высокой концентрацией замороженных культур микроорганизмов: 10^{9}-10^{12}КОЕ/г. Эти закваски отличает удобство использования, отсутствие предварительной активизации перед использованием, исчезает необходимость в использовании помещения и оборудования для приготовления закваски, в связи с чем сокращается потребление энергоресурсов (пара, воды, электроэнергии), исчезает необходимость подбора композиций культур микроорганизмов, требуемых для выработки конкретного вида продукта и сохраняющих свою активность и постоянство состава на всем протяжении гарантированного срока хранения, отсутствие фагов в закваскаx.

В зависимости от температурных границ роста микроорганизмов выделяют закваски мезофильные с оптимумом +25...+35 °С, термофильные с оптимумом +40...+50 °С и смешанные.

В состав мезофильных заквасок входят следующие группы микроорганизмов: лактококки, лейконостоки, мезофильные молочнокислые палочки, бифидобактерии и др. В состав термофильных заквасок входят термофильные молочнокислые палочки и термофильный стрептококк. В состав смешанных заквасок входят термофильные и мезофильные микроорганизмы.

Установлено, что молочнокислые лактококки способны образовывать в среде 0,8-1,0 % молочной кислоты, мезофильные молочнокислые палочки — около 1,5 %, термофильные — около 2-2,5 %.

В зависимости от числа видов микроорганизмов, входящих в состав микрофлоры, закваски делятся на два типа:

1) моновидовые (условное обозначение М), состоящие из микроорганизмов одного вида, например лейконостоков;

2) поливидовые (П), состоящие из двух и более видов.

Для характеристики состава бактериальных заквасок в зависимости от фирмы (страны) — производителя заквасок могут применяться разные буквенные обозначения.

Некоторые зарубежные фирмы-изготовители заквасок бактериальные закваски, состоящие из мезофильных молочнокислых лактококков, подразделяют на нулевые (0), L, D, LD и ароматические закваски.

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

Закваски L состоят из нулевых заквасок, а также Leuc. cremoris. Наряду с молочной кислотой закваска вырабатывает диацетил, ацетон, летучие кислоты и углекислый газ.

В *заквасках D* кроме представителей нулевой закваски содержится Lc. diacetilactis. Эти закваски производят диацетил и ацетоин в большом количестве, в них более интенсивно образуется углекислый газ.

Закваски LD состоят из молочных лактококков, входящих в состав нулевых заквасок, а также Leuc. cremoris и Lc. diacetilactis. В таких заквасках прослеживается тенденция Lc. diasetilactis доминировать над другими микроорганизмами.

Так называемые *«ароматические закваски»* состоят из штаммов Leuc. dextranicum, Leuc.cremoris и Lc. diacetilactis, применяемых для стимулирования ароматобразования в определенных продуктах.

В табл. 5.3, 5.4, 5.5 приведен состав микрофлоры, буквенное обозначение и назначение бактериальных заквасок для сыров, выпускаемых в Беларуси и России.

БП-У-5А отличается от «Биоантибут» тем, что в него включают штаммы лактококков, обладающие специфическим антогонизмом к БГКП и вдвое большей концентрацией клеток Пп.

БП-У-6 отличается от других лактококковых препаратов тем, что в нем доминирует Lc. cremoris, а не Lc. lactis.

Бактериальные концентраты прямого внесения фирмы «Sacco» (Италия). M.0,36 L; M.0,30N; M.0,31 R (Lc. lactis, Lc. cremoris, Lc. diacetilactis) — твердые сычужные сыры, мягкие и рассольные сыры, творог, сметана, кисломолочные напитки; MOS 0,62 E, MOS 0,64 E (Str. thermophilus, Lc. lactis, и (или) Lc. cremoris) — мягкие и рассольные сыры, твердые сыры насыпью, творог, сметана ускоренным способом; MS 0,62 CM (Lc. lactis, Lc. cremoris, Str. termophilius, Lc. diacetilactis) — твердые и мягкие сыры; MS 0,64 CP (Lc. lactis, Lc. cremoris, Str. termophilius, Lc. diacetilactis) — твердые и мягкие сыры, творог, сметана.

Таблица 5.3. **Состав микрофлоры, буквенное обозначение и назначение закваски, выпускаемой в Беларуси***

Буквенное обозначение	Назначение	Состав микрофлоры	
		групповой	видовой (подвидовой)
МСт	Для творога, сыров домашнего, клинкового	Мезофильные лактококки	Lactococcus lactis subsp. lactis Lactococcus lactis subsp. cremoris Lactococcus lactis subsp. diasetilactis
МТт	Для творога вырабатываемого ускоренным способом, мягких сыров	Мезофильные лактококки, термофильные молочнокислые стрептококки	Streptococcus salivarius subsp. termophilius Lactococcus lactis subsp. cremoris Lactococcus lactis subsp. diasetilactis
ТпБ	Для казеина, копреципитатов, творога, сыра адыгейского и др.	Термофильные молочнокислые палочки	Lactobacillus delbruki subsp. bulgaricus
СТБп	Для рассольных сыров типа сулугуни и др.	Симбиотическое сочетание термофильного молочнокислого стрептококка и болгарской палочки	Streptococcus salivarius subsp. termophilius Lactobacillus delbruki subsp. bulgaricus

* Согласно технологической инструкции по приготовлению и применению заквасок для кисломолочных продуктов, Минск, 2000 г.

Таблица 5.4. **Микроорганизмы, входящие в состав заквасок, вырабатываемых в России (Углич), и их буквенное обозначение**

Группа организмов	Род, вид, разновидность микроорганизмов	Условное обозначение
1	2	3
Лактококки	Lactococcus lactis subsp. lactis	Л
	Lactococcus lactis subsp. cremoris	К
	Lactococcus lactis subsp. diasetilactis	Д

Окончание табл. 5.4

1	2	3
Лейконостоки	Leuconostoc lactis или Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris или Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum	Б
Мезофильные молочнокислые палочки	Lactobacillus plantarum	Пп
	Lactobacillus casei	Пк
Термофильные молочнокислые палочки	Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis	Пл
	Lactobacillus helveticus	Пх
	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus	Пб
	Lactobacillus acidophilum	Па
Термофильный молочнокислый стрептококк	Streptococcus salivarius subsp. termophilius	Тс
Пропионовокислые бактерии	Propioni bacterium freudenreichii subsp. shermanii	ПКш
Бактерии сырной слизи	Brevibacterium Linens	ВВл
Бифидобактерии	Bifidobacterium bifidum	БФб
	Bifidobacterium longum	БФл
	Bifidobacterium adolescentis	БФа
	Bifidobacterium infantis	БФи
	Bifidobacterium breve	БФбр

Классификация бактериальных заквасок, вырабатываемых в России (Углич) представлена в табл. 5.5.

Таблица 5.5. **Бактериальные закваски, вырабатываемые в России (Углич)**

Наименование закваски	Бактериальная формула	Назначение	Особенности штаммов	Количество микроорганизмов в 1 г, не менее
1	2	3	4	5
бактериальные концентраты				
БК-Углич-№ 4	Л,К,Д или Л, К, Д, Б	для сыров с низкой температурой второго нагревания, сыров	липолитическая активность, способность не об-	15-Ю^{10}

Продолжение табл . 5.5

1	2	3	4	5
		рассольных, мягких, а также сыров с высокой температурой второго нагревания	разовывать горькие полипептиды, антагонизм к БГКП	15-Ю^{10}
БК-Углич-С (усовершенствованный БК-Углич-№4)	Л, к,Д	то же	то же, повышенная устойчивость к бактериофагу	30-Ю^{10}
БП-Углич-5А	Л, Д, Б, Пп	то же	обладает специфическим антагонизмом к БГКП	15-Ю^{10}
Биоантибут	Л, Д, Б, Пп	то же, рекомендуется применять в весенний и осенний периоды	обладаетспецифическим антагонизмом к маслянокислым микроорганизмам	15-10^{10}
БК-Углич-6	к, Л,Д, Б	для сыров с низкой температурой второго нагревания	антагонистическое действие на БГКП	7-10^{10}
Бифилакт-У	**БФ, Л, к, Д,т**	**диетические сыры**	лактококки	6-10^{10}
			жизнеспособные клеткибифидобактерий	1-Ю^{9}
БК-П (моновидный концентрат)	Пп	применяют вместе с БК-Углич -4, БК-Углич-С	повышениеустойчивости сыров к раннему и позднему вспучиванию	20-Ю^{10}
БК-Углич-Л (моновидный концентрат)	Б	применяют вместе с БК-Углич-С для усиления вкуса и рисунка	повышение газо-ароматообразования за счет расщепления лактозы лейконостоками	3-Ю^{10}

Окончание табл . 5.5

1	2	3	4	5
бактериальные закваски				
БЗ-СМС	Л,К,Д или Л, К,Д,Б	для сыров с низкой температурой второго нагревания		МО^{9}
БЗ-СМП	Мс, Пк	применяют с лактококковыми закваскими для повышения скорости кислотобразования при производстве сыров рассольных, российского, чеддера	высокая скорость кислотобразования	ПО^{9}
БЗ-СТП	Пх, Пл	то же		110^{s}
БЗ-СТС	Тс	то же		i-io^{9}

Закваски прямого внесения фирмы CSK food enrichment (Нидерланды):

специальные культуры, включающие пропионовокислые бактерии, для производства сыров типа Маасдам и сыров швейцарской группы: P 114 PL (пропионовокислые бактерии + Lactobacillus delbrueckii), P 100 P (пропионовокислые бактерии + Lactobacillus delbrueckii), L 010 (Lactobacillus delbrueckii; специальные культуры для производства сыров с выраженным ароматом: L 100 (Thermophilic lactobacilli), L 200 (Thermophilic lactobacilli, Lbc. acidophilus), L 400 (Thermophilic lactobacilli, Lbc. acidophilus), L 600 (Thermophilic lactobacilli crispatus).

закваски для мягких сыров. Культуры с определенной комбинацией штаммов Lc. lactis subsp. lactis/cremoris и Leuconostoc species (тип L) или Lc. diacetilactis (тип LD). C 19 L (среднее кислотообразование, медленное газообразование, очень высокая фагоустойчивость); C 26 L (среднее кислотообразование, медленное газообразование, очень высокая фагоустойчивость); C 02 LD (среднее кислотообразование, быстрое газообразование, средняя фагоустойчивость).

закваски для сыров голландской группы (выраженные глазки не требуются). Мезофильные смешанные штаммы для приготовления производственной закваски. Эти культуры содержат: Lc. lactis subsp. lactis/cremoris и Leuconostoc species (тип L). Они медленно сбраживают лимонную кислоту и ее соли (по сравнению с LD) и характе-

ризуется низким газо- и ароматобразованием. С 18 L (среднее (низкое) кислотообразование, медленное газообразование, очень высокая фагоустойчивость), С 28 L (высокое кислотообразование, медленное газообразование, очень высокая фагоустойчивость).

закваски для сыров голландской группы (выраженные глазки не требуются). Состав комбинированных культур: мезофильные штаммы (тип L или 0) и штаммы Lactococcus thermophilus. U 102 LT (среднее кислотообразование, среднее газообразование, немногочисленные глазки, высокая фагоустойчивость); К 103 ОТ (среднее кислотообразование, газообразование отсутствует, высокая фагоустойчивость); К 308 ОТ (среднее кислотообразование, газообразование отсутствует, высокая фагоустойчивость); К 314 ОТ (среднее кислотообразование, газообразование отсутствует, высокая фагоустойчивость); К 414 ОТ (среднее кислотообразование, газообразование отсутствует, высокая фагоустойчивость).

закваски для сыров голландской группы (выраженные глазки). Мезофильные смешанные штаммы для приготовления производственной закваски. Эти культуры содержат: Lc. lactis subsp. lactis/cremoris и LeuconostocspeciesHLc.diacetilactis(™nLD)HxapaKTepH3yK)TCflбыстрым газо- и ароматообразованием. С 10 LD (среднее кислотообразование, медленное газообразование, высокая фагоустойчивость); СО 2 LD (среднее кислотообразование, быстрое газообразование, средняя фагоустойчивость); С 57 LD (среднее кислотообразование, быстрое газообразование, низкая фагоустойчивость); С 07 LD (среднее кислотообразование, быстрое газообразование, высокая фагоустойчивость).

закваски для сыров голландской группы (выраженные глазки). Смешанные культуры для прямого внесения; состав комбинированных культур: мезофильные штаммы (LD) и штаммы Str. thermophilus. Эти смеси характеризуются высокой фагоустойчивостью. Z 502 LDT (среднее кислотообразование, среднее газообразование, высокая фагоустойчивость); Z 510 LDT (среднее кислотообразование, среднее газообразование, высокая фагоустойчивость).

Бактериальные закваски для сыров фирмы «Христиан Хансен» (Дания):

DCC-250/260 — высокоактивная гетероферментативная смесь культур, состоящая из множественных штаммов Lc. lactis subsp. lactis/cremoris и Leuc. cremoris, Lc. diasetilactis, Lbc. helveticus, Str. thermophilus, в DCC-260 — также Lbc. casei. Культура преимущественно используется в производстве различных типов сыров с глазками с низкой температурой второго нагревания, таких как Гауда, Эддам и Массдам;

АР — М-1: смесь гомоферментативных культур. Содержит Lc. cremoris, Lc. lactis, Str. thermophilus и Lbc. helveticus. Используется преимущественно в производстве сыров типа Эмменталь с высокой температурой второго нагревания. Рекомендуемая температура сквашивания +35...+45 °С;

PS —1/2/3/4—термофильная культура пропионовокислых бактерий, содержащая определенный штамм Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii. Культура преимущественно используется в производстве сыров швейцарского типа, таких как Эмменталь, Грюер, Гриве, Джарлсберг и других подобных сырах, где необходимы типичные вкус и формирование глазков, обеспечиваемые пропионовокислыми бактериями.

Сравнительный анализ бактериальных заквасок, используемых для производства сыров разных фирм-изготовителей заквасок показывает, что хотя закваски могут иметь один и тот же видовой состав, но качество вырабатываемого продукта при этом существенно отличается. Это связано с тем, что производители заквасок осуществляют отбор культур и их подбор в комбинации заквасок, исходя из назначения (вида сыра), с учетом изучения и оценки физиолого-биохимических, экологических и технологических свойств отдельных штаммов и заквасочной комбинации в целом. Последнее зависит от опыта работы, количественного и качественного состава коллекции штаммов микроорганизмов, глубины и широты изучения свойств отдельных культур и их комбинаций.

При общем сходном качественном составе микрофлоры вырабатываемых заквасок разными фирмами-изготовителями, соотношение между группами, видами и разновидностями используемых микроорганизмов у разных фирм не одинаково. Это касается как соотношения между кислото-, аромато-, газообразующими группами, так и соотношения между отдельными видами и разновидностями внутри этих групп (например, соотношения между Lc. lactis и Lc. cremoris, Lc. diasetilactis и Leuconostoc). Например, российские закваски БК-У-4, БК-У-5а, БК «Биоантибут» обладают более высокой кислотообразующей способностью и обеспечивают более высокую степень синерезиса сгустка при выработке сыров. Закваска БК-У-7, состоящая из Lc. lactis и Lc. cremoris, не включает ароматобразующую микрофлору, поэтому не может быть использована для сыров, требующих образование рисунка и выраженного аромата.

Глава 6. ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК НА СЫРОДЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Бактериальные закваски, поступающие на сыродельные предприятия, используют согласно рекомендациям лабораторий (фирм)-изготовителей.

При производстве сыров используются способы применения заквасочных культур, согласно схемам, приведенным ниже.

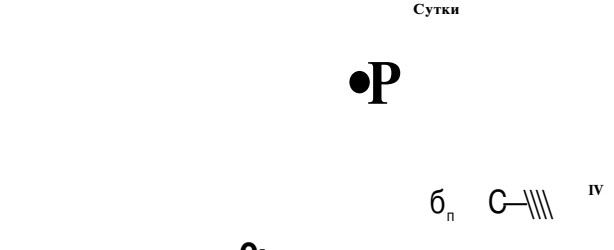


Рис. 6.1. Схема приготовления производственной закваски трехпересадочным способом: / — первичная лабораторная закваска (маточная); // — пересадочная лабораторная закваска (вторичная); /// — производственная закваска; *IV — в* производство (заквашивание молока)

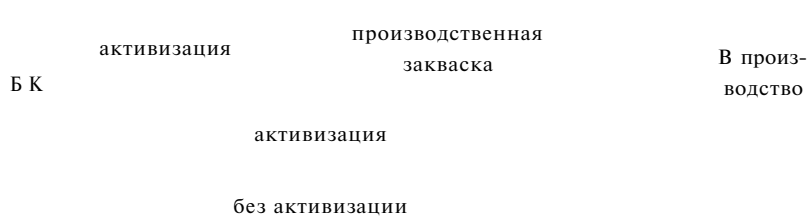


Рис. 6.2. Схема применения БК

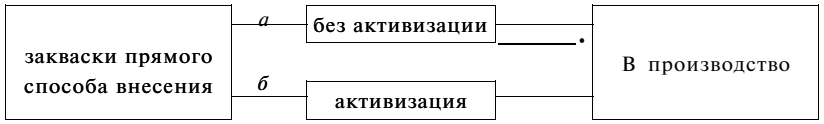


Рис. 6.3. Схема применения закваски прямого способа внесения

6.1. Приготовление производственной закваски традиционным способом

При применении трехпересадочного способа активизации чистых культур (рис. 6.1) для активизации деятельности используемых бактериальных заквасок сначала готовят закваски лабораторные первичные (или маточные), затем — лабораторные пересадочные (или вторичные) и далее — производственную закваску.

Приготовление лабораторной закваски на чистых культурах проводят в отделении чистых культур или боксе при микробиологической лаборатории. Допускается приготовление пересадочной закваски в заквасочном отделении при наличии в нем бокса или отделения для приготовления заквасок на чистых культурах.

Для приготовления лабораторной закваски применяют обезжиренное или цельное молоко, предварительно проверенное на отсутствие ингибирующих веществ. Допускается для приготовления лабораторной закваски применять молоко цельное или обезжиренное восстановленное.

Лабораторную первичную и пересадочную закваску готовят на стерилизованном молоке. Для приготовления лабораторной закваски бутылки или колбы с молоком вместимостью 100, 200, 250, 500 $см^3$, 1 и 2 $дм^3$ закрывают ватными пробками, пергаментом, завязывают и стерилизуют.

Для приготовления пересадочной лабораторной закваски бидоны или ушаты с молоком вместимостью до 20 $дм^3$ закрывают крышками с прокладкой пергамента. Сверху бидоны или ушаты закрывают чистым пергаментом, завязывают и стерилизуют.

Стерилизацию молока проводят при давлении 0,1 МПа, что соответствует температуре $+121\ (\pm 2)^{\circ}С$.

В зависимости от емкости, в которой стерилизуют молоко, выдержка молока при указанной температуре должна примерно составлять:

для бутылок и колб вместимостью от 0,1 до 2 дм^3 — до 12 мин;
для бидонов и ушатов вместимостью от 3 до 5 дм^3 — до 15 мин;
для бидонов вместимостью 10 дм^3 — до 20 мин;
для ушатов вместимостью 20 дм^3 — до 30 мин.

Косвенным показателем эффективности стерилизации молока в указанных объемах является светло-кремовый цвет молока после стерилизации. Не допускается перестерилизация молока, так как это отрицательно сказывается на развитии молочнокислых бактерий.

После стерилизации молоко охлаждают при комнатной температуре или проточной водой и используют для приготовления лабораторной (маточной) и пересадочной (вторичной) заквасок.

Стерилизованное молоко, приготовленное в бутылках или колбах с ватными пробками, допускается хранить при комнатной температуре в течение пяти суток. Хранение стерилизованного молока, приготовленного в ушатах или бидонах, не допускается.

Для заквашивания стерилизованного молока используют закваски, получаемые из специализированных цехов или лабораторий. Перед внесением в молоко сухой закваски проверяют целостность и укупорку флакона. Если при осмотре обнаружена трещина в стекле или плохая укупорка, данную порцию закваски выбраковывают.

Флаконы с сухой закваской открывают следующим образом: профламбированным ланцетом или ножницами снимают металлический колпачок, край флакона обжигают над пламенем спиртовки, вынимают пробку, открытый край флакона обжигают и сухую закваску растворяют в 6-7 см^3 стерилизованного молока, воды или физиологического раствора. Растворенную порцию закваски над пламенем спиртовки переносят в подготовленное стерилизованное молоко.

При приготовлении первичной лабораторной закваски 1 порцию сухой закваски мезофильных лактококков и 1 порцию сухой закваски комбинации мезофильных лактококков и термофильных стрептококков (МТ) вносят в 2 дм^3 стерилизованного молока, разлитого в одну или 2-5 бутылок (колб) или 1 порцию сухой закваски термофильных молочнокислых стрептококков или термофильных молочнокислых палочек, симбиотических заквасок вносят в 100 см^3 стерилизованного молока.

После внесения закваски молоко тщательно перемешивают и помещают в термостат при оптимальной для применяемой микрофлоры температуре сквашивания до образования сгустка. Для заквасок,

содержащих термофильные молочнокислые стрептококки и пая'7'* !Ч и заквасок, сквашиваемых в день, температура молока в моме** проквашивания должна быть выше оптимальной температуры сква^ \-ния на 1-2 °С.

При приготовлении Пересадочной лабораторной закваски в ^L-N товленное стерилизованное молоко вносят, как правило, 5 % ла^н \. торной закваски от массы заквашиваемого молока. После *вне*^{0} ^ закваски молоко тщательно перемешивают, помещают в терМ v> или заквасочник при оптимальной температуре и термостатиру^_и \> образования сгустка в течение периода, рекомендуемого фирм<7^ ^ готовителем заквасок. В табл. 6.1 отражены параметры сквашИ^ ^ заквасок и их показатели.

Наибольшей активностью обладает свежеприготовленная ^„ ка, поэтому она может быть использована в производстве сразу ^а>\ сквашивания. В случае, если это невозможно, она должна быть а~Г^ дена до температуры +6 (±2) °С. Лабораторная закваска при f Л температуре может храниться не более пяти суток, пересадочная <^ готовленная на стерилизованном молоке — не более трех суток. ^

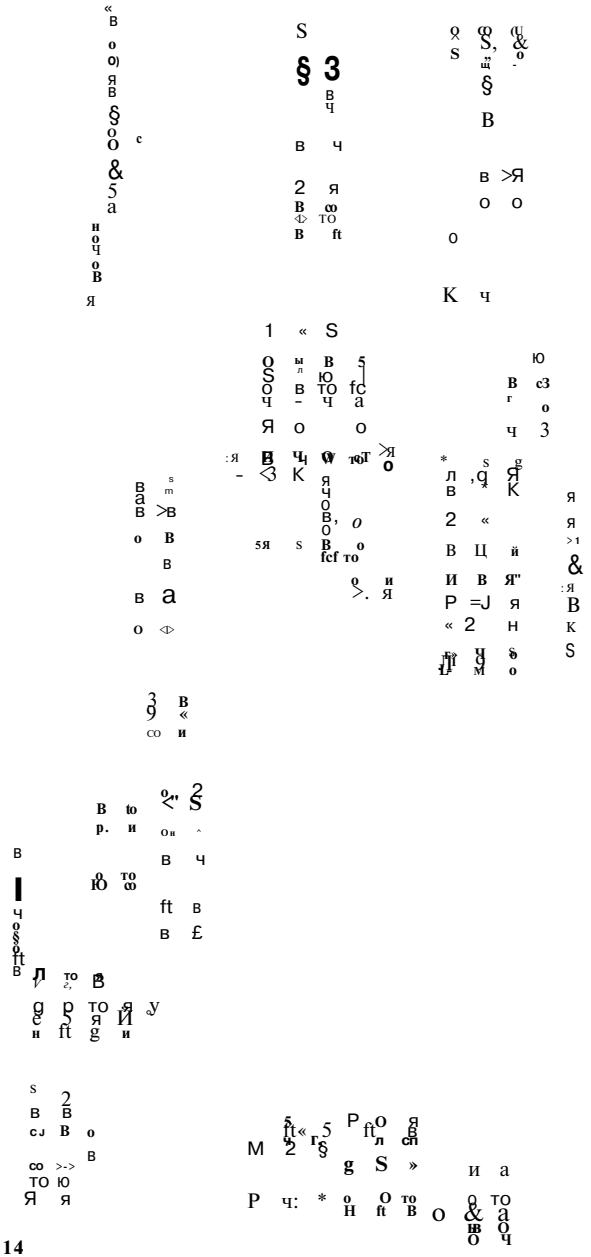
Готовую лабораторную или пересадочную закваску хранят пользования в специально выделенных холодильниках или холодИ^]Т^'\ камерах и переносят (или перевозят) к месту заквашивания в заКг^1 н \ виде. Допускается хранение пересадочной закваски в производств ч холодильной камере в изолированном для этой цели месте.

""V——~——/,И \

В зависимости от необходимого количества производствен^ оХQ^ кваски лабораторная закваска может быть использована для n p r i ^ j ^ ления пересадочной лабор^{ат0}рНой закваски на стерилизованном > ке или производственной закваски на пастеризованном молоке. ло

Пересадочная лабораторная закваска на стерилизованном г«* K B J ^ может быть использована для приготовления производственной 3 . е н ^ ки на пастеризованном Молоке или непосредственно для пригото^ м продукта.

При приготовлении производственной закваски использую!" lil&s}-ное или обезжиренное Молоко. Отобранное цельное молоко оч** З на центробежном молокоочистителе или фильтруют через Ф^Лчаи I' разрешенные для фильтрациИ молока. Обезжиренное молоко no/v путем сепарирования отобранного цельного молока. Вначале сеП^ ^ ют молоко для закваски, затем — для производственных нужд.



6.1. Приготовление производственной закваски традиционным способом

Допускается использовать молоко восстановленное, получаемое из молока цельного или обезжиренного, свежее пастеризованное цельное или обезжиренное молоко с кислотностью не более 18 °Т с обязательной повторной его пастеризацией в заквасочнике при установленных режимах.

Приготовление производственной закваски на пастеризованном молоке проводят в специальных заквасочниках типа ОЗУ-350, ОЗУ-630, ВДП-300, ВДП-600, Г-6-05-12, Г-6-03-40 и др. В этом случае весь процесс приготовления закваски осуществляется в одной емкости.

Пастеризацию молока в заквасочниках проводят при температуре +95 (±2) °С с выдержкой 40 (±5) мин. Во время выдержки молоко должно перемешиваться для равномерного прогрева всей массы, после чего молоко охлаждают до температуры сквашивания в зависимости от используемой закваски.

Производственную закваску готовят с использованием бакконцентрата, лабораторной или пересадочной заквасок.

Лабораторную первичную и пересадочную закваску, приготовленную на стерилизованном молоке, вносят в охлажденное молоко в количестве 5 %.

После внесения закваски молоко тщательно перемешивают и оставляют при температуре сквашивания до образования сгустка.

Производственную закваску вносят в пастеризованное, охлажденное до температуры свертывания молоко. Ее количество зависит от вида сыра и составляет 0,5-2,5 %. Внутри определенного вида сыра ее количество зависит от скорости обсушки сырного зерна, физико-химических свойств молока и других факторов. Закваску можно активизировать. Для этого ее смешивают с двойным количеством молока и выдерживают 0,5-1,0 ч при температуре +24.. .+26 °С. Закваска частично активизируется, когда вносится в сыроизготовитель в начале его заполнения.

Если нет необходимости в немедленном использовании производственной закваски, ее нужно быстро, в течение 1-2 ч, охладить до температуры +4 (±2) °С. Продолжительность хранения не должна превышать:

для закваски, приготовленной на пастеризованном молоке, — 48 ч;

для закваски, приготовленной на стерилизованном молоке, — 72 ч.

6.2. Применение заквасок прямого внесения

В настоящий период более половины сыродельных предприятий Республики Беларусь используют закваски российского производства (БК, Углич), что объясняется сложившимися традициями, наличием заквасочных помещений, трудовых ресурсов и возможностью приготовления производственной закваски. Это позволяет предприятиям затрачивать меньше материальных средств на закупку стартовых культур для сыроделия и др.

Срок и режим хранения заквасок определяют фирмы-изготовители, например БК лиофильной сушки отечественного и российского производства хранят при температуре не выше +6 °С в течение четырех месяцев. Не допускается использование заквасок с просроченным сроком годности.

Перед внесением в молоко сухой закваски проверяют целостность упаковки. В случае подозрения упаковки на герметичность ее выбраковывают. Визуально БК, полученный лиофильной сушкой, должен представлять собой однородный сыпучий порошок кремового цвета (допускается буроватый оттенок). Допускается наличие небольших комочков, рассыпающихся при встряхивании флакона.

Активность БК, поступающего на сыродельные предприятия, следует проверять до его использования либо методом активизации, либо методом имитации процесса приготовления производственной закваски беспересадочным способом.

Метод активизации. Соблюдая правила асептики, отвешивают 0,5 г БК и вносят в 0,5 дм^3 молока, предварительно пропастеризованного при температуре +95 (±1) °С в течение 45 (±1) мин, инокулят тщательно перемешивают и выдерживают при температуре +30 (±1) °С — для мезофильных культур; +39 (±1) °С — для термофильных культур. После этого контролируются следующие показатели: титруемая кислотность — не менее 27 °Т; продолжительность восстановления резазурина при +30 °С — не более 2 мин или продолжительность восстановления метиленовой сини — не более 3 мин. Кроме того, микроскопический препарат — характерный для данного вида БК.

Метод имитации процесса приготовления производственной закваски беспересадочным способом. В 0,5 дм^3 молока, предварительно пропастеризованного при температуре +95 (±1)°С в течение

45 (±1)мин и охлажденного до температуры сквашивания, вносят на кончике стерильного ланцета или пипетки небольшое количество сухого БК (2-3 мг); инокулированное молоко перемешивают и выдерживают при температуре +30 (±1)°С — для мезофильных культур; +39 (±1) °С — для термофильных культур.

Показатели, характеризующие БК с нормальной активностью: время образования сгустка — не более 18 ч с момента заквашивания; вкус— чистый, кисломолочный выраженный; титруемая кислотность — не менее 90-110 °Т; наличие диацетилаи ацетоина(по щелочной пробе) — не менее 3 усл. ед.; наличие углекислого газа (высота подъема сгустка при нагревании в пробирке до температуры +90 °С) — не менее 10 мм.

Результаты контроля и оценки БК записывают в журнал контроля качества заквасок.

При производстве сыров с использованием в качестве заквасочных культур БК их подготовку могут осуществлять четырьмя способами (см. рис. 6.2).

Схема 2, а (беспересадочный способ). Из БК сразу готовят производственную закваску. Например, для производства сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания в подготовленное молоко вносят БК из расчета 1 ЕА на 300 дм^3, инокулят перемешивают сразу и через 1 ч и выдерживают при температуре +30 (±1) °С до образования сгустка (через 14-18 ч). Рекомендуется БК предварительно растворить в небольшом количестве стерилизованного молока (10-20 см^3) в стерильной ступке, соблюдая правила асептики, а затем вносить в молоко.

Схема 2, б (беспересадочный способ, сочетающий предварительную активизацию). С целью интенсификации размножения и ускорения развития молочнокислых бактерий при приготовлении закваски из БК рекомендуется проводить его предварительную активизацию. Для этого в подготовленное молоко вносят БК из расчета 1 ЕА на 1-3 дм^3 молока, тщательно перемешивают сразу и через 1 ч и выдерживают при температуре +30 (±1) °С в течение 3,0 (±0,5) ч. Активизированный концентрат (титруемая кислотность не менее 35 °Т) вносят в 300 дм^3 молока, предназначенного для производственной закваски.

Схема 2, в (способ кратковременной активизации). Для этого в стерилизованное при температуре +121 (±1) °С (в течение 10 мин) или

пастеризованное при +95 (±1) °С (в течение 45 мин) и охлажденное (до температуры +30 °С) молоко вносят БК из расчета 18 единиц активности (ЕА) на 20-22 дм^3 молока. Концентрат предварительно растворяют в небольшом (18 ЕА в 0,2-0,3 дм^3) количестве стерильного молока или воды. После растворения концентрата его вносят в молоко для активизации, тщательно перемешивают сразу и через 1 ч после внесения, выдерживают при указанной температуре в зависимости от вида используемого БК в течение 2,5-3,5 ч до достижения титруемой кислотности 35 (40) °Т. Активизированный концентрат немедленно используют или охлаждают до температуры не выше +6 °С и хранят при этой температуре не более 24 ч после охлаждения. Активизированный концентрат вносят в смесь взамен производственной закваски до внесения сычужного фермента в тех же дозах, что и закваску.

Схема 2, г (способ непосредственного внесения). Перед внесением БК в подготовленное для выработки сыра молоко порцию концентрата (из расчета не менее 18 ЕА на 1000 дм^3 смеси) тщательно растворяют с помощью смесителя или мутовки в 1 дм^3 подготовленного для выработки сыра молока. Растворенный концентрат через фильтр (марлю) вносят в молоко вначале наполнения сыроизготовителя. Для активизации микрофлоры молоко с внесенным БК следует перемешивать в течение 1 ч до внесения молокосвертывающего фермента, включая время наполнения сыроизготовителя.

Способ прямого внесения заквасок (DVI). Прямое внесение заквасочных культур лиофильной сушки или глубокозамороженных (рис. 6.3) — менее используемое из-за более высокой цены, но более перспективное вследствие получения строго определенного видового и количественного состава штаммов. Учитывая, что производственная закваска уходит не в сыр, а в сыворотку, затраты на ее приготовление также имеют место, способ прямого внесения получается не намного дороже, но при этом гарантирует более стабильное качество готового продукта.

При использовании заквасок прямого способа внесения может также проводиться их активизация (рис. 6.3, *б)* согласно рекомендациям фирм-изготовителей таких заквасок с использованием или без использования определенных питательных сред, или просто в молоке. Активизированные культуры вносят в начале заполнения сыроизготовителя.

6.3. Бактериофаги в сыродельной промышленности

Бактериофаги — это разнообразно устроенные ДНК (или РНК-содержащие вирусы), являющиеся внутриклеточными паразитами бактерий, цикл развития которых осуществляется в микробной клетке. Бактериофаги имеют широкое распространение. Их можно встретить в почве, фекалиях и сточных водах.

Бактериаг лактококков обычно имеет форму изометрической или вытянутой головки с узким хвостом, заканчивающейся базальной пластинкой, из которой выступает некоторое количество «шипов»; головка и хвост состоят из белка. В области головки имеется ядро из ДНК (рис. 6.4).

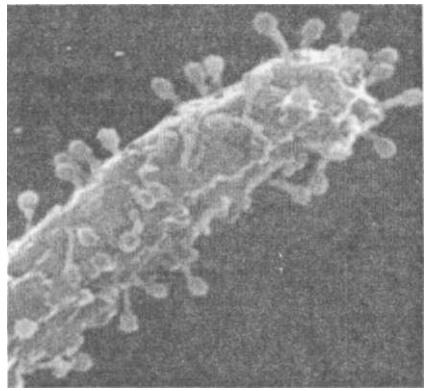


Рис. 6-4. Поражение клетки фагом

В зависимости от типа бактериофага и состояния бактериальной клетки атака бактериофага на метаболизм бактерий может проходить тремя путями:

1) нечувствительность;

2) чувствительность к бактериофагам;

3) толерантность.

В первом случае бактериальные клетки не подвержены воздействию бактериофагов. Такую бактериальную клетку считают «препятствующей» данному бактериофагу.

Во втором случае наступает полный лизис бактериальных клеток, при этом такие бактериофаги относят к *вирулентным.*

При попадании вирулентной фаговой частицы в культуру бактерий в случае точного совпадения между хвостом и участком специфической адсорбции вирус адсорбируется на бактериальной клетке и при помощи протеолитического фермента разрыхляет клеточную стенку. Затем белковая оболочка фага сокращается, и ДНК впрыскивается в цитоплазму бактериальной клетки. В клетке ее обычный метаболизм прекращается, а начинается синтез ДНК фага и его белка, т. е. подавляется бактериальная генетическая система. В дальнейшем образуются вегетативные фаговые частицы, после чего закодированный на генетическом материале бактериофага лизин (фермент) приводит

к распаду стенки-хозяина, которая через 30-60 мин набухает и прорывается. При этом освобождается до 100 новых частиц, которые могут инфицировать 100 новых бактериальных клеток. Так продолжается до тех пор, пока не лизируются все чувствительные клетки бактерий. Кроме того, присутствующий в среде лизин также может вызывать лизис клеток хозяина даже при отсутствии инфекции.

Поражение заквасочной микрофлоры в сыроделии вирулентным бактериофагом может привести к полному разрушению бактериальных клеток в течение 1-2 ч с момента попадания бактериофага в молоко. В результате такое молоко становится не пригодным для выработки сыра.

Цикл развития вирулентных бактериофагов показан на рис. 6.5.

В третьем случае бактериальные клетки находятся с бактериофагом в состоянии «сожительства», при этом бактериофаги в бактери-

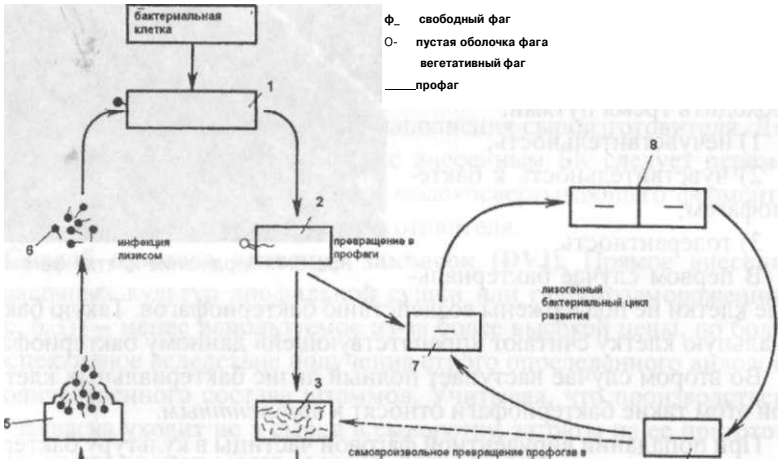


Рис. 6.5. Цикл развития бактериофага: *1* — адсорбция фага при помощи хвоста; 2 — инъекция ДНК фага в бактериальную клетку; *3* — образование вегетативных фагов; *4* — возникновение свободных фагов; 5 — растворение стенки бактериальной клетки; *6* — освобождение инфекционных частиц; 7 — превращение в профаги; *8* — одновременное деление фага и клетки-хозяина; *9* — возможность возникновения спонтанной вирулентности фагов

альной клетке не размножаются, а в виде профагов встраиваются в генетический аппарат клетки. При этом лизис бактериальной клетки не происходит. Такие фаги называют *умеренными.* Поскольку при этом ДНК бактериального носителя размножается, вместе с ним размножается и фаговый материал.

Вновь образовавшиеся клетки бактерий также не лизируются, и это состояние сожительства клетки и профага может сохраняться на протяжении многих поколений бактерий. Клетки бактерий, а также их культуры, содержащие профаг, называют *лизогенными.* Данное лизогенное действие бактериальной клетки делает ее защищенной от инфицирования другими родственными фагами. На практике лизогенное состояние может происходить достаточно часто. При этом присутствие умеренного бактериофага может быть обнаружено только в лаборатории с помощью ультрафиолетового излучения или мутагенных агентов. Под влиянием внешних индуцирующих воздействий профаг может вновь стать вирулентным, способным размножаться.

Лизогенные штаммы молочнокислых бактерий являются основным источником попадания профагов в производственные закваски, поскольку при активизации заквасок концентрация фагов в популяции повышается, достигая критического значения.

Большое практическое значение имеет специфичность фагов, т. е. способность их размножаться в определенных видах бактерий. Такие фаги и клетки бактерий называют гомологичными. Специфичные бактериофаги могут лизировать один и даже восемь штаммов одного вида микробов. Установлена также разная фагочувствительность штаммов бактерий, которые могут лизироваться одним или несколькими штаммами бактериофагов. В связи с этим в лабораториях, разрабатывающих закваски, определяют наличие бактериофага в молоке и чувствительность заквасочных штаммов к бактериофагу.

Ранее считалось, что бактериофагу подвержены только молочнокислые лактококки. Однако как показали исследования последних лет (В. И. Ганина и др.), бактериофаги способны поражать практически любые молочнокислые микроорганизмы, применяемые в составе заквасок на предприятиях молочной промышленности. Вопрос только во времени их проявления (рис. 6.6).

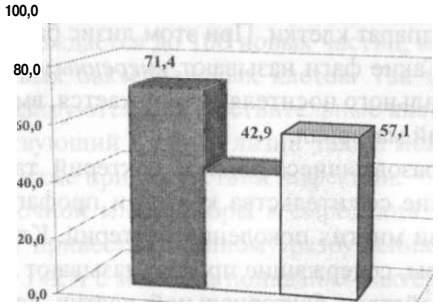


Рис. 6.6. Результаты выявления фагов в молочных продуктах

Как правило, первичное загрязнение молока фагами обычно происходит на ферме. Высокая степень загрязненности сырого молока, сливок при определенных обстоятельствах может стать причиной активизации действия фагов (рис. 6.7).

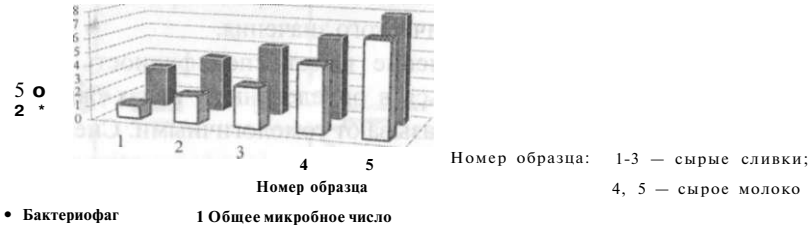


Рис. 6.7. Взаимосвязь общей бактериальной обсемененности молока и сливок и количества бактериофагов в них

Другими источниками загрязнения сырья на ферме являются воздух, зараженная фагами вода, а также недостаточно вымытые и продезинфицированные емкости и другое оборудование.

На предприятии источниками фагов является прежде всего сырье, заквасочные культуры, низкий уровень санитарно-гигиенического состояния предприятия в целом, некачественная дезинфекция оборудования и др.

На рис. 6.7, 6.8 представлена бактериальная обсемененность и количество бактериофагов, выявленных в поступившем на предприятие

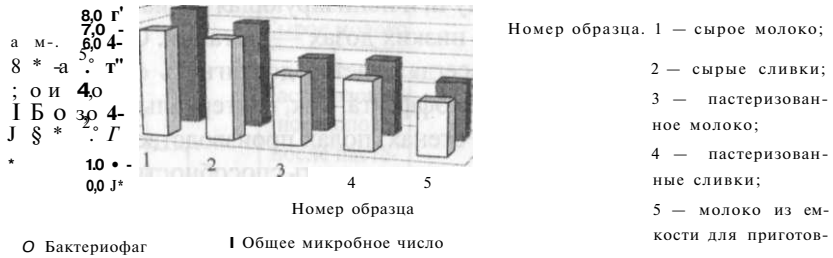


Рис. 6.8. Бактериальная обсемененность и количество бактериофагов, выявленных по ходу технологии ферментированных продуктов, вырабатываемых при использовании производственной закваски

№ образца	Температура тепловой обработки, °С	Продолжительность тепловой обработки
1	–	–
2	+63...+65	30 мин
3	+70...+72	20 с
4	+78...+80	20 с
5	+85. ..+87	10 мин
6	+93...+95	5 мин
7	+94...+96	30 мин
8	+137...+140	3-4 с

Рис. 6.9. Влияние режимов тепловой обработки молока на общее микробное число и бактериофаги

сырье: сыром молоке и сливках, до пастеризации и после, а также в молоке из емкости для приготовления производственной закваски.

Благоприятные условия для размножения фагов находятся в диапазоне температур +8...+46 °С.

Фаги устойчивы к воздействию высоких температур, они выдерживают режимы пастеризации молока при +75 °С в течение 15 с (рис. 6.9).

Бактериофаги обладают высокой сопротивляемостью к факторам окружающей среды. Они хорошо переносят замораживание и длительное хранение (годами) при низких минусовых температурах в высушенных субстратах.

В то же время бактериофаги обладают высокой чувствительностью к кислотам: 1%-й раствор формалина инактивирует фаг через несколь-

ко минут. Ультрафиолетовые лучи и ионизирующая радиация вызывают их инактивацию, а в более низких дозах — мутации. Однако из-за их малой проникающей не всегда удается достигнуть способности желаемого обеззараживающего эффекта. Так, бактериальные вирусы, присутствующие в трещинах, стенах, полах производственных помещений, в течение многих лет могут сохранять способность поражения молока на сыродельных предприятиях.

Для борьбы с бактериофагами следует применять асептическое получение заквасок, частую смену штаммов бактерий в закваске, использование питательных сред, тормозящих деятельность фагов, и др.

При производстве сыра основными условиями, подавляющими развитие бактериофага, служат термизация молока перед резервированием или созреванием, внесение в молоко вместе с бактериальной закваской молокосвертывающего фермента, обработка оборудования УФ-лучами, раствором хлорной извести или другими моюще-дезинфицирующими растворами, а также предупреждение разбрызгивания сыворотки и др.

Отбор образцов для определения наличия бактериофага на сыродельном предприятии отражен на рис. 6.10.

Перспективными мерами обеспечения стабильности ферментационных процессов на сыродельных предприятиях, в плане предотвращения развития фаговой инфекции, являются:

использование многоштаммовых заквасочных культур и их ротация;

соблюдение требований, которые предъявляются к обработке сырья, дезинфекции оборудования и общего санитарно-гигиенического состояния производства;

мониторинг за наличием бактериофагов, проявляющих активность по отношению к каким-либо видам заквасочных культур.

С целью предупреждения накопления специфичных бактериофагов и внезапного поражения ими заквасочной микрофлоры на сыродельном предприятии необходимо вести планомерную и постоянную смену партий БК и БЗ при приготовлении производственной закваски. При этом следует основываться на следующих основных положениях:

при приготовлении производственных заквасок через каждые 2-4 суток осуществлять смену партий БК и БЗ в последовательности дат выработки предприятием-изготовителем;

Рис. 6.10. Схема проведения фагового мониторинга на сыродельном предприятии

при замедлении кислотообразования или несквашивания молока при приготовлении производственных заквасок осуществлять вне графика замену одной партии закваски на другую (последующую) или их ротацию.

Рекомендуемая форма ротации БК и контроля ее эффективности для производства сыров с низкой температурой второго нагревания (типа российского) приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2. **Рекомендуемая форма ротации БК и контроля ее эффективности**

Дата приготовления производственной закваски	Тип, вид, торговая марка БК	Номер партии БК	Время сквашивания, ч	Титруемая кислотность, °Т	Заключение
1	2	3	4	5	6
Пример заполнения					
01.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	16	95	Н
02.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	16	94	Н
03.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	15	96	Н
04.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	16	95	Н
05.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	17	94	Н
06.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	16	90	Н
07.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	17	94	Н
08.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	16	92	Н
09.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	18	95	Н
10.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	18	93	Н
11.01	БК-Углич-5А	4 декабря	14	95	Н
12.01	БК-Углич-5А	4 декабря	16	93	Н
13.01	БК-Углич-5А	4 декабря	16	94	Н
14.01	БК-Углич-5А	4 декабря	15	92	Н
15.01	БК-Углич-5А	4 декабря	17	90	Н
16.01	Биоантибут	5 декабря	15	95	Н
17.01	Биоантибут	5 декабря	16	94	Н
18.01	Биоантибут	5 декабря	16	95	Н
19.01	Биоантибут	5 декабря	17	93	Н
20.01	Биоантибут	5 декабря	18	90	11
21.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	16	95	Н
22.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	16	94	Н
23.01	БК-Углич-№ 4	1 декабря	18	92	Н

Окончание табл 6.2

1	2	3	4	5	6
24.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	17	94	Н
25.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	16	95	Н
26.01	БК-Углич-№ 4	2 декабря	18	93	Н
27.01	БК-Углич-5А	4 декабря	16	100	Н
28.01	БК-Углич-5А	4 декабря	16	96	Н
29.01	БК-Углич-5А	4 декабря	18	95	Н
30.01	Биоантибут	5 декабря	15	96	Н
31.01	Биоантибут	5 декабря	16	95	Н

Примечание. Если процесс приготовления производственной закваски протекает нормально, в столбце № 6 ставится буква «Н»; если процесс тормозится (время сквашивания увеличивается, кислотность понижается), в столбце № 6 ставится буква «Т» красного цвета. Такой БК следует исключить из производства до исследования причин торможения кислотообразования и увеличения времени сквашивания.

При этом для определения возможности дальнейшего применения партии БК или БЗ, возможно инфицированной фагами, проводят пробу на наличие бактериофагов в производственной закваске, специфичных к микрофлоре данной партии БК или БЗ. Типичным способом выявления бактериофагов является ниже следующая методика.

Выявление фагов в производственной закваске. В чистую пробирку вносят 20 $см^3$ пастеризованного и охлажденного до +40 °С молока, добавляют в нее 1 $см^3$ раствора метиленового голубого той же концентрации (как и при пробе на редуктазу) и 3 капли производственной бактериальной закваски (подлежащей проверке). Пробирки с пробой ставят в редуктазник или термостат при +37...+39°С. Если молоко пригодно для закваски, то метиленовый голубой должен полностью восстановиться примерно через 2 ч. Если в процессе культивирования после обесцвечивания метиленового голубого через 4-5 ч снова наблюдается посинение молока, то это указывает на наличие бактериофага.

Кроме того, следует проводить и видовую идентификацию фагов.

Если в проверяемых заквасках бактериофаг не обнаружен, эти партии могут в дальнейшем применяться для приготовления производственной закваски в соответствии с графиком. Если же бактериофаг

7.1. Механизм сычужного свертывания белков молока

Существует ряд теорий, объясняющих механизм действия сычужного фермента на мицеллу казеина. Однако единым мнением, которое признают исследователи, является то, что сычужная коагуляция носит необратимый характер и включает две фазы (стадии) — ферментативную и коагуляционную. Первая, *ферментативная фаза,* приводит к потере устойчивости казеинаткальцийфосфатного комплекса, однако при этом явной коагуляции не наблюдается. Вторая, *коагуляционная фаза* сопровождается образованием сгустка в присутствии ионов кальция. Таким образом, сычужная коагуляция проходит в два этапа, из которых только первый осуществляется благодаря участию фермента.

Потеря устойчивости казеинаткальцийфосфатного комплекса поразному трактуется рядом ученых. Так, существует несколько теорий, объясняющих химизм взаимодействия сычужного фермента с казеинаткальцийфосфатным комплексом и последующей коагуляции параказеина — фосфоамидазная, гидролитическая и др.

Согласно теории П. Ф. Дьяченко, который предположил, что в казеине помимо эфирной связи фосфорной кислоты с серином имеется фосфоамидная связь с гуанидиновой группой аргинина (т. е. фосфоамидазной теории), сычужный фермент, разрывая фосфоамидную связь в молекуле казеина, освобождает в образовавшемся параказеине ОН-группы фосфорной кислоты, которые связывают ионы кальция. Образование «кальциевых мостиков» между молекулами параказеина приводит к коагуляции белков.

В соответствии с другой, получившей развитие в 80-х гг. XX в., теорией протеолитического действия сычужного фермента (гидролитическая теория), на первой стадии под действием основного компонента сычужного фермента химозина происходит разрыв пептидной связи фенилаланин (105) — метионин (106), имеющей определенную последовательность аминокислот с каждой стороны данных остатков в полипептидных цепях х-казеина ККФК. В результате ограниченного специфического протеолиза молекулы х-казеина распадаются на гидрофобный пара-%-казеин и гидрофильный гликомакропептид.

Ферментативная стадия схематически представлена на рис 7.1.

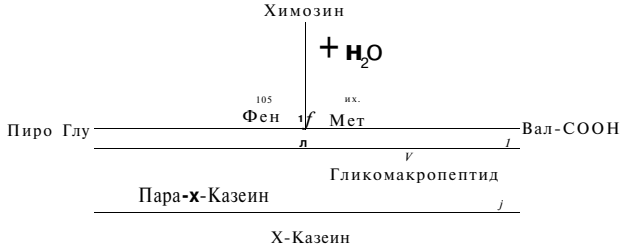


Рис. 7.1. Действие сычужного фермента на белки молока

(>гщепляемый гидрофильный макропептид (остатки 106-169) растворяется в молочной сыворотке, повышая содержание растворимого азота приблизительно до 4 % от общего содержания азота и оставляя гидрофобный параказеиновый остаток. Данный этап протекает быстро, предположительная константа скорости реакции составляет 100 л/мольс.

Гликомакропептиды х-казеинов имеют высокий отрицательный >аряд и обладают сильными гидрофильными свойствами. При их оицеплении примерно наполовину снижается дзета-потенциал на поверхности мицелл казеина и частично разрушается гидратная обо-**почка.** Силы электростатического отталкивания между частицами уменьшаются, и дисперсная система молока теряет устойчивость. 11 нормальных условиях, когда гидролизуется около 90% х-казеина, образующийся параказеин (казеин) достаточно гидрофобен для осуществления процесса агрегирования белковых частиц (флокуляции) и формирования сгустка (гелеобразования). Таким образом, параллельно с биохимическим превращением казеинового комплек-.1 н результате гидролитического действия молокосвертывающих ферментов проходят физико-химические изменения. В самом начале процесса наблюдается индукционный период, во время которого образование пространственной структуры сгустка еще не наблюдается. В начале индукционного периода имеет место некоторое увеличение шеперсности казеиновых частиц вследствие процесса их дезинтеграции, скорость которого превышает скорость агрегации частиц. Это обусловлено начавшимся процессом разрушения внутренней упорядоченности элементов казеиновых частиц. В средней части индукци-**I** (иного периода скорости обоих процессов становятся равными. Затем к конце периода скорость агрегации частиц увеличивается и после его анершения достигает максимума (Р. И. Раманаускас).

При понижении агрегативной устойчивости дисперсных систем может происходить (или происходит) истинная коагуляция или гелеобразование. В первом случае частицы полностью теряют устойчивость и, слипаясь друг с другом, образуют хлопья или осадок — коагулят. Во втором случае частицы теряют устойчивость не по всей поверхности, а на некоторых участках, вследствие чего слипаются и образуют пространственные сетки (рис. 7.2).

После завершения индукционного периода продолжается формирование структуры с нарастающей скоростью. Вначале происходит агрегация отдельных параказеиновых частиц, т. е. так называемая флокуляция. Далее следует стадия, когда частично дестабилизированные мицеллы казеина (параказеина), содержащие, в отличие от нативных мицелл, параказеинаткальцийфосфатный комплекс (ПККФК), собираются в агрегаты из двух, трех и более частиц, соединяющихся затем между собой продольными и поперечными связями в единую сетку, образуя сгусток, т. е. формирование трехмерной пространственной структуры (гелеобразование). В конце свертывания образовавшийся сгусток представляет собой высший уровень организации структуры. Модуль эластичности у него меньше модуля упругости, поэтому сычужный сгусток следует считать эластичной системой.

Для исследования кинетики структурообразования В. П. Табачников предложил применять реологический метод. Он получил широкое применение в исследовательской практике. Р. И. Раманаускасу при

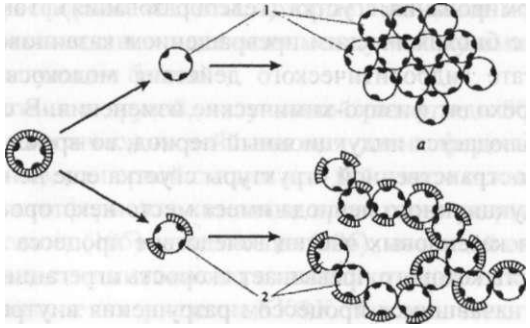


Рис. 7.2. Схематическое изображение истинной коагуляции и гелеобразования: *а* — истинная коагуляция; б — гелеобразование; *1* — частицы, полностью потерявшие фактор устойчивости; *2* — частицы, частично потерявшие фактор устойчивости

помощи ротационного вискозиметра и прибора типа «Тромб» удалось Получить комплексную характеристику процесса сычужного свертывания молока (рис. 7.3).

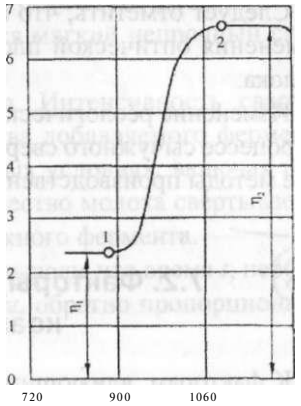


Рис. 7.3. Изменение вязкости во время сычужного свертывания

Установлено, что кривая изменения вязкости во время агрегации образующихся параказеиновых частиц имеет S-образный характер. Таким ооразом, появление первых хлопьев белка и сгустка, фиксируемых визуально, начинается не с момента внесения в молоко сычужного фермента, а после индукционного периода в точке *1*. Далее происходит нарастание скорости агрегирования (флокуляции) частиц, и в точке 2 формируется сплошная пространственная сетка сгустка, т. е. наступает автокаталитический процесс. Далее после точки 2 происходит упрочнение сгустка.

Изменение вязкости (п) во время формирования сгустка может быть представлено уравнением

+ 1п-

где: K — эффективный коэффициент скорости процесса, $с^{43.5}$; п, — минимальная вязкость в начале процесса, Пас; $п^2$ — максимальная вязкость в конце процесса, Пас; т| — величина нарастания вязкости после завершения индукционного периода до начала ее интенсивного увеличения, Пас.

Установлено, что энергия активации флокуляционной стадии образования сгустка равняется 37,5 кДж/моль, а для стадии формирования пространственной структуры она равна 15,1 кДж/моль.

Специалисты ВНИИМС (Б.А.Сурков, И. И. Климовский, В. Л. Краюшкин и др.) предположили, что в течение стадии индукционного периода в результате обширного протеолиза х-казеина происходят внутримицеллярные изменения четвертичной структуры мицелл казеина и т. д.

Следует отметить, что аналогичный реограмме вид имеет график изменения оптической плотности процесса сычужного свертывания молока.

Изменение реологических свойств молока и оптической плотности в процессе сычужного свертывания позволило создать инструментальные методы производственного контроля готовности сырного сгустка.

7.2. Факторы, влияющие на сычужную коагуляцию молока

К факторам, влияющим на коагуляцию белков молока сычужным ферментом, относится целый ряд, из которых наиболее существенными являются следующие:

происхождение и состав молока (порода животного, от которого получено молоко, возраст, состояние здоровья, период лактации, вид корма);

концентрация в молоке казеина и концентрация сычужного фермента;

температура и кислотность молока;

ионная сила;

предварительная тепловая обработка молока;

жирность молока и гомогенизация;

ультрафиолетовое излучение, механическое воздействие.

Влияние происхождения и состава молока на свертывающую способность сычужного фермента рассмотрено выше (см. главу 3).

Концентрация казеина в молоке влияет главным образом на прочность образуемого сгустка.

Флокуляция представляет собой реакцию второго порядка, следовательно — константа скорости реакции возрастет с увеличением концентрации казеина. Большое количество казеиновых частиц обусловливает более прочную его структуру. Молоко с низкой концентрацией казеина коагулируется сычужным ферментом медленнее. Типичным примером является коагуляция молока, разбавленного водой. В таком молоке замедление коагуляции обусловлено уменьшением концентрации казеина и'тем самым большим расстоянием между мицеллами, что уменьшает возможность образования мицеллярных комплексов

На торой фазе сычужной коагуляции. В результате увеличивается продолжительность коагуляции, образуется мягкий непрочный сгусГОК с большим содержанием воды.

Концентрация сычужного фермента. Интенсивность свертыания молока зависит от вида и количества добавляемого фермента (жидкий, порошок, таблетки). В одинаковых условиях, включая температуру свертывания, одно и то же количество молока свертывается гем быстрее, чем больше добавлено сычужного фермента.

Сторх и Сегельске первыми пришли к выводу, что время *t,* необходимое для образования сычужного сгустка, обратно пропорционально дозе сычужного фермента:

$$t = KIC,$$

где K — константа; С — количество сычужного фермента.

Соотношение между количеством сычужного фермента, количеством молока и продолжительностью свертывания определяется законом Штютца — Борисова (закон сычужного свертывания):

$$D = KMIC,$$

I це *I)* — продолжительность свертывания; K — константа; M— количество молока; C — количество сычужного фермента.

11роизведение продолжительности свертывания сычужного ферма: га D и количества используемого сычужного фермента С посто-.111 по (константа).

Однако при внесении сычужного фермента в высоких концентрациях свертывание молока протекает медленнее, чем это должно было быть исходя из количества используемого фермента.

11оскольку сычуги имеют разную способность к образованию сырных сгустков, важно иметь возможность измерять коагулирующую I пособность сычужного фермента, которую определяют по его активности.

II настоящий период *активность фермента* выражается отношением I г фермента (сухого препарата) к количеству свернувшегося моиока (г) при +35 °С в течение 40 мин. Фермент активностью 100 тыс. I I означает, что 1 г сычужного порошка свертывает 100 тыс. г, или 100 кг, молока в течение 40 мин при +35 °С.

I гмпсратура и кислотность молока. Влияние температуры коаI \ ияцпн и активности среды на свертывающую способность сычуж-

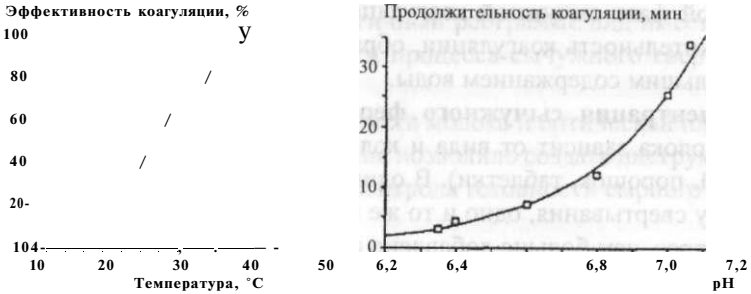


Рис. 7.4. Влияние температуры коагуляции и активности среды на свертывающую способность сычужного фермента

ного фермента отражено на рис. 7.4 (оптимальная температура действия сычужного фермента в молоке +40...+41 °С).

Температура свертывания молока является существенным фактором, влияющим не только на продолжительность, но и на качество сычужного сгустка. Установлено, что сгустки, полученные при +21...+27 °С, как правило, получаются мягкими и желеобразными; при +30.. .+34 °С — в меру плотными, с минимальным отходом сырной пыли и молочного жира при постановке зерна, а при +38...+41 °С — излишне плотными, с резинистой консистенцией, медленно отдающими сыворотку. При температуре ниже +20 °С сгусток получается хлопьевидный, а при температурах выше +50 °С — жидкий, кашеобразный. При температуре выше +60 °С сычужный фермент утрачивает способностью свертыванию.

При выработке сыра, если хотят достигнуть свертывания белков молока за одно и то же время при одних и тех же условиях, но при разной температуре, следует добавлять сычужного фермента настолько больше, насколько ниже температура свертываемого молока, и наоборот.

Если доза фермента и количество молока постоянны, то чем выше температура (в пределах, используемых в сыроделии), тем меньше продолжительность свертывания.

Активная кислотность. Для сычужного фермента очень важно учитывать его активную стабильность — это область величины pH 5,3-6,3. Однако при величине pH ниже 6,0 осаждение белков происходит еще до окончания ферментативной фазы, что отрицательно сказывается на свойствах сгустка. Известно, что pH свежего молока имеет

значение 6,7-6,8. При сычужной коагуляции молока продолжительность коагуляции короче и плотность сгустка выше в случае, если pH опускается ниже значения свежего молока (pH 5,8-6,3). При повышении величины pH более 7,0 сычужная коагуляция прекращается, так как сычужный фермент теряет свою свертывающую способность.

Сильные кислоты разрушают фермент точно так же, как и сильные щелочи, однако в кислой среде инактивация фермента протекает медленнее, чем в щелочной.

Ионная сила. Установлено, что катионы первой группы (натрий, калий, аммоний) осаждают как казеин, так и параказеин. Ионы второй группы (кальций, магний, марганец, железо и др.) быстро осаждают казеин при +20 °С и медленно — при +40 °С. Третья группа — главным образом тяжелые металлы, вызывающие быстрое осаждение казеина и параказеина при температуре, близкой к +20 °С.

Исследованиями установлено, что хлорид натрия препятствует коагуляции белков молока и снижает прочность образуемого сычужного сгустка. Соли меди ингибируют коагуляцию белков молока сычужным ферментом. Наибольшее значение в сыроделии имеет присутствие в молоке ионов кальция. Рюдигер и Вурстер определили, что при концентрации кальция 0,142 % наблюдается максимальная активность сычужного фермента; при более высоких или более низких концентрациях коагуляция замедляется.

Ускорение коагуляции объясняется тем, что при взаимодействии с казеином ионы кальция вытесняют ионы водорода, которые выделяются в раствор, в результате чего происходит снижение величины pH и, следовательно, — ускорение коагуляции. Кроме того, добавление ионов кальция в нативное молоко приводит к образованию более крупных частиц, в результате мицеллы подвергаются большей агрегации, чем мономерный казеин.

Фридрих разделил вещества, влияющие на сычужный фермент, на четыре группы:

1) вещества, действующие положительно, не препятствующие свертывающей способности: хлорид натрия (до 22 %), перекись водорода (2 %), тимол (0,1-0,2 %), фенол (0,1 %), глицерин;

2) вещества, в незначительной степени подавляющие действие сычужного фермента: хлороформ, йодоформ, растительное масло (тминное, горчичное и др.), толуол;

3) вещества, разрушающие сычужный фермент или вызывающие его осаждение: бура, бихромат натрия, нитрат серебра (0,1 %), кислоты (соляная, серная, трихлоруксусная, щавелевая, лимонная, молочная), этанол, формалин (3-4 %);

4) вещества, отрицательно действующие спустя длительное время (3-6 месяцев): хлорид натрия в растворе (выше 22 %), хлорид кальция и др.

Предварительная тепловая обработка молока. Продолжительность сычужной коагуляции молока существенно изменяется в зависимости от предварительного воздействия на молоко как низких температур (приблизительно 0 °С), так и высоких (выше +62 °С).

Молоко, хранившееся при температуре около 0 °С, свертывается сычужным ферментом очень медленно. Нагреванием молока до +30...+60 °С (до +30 °С и выдержкой при этой температуре в течение нескольких часов; до +40...+45 °С и выдержкой в течение нескольких минут, или +55...+60 °С и выдержкой несколько секунд) можно добиться нормальной продолжительности сычужной коагуляции. Такое явление называют тепловым гистерезисом молока. Таким образом, действие температуры на молоко является обратимым процессом в диапазоне температур от 0 °С до +62 °С. Нагревание молока вызывает преждевременный переход части растворенных солей кальция и фосфата в коллоидный кальций-фосфатный комплекс с казеином, что является своего рода причиной повышенной чувствительности параказеина к ионам кальция, обусловливающей снижение продолжительности коагуляции под действием сычужного фермента. При последующем охлаждении молока ионы кальция и фосфата переходят из коллоидной формы в растворимую, что существенно снижает чувствительность параказеина к ионам кальция, в результате увеличивается продолжительность сычужной коагуляции.

Влияние температуры термической обработки молока выше +62 °С на сычужное свертывание рассмотрено выше (см. главу 3, параграф 3.2.).

Жирность молока. Чем жирнее молоко, тем более мягкий сгусток получается при сычужной коагуляции. Это связано с тем, что жировые шарики проникают в образовавшуюся полимерную сетку, увеличивают расстояние между казеиновыми частицами и тем самым снижают плотность сгустка.

Гомогенизация молока, стабилизируя жировую фракцию молока, приводит в свою очередь к дезагрегации белковых молекул, повышая их влагоудерживающую способность. Разрушенные белковые мицеллы отдают в плазму свои фрагменты (субмицеллы), которые дополнительно связывают влагу. В результате при сычужной коагуляции гомогенизированного молока получаются менее прочные сычужные сгустки с повышенным содержанием влаги.

Ультрафиолетовое излучение, механическое воздействие и другие факторы. Установлено, что сычужный фермент ингибируется под влиянием ультрафиолетового излучения. Потеря ферментативной активности происходит также под действием механического встряхивания. После разбавления сычужный фермент быстро теряет силу, воздействие света также снижает его активность.

Факторы, влияющие на прочность сгустка и полноту коагуляции.

1. Прочность сгустка возрастает, если количество вносимого сычуга увеличивается с 0,006 до 0,03 %, но не повышается при дальнейшем его увеличении.

2. Прочность сгустка зависит от температуры свертывания и при одинаковой дозе фермента и состава молока увеличивается с повышением температуры до +40...+42 °С, затем уменьшается. При этом сгусток, образованный при +40...+42 °С, имеет резинистую структуру и плохо разрезается.

3. Прочность сгустка зависит от разбавления молока водой, присутствие последней снижает его прочность.

4. На прочность сгустка может влиять отношение содержания жира к белку. Молоко с высоким содержанием жира способствует образованию менее прочного сгустка.

5. Пониженный уровень величины pH молока способствует повышению прочности сгустка вплоть до pH 5,8; при дальнейшем повышении уровня величины pH прочность сгустка начинает снижаться.

Т. И. Шингаревой установлено, что при производстве сычужных сыров в Беларуси с применением производственных заквасок молоко обычно коагулирует при pH в интервале 6,35-6,55; в случае использования бактериальных культур прямого внесения коагуляция протекает при более высоких значениях — 6,5-6,6. Это следует учитывать при определении оптимальной дозы используемого фермента.

6. На полноту свертывания молока влияет степень покрытия х-казеина денатурированными белками или свободными жирными кислотами, отщепляемыми при протеолизе и липолизе, с их увеличением прочность сгустка снижается. По этой причине длительная выдержка сырого молока, обсемененного психротрофной микрофлорой, при низких положительных температурах снижает прочность сгустка.

7. Протеолиз или взаимодействие с аминокислотами на какой-либо стороне пептидной связи Phe_{105}-Met_{106}х-казеина может привести к его неполному расщеплению и образованию менее прочного сгустка.

7.3. Подготовка и внесение сычужного фермента в молоко

В сыроделии сычужный фермент используют в виде водных растворов малой концентрации, как правило, 2,5 %. Растворы сычужного фермента готовят на питьевой воде (температура пастеризации не ниже +80 °С), нагретой до +30...+35 °С, путем выдержки сычужного фермента в течение 20-30 мин до внесения его в молоко. Водные растворы сычужного фермента не хранят более 1 ч, так как активность их быстро снижается. Для повышения активности сычужный порошок можно растворять в кислой (45-60 °Т), пастеризованной при +85 °С, отфильтрованной от белков и охлажденной до +40 °С сыворотке.

В зависимости от вида сыра температуру свертывания молока устанавливают в пределах +28...+34 °С, т. е. свертывание осуществляют при температурах, близких к оптимальным, для развития используемой мезофильной микрофлоры заквасок, продолжительность свертывания при этом для сычужных сыров находится в пределах 30 (±5) мин, что позволяет получить сгусток оптимальной прочности, хорошо отделяющий влагу. Большое значение имеет также скорость свертывания, так как на стадии коагуляции молочнокислые бактерии, внесенные в активизированном виде (производственная закваска), продолжают активно развиваться. Следовательно, излишне длительный период коагуляции может привести к образованию избытка кислоты при последующих операциях.

В большинстве случаев в технологической инструкции для конкретного вида сыра указан уровень титруемой кислотности или pH,

при котором следует вносить молокосвертывающий фермент, так как от этого зависит прочность сгустка и скорость его образования.

Количество сычужного фермента, необходимое для свертывания требуемого количества молока, определяют с помощью прибора ВНИИМС, представляющего собой емкость в форме усеченного конуса (кружку из полимерного материала) вместимостью 1 л. В основу использования прибора положен закон сычужного свертывания: при одном и том же количестве молока и одинаковой температуре продолжительность свертывания обратно пропорциональна количеству взятого фермента.

Прибор имеет в дне калиброванное отверстие, со шкалой, нанесенной на внутренней стенке емкости. Деления шкалы показывают одновременно время свертывания молока в приборе, выраженное в минутах, и количество фермента, которое следует внести в 100 л молока для свертывания его в заданное время. Количество молокосвертывающего фермента, которое для этого нужно внести в прибор, рассчитывают по закону сычужного свертывания:

$$С.т/М, = С^2т,/М^2,$$

где С, — количество фермента, которое нужно внести в прибор, мл или г; т. — время свертывания молока в приборе, мин; Ml — количество молока в приборе, равное 1 л; $С^2$ — количество фермента для свертывания 100 л молока, мл или г; $т^2$ — заданное время свертывания 100 л молока, мин; М, — количество молока, равное 100 л.

Принимая, что т, численно равно $С^2$, рассчитывают количество фермента, которое нужно внести в прибор.

В прибор наливают подготовленное для свертывания молоко (уже с внесенным раствором хлористого кальция, бактериальной закваски) при температуре свертывания (заданной для конкретного вида сыра). Когда уровень молока в приборе достигнет нулевого деления, в него быстро при энергичном перемешивании вносят рассчитанное количество водного раствора фермента (фермент вносят в виде 2,5%-го раствора в количестве 10 мл) и оставляют в покое. Молоко свободно вытекает через отверстие в кружке ВНИИМС до образования сгустка. Деление, на котором остановится уровень свернувшегося молока, показывает количество фермента, которое надо взять для свертывания 100 л молока в заданное время.

Например, необходимо, пользуясь прибором, определить количество фермента *С,* г для свертывания 100 л молока в течение 25 мин, тогда

$$C = 25\text{-}1/100 = 0{,}25.$$

Следовательно, в прибор надо внести 0,25 г молокосвертывающего фермента. Вносят фермент в виде 2,5%-го раствора в количестве 10 мл.

При нормальной зрелости молока показания прибора равны 2,0-2,5, т. е. для свертывания 100 л данного молока в течение 25 мин необходимо внести 2,5 г сычужного фермента. Показания прибора более 2,5 свидетельствуют о недостаточной зрелости молока.

Как правило, при активности сычужного фермента *100 000 единиц на 100 кг молока требуется 2,5-3,0 г фермента,* что обеспечивает свертывание молока в течение 30 (±5) мин.

Т. И. Шингаревой установлена возможность получать сычужный сгусток оптимальной прочности при условии внесения сычужного фермента в две стадии: первая часть — 20-25 % (за 100 % взято количество сычужного фермента, требуемого для свертывания молока при температуре +32 °С в течение 30 мин) вносится в сыроизготовитель одновременно с добавлением заквасочной микрофлоры и хлористым кальцием в начале его заполнения молоком, затем через 15-20 мин проводят нагрев до температуры +41 °С и внесение второй части фермента в количестве 28-24 %. Свертывание осуществляют при температуре +41 °С в течение 30 мин. Применение разработанного способа, не нарушая активность заквасочной микрофлоры, позволяет получить экономию молокосвертывающего фермента до 52-65 %.

^) 7.4. Применение других молокосвертывающих ферментов

Молокосвертывающие препараты являются необходимым компонентом производства натуральных сыров. Дефицит сычужного фермента, сложившийся к середине 1970-х годов в странах развитого сыроделия Европы, Новой Зеландии, Австралии, США, России и др. обусловил поиск нетрадиционных источников сырья для производ-

ства молокосвертываюших препаратов — заменителей сычужного фермента — эталона для производства сыров. При их поиске исследователи исходили из следующих критериев: заменители сычужного фермента должны обладать рядом физико-химических и технологических свойств, удовлетворяющих требованиям сыроделия и обеспечивающих получение готового продукта высокого качества:

протеолитическая активность заменителей сычужного фермента не должна быть очень высокой, в противном случае увеличение растворимых белков приведет к образованию непрочного сгустка и потере сухих веществ с сывороткой;

молокосвертывающая активность должна быть удовлетворительной в условиях физико-химических параметров молока (pH, температура, содержание кальция);

реологические свойства сгустка должны обеспечить механическую обработку его в пределах установленных временных нормативов;

синерезис в течение фазы выделения сыворотки, содержание сухих веществ и химический состав сырной массы должны соответствовать тем же показателям, что и при использовании сычужного фермента;

условия созревания сыра должны обеспечивать получение готового продукта, отвечающего нормам по органолептическим показателям;

продолжительность созревания не должна превышать время созревания сычужных сыров;

выход сыра должен быть не ниже, чем при использовании сычужного фермента.

Из ферментов животного происхождения помимо сычужного фермента известны пепсины.

Пепсин — фермент, содержащийся в желудочном соке взрослых быков, который заменяет химозин в организме молодого животного. Отношение молокосвертывающей и протеолитической активности пепсина быков, свиней или овец отличается от химозина телят. Бычий пепсин наиболее стабилен в диапазоне величины pH от 3 до 4,5. При температуре выше +65 °С он инактивируется. Свиной пепсин совсем не проявляет или проявляет крайне низкую коагулирующую активность при величине pH выше 6,68 и совсем теряет ее при температуре выше +44 °С. В сыроделии используют также куриный пепсин. При

использовании пепсина период коагуляции молока перед разрезанием сгустка более длительный, чем при использовании телячьего сычуга, и достаточно плотный сгусток образуется позднее.

В связи с более глубокой протеолитической способностью пепсинов в чистом виде в сыроделии их не используют, а, как правило, применяют в смеси с сычужным порошком в различных соотношениях: ФП ВНИИМС и др.

Ферментные препараты микробного происхождения. С середины 70-х годов прошлого века, стала осуществляться нехватка животных сычугов, что стимулировало поиск новых коагулянтов. Для обнаружения последних и выяснения их функциональности были исследованы сотни бактериальных и грибковых культур. В результате появилось достаточно большое количество молокосвертывающих ферментных препаратов микробного синтеза. Такие ферменты имеют многие страны (Дания, Япония, Франция, США и др.).

С появлением микробных коагулянтов получили распространение следующие виды молокосвертывающих ферментов:

грибковые экстракты;

бактериальные экстракты;

телячий сычуг + грибковый экстракт;

телячий сычуг + бактериальный экстракт;

грибковый экстракт + пепсин;

бактериальный экстракт + пепсин.

Сегодня на рынке Беларуси сычужный фермент «химозин» в чистом виде практически не применяется, а в основном используются *три типа молокосвертывающих ферментов* — это ферментные препараты (ФП):

1) животного происхождения (смесевые композиции сычужного фермента с говяжьим, либо свиным, либо куриным пепсинами в разных соотношениях);

2) микробного синтеза (продуценты — плесневые грибы);

3) ферментативно производственный 100%-й химозин, полученный на основе генетических технологий.

В табл. 7.1 приведены молокосвертывающие ферменты и микроорганизмы, являющиеся их источниками.

Источниками микробных ферментов являются следующие микроорганизмы: *Bacilluspolymyxa* (штамм 13-13), *BaxMlusmesentericus*

Таблица 7.1. **Молокосвертывающие ферменты микробного происхождения**

Название	Источник фермента (микроорганизмы)
Hannilase	Mucor miehei
Реннилаза	Mucor miehei
Фромаза	Mucor miehei
Mild	Mucor miehei
Марзим	Mucor miehei
Novadel	Mucor pusillus
Ноури	Mucor pusillus (Lindt)
Мейто	Mucor pusillus (Lindt)
Емпораза	Mucor pusillus (Lindt)
Супарен	Endothia parasitica
Шуэ-кёд	Eadothia parasitica
Микрозим	Bacillus subtilis
Chymogen*	Aspergillus niger
Chy-Max"	Escherichia coli
Максирен*	Klyveromyces lactis

* Рекомбинантные химозины.

(штамм РВ) и грибок *Russula discolorus* (штамм 2). Различные штаммы данных микроорганизмов проявляют себя по-разному. Некоторые штаммы микроорганизмов продуцируют молокосвертывающий препарат для выработки мягкого сыра, но способствуют появлению горького вкуса при изготовлении сыров с длительным периодом созревания, поэтому важно знать, что активность разных микробных молокосвертывающих препаратов меняется в зависимости от уровня величины pH и ферментной системы.

Протеаза препаратов из *Mucor miehei* разрушает пептидные связи, образованные ароматическими аминокислотными остатками, т. е. связи фенилаланин-валин, лейцин-тирозин, фенилаланин-фенилаланин или фенилаланин-тирозин. Фермент довольно быстро разрушает казеин при величине pH 5,5-7,0. Однако его применение, несмотря на это, не ведет к образованию горечи в сыре, и данный экстракт успешно используют для получения многих видов сыра. В то же время при его применении денатурируются некоторые сывороточные белки, что может быть нежелательным при дальнейшем использовании сыворотки.

Влияние концентрации ионов кальция на продолжительность коагуляции молока разными молокосвертывающими ферментами представлено на рис. 7.5.

Рис. 7.5. Влияние кальция на продолжительность коагуляции молока под действием разных молокосвертывающих ферментов

Экстракт из *Mucorpusillus (Lindt)* — один из первых микробных молокосвертывающих препаратов, получивших практическое применение, однако он обладает большей протеолитической способностью по сравнению с сычугами из желудка телят или экстрактами *M. miehei.* Свертывающая активность этого экстракта превышает активность телячьего сычуга втрое. Повышение концентрации ионов кальция в молоке сокращает продолжительность коагуляции, в связи с чем добавление хлорида кальция становится достаточно важным фактором. Однако активность данного фермента не настолько сильно зависит от уровня величины pH, как активность других коагулянтов. Фермент *M. pusillus* разрушает пептидные связи, образованные ароматическими аминокислотными остатками, но слабее, чем экстракт из *M. miehei.* Фермент образует крупные пептиды, а телячий сычуг — определенное количество мелких пептидов. По этой причине используют комбинацию экстракта *M. pusillus* и сычуга из желудка телят.

Фермент из *M. pusillus* способствует формированию излишне прочных сгустков вследствие повышенной протеолитической активности, при этом сгустки могут излишне терять жир с сывороткой. Так, со-

держание жира в подсырной сыворотке может составлять 0,4-0,5 %, поэтому выход сыра ниже, чем в случае применения других коагулянтов. Этот коагулянт можно смешивать с пепсином (свиным) для производства некоторых видов сыров. Фермент *M. pusillus* способствует развитию горького вкуса в сыре с длительным периодом созревания, поэтому его используют для производства сыров с коротким сроком выдержки. Современные методы очистки всех микробных экстрактов позволяют получать удовлетворительные препараты для свертывания молока, обладающие меньшей протеолитической активностью.

Экстракт *M. pusillus* имеет оптимальную активность при величине pH 5,5. В то же время такая среда является слишком кислой для нормальной коагуляции молока, величина pH которого 6,6-6,7. Кроме того, активность этого фермента может сохраняться в сыворотке, что нежелательно при последующем ее использовании.

Фермент, извлеченный из *Endothiaparasitica,* представляет собой кислую протеазу, но в недостаточно чистом экстракте может присутствовать некоторое количество других протеаз и липаз. Коагулянт *E. parasitica* расщепляет казеин более активно, чем препарат из *Mucor* или телячий сычуг, и способствует появлению в сыре с высоким содержанием влаги более выраженного горького вкуса. Рецептуры сыров, включающие экстракт *E. parasitica,* нуждаются в доработке; возможно, данный экстракт следует использовать вместе с телячьим сычугом для улучшения выхода сырных сгустков. Экстракт *E. parasitica* разрушается при температуре +60 °C в течение 5 мин; нагретая выше этой температуры сыворотка готова к использованию.

Рекомбинантный химозин (CHY-MAX). В настоящий период для получения ферментов, обладающих производственно ценными свойствами, все шире находят применение методы генной инженерии — пересадки гена прохимозина из сычужной ткани телят некоторым микроорганизмам (например, *Klyveromyces lactis* и *Aspergillus niger).* Синтезированный ген был также внедрен в *Eschericia coli* для промышленного выпуска химозина.

Как и в натуральном сычуге, прохимозин может быть преобразован в химозин при помощи обработки с использованием кислоты.

Структура рекомбинантного химозина практически идентична структуре традиционного телячьего химозина. Полученные рядом исследователей результаты аналогичны тем, которые характерны при

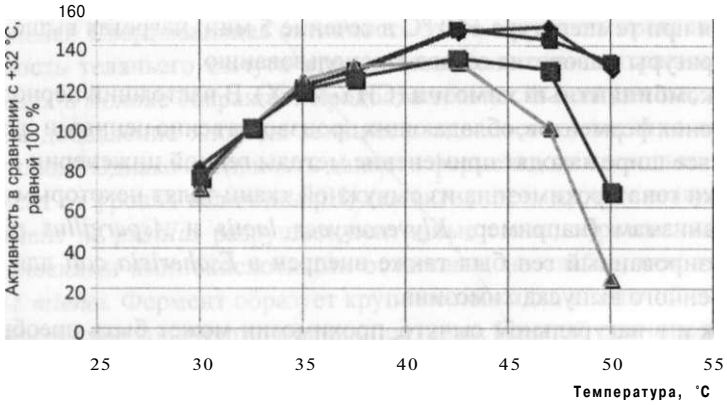
применении натурального сычуга. Данный химозин поставляется как продукт ферментации микроорганизмов (см. табл. 7.1).

Как свидетельствуют результаты исследований ферментного препарата Maxiren 1800 TL (DSM — Food Specialties, Голландия) и CHY-MAX (Сш7 Hansen, Дания), основным в обоих препаратах является белковый компонент с молекулярной массой в районе 38 кД, соответствующий химозину. Исследуемый образец препарата Maxiren 1800 содержал 89,4% компонента, соответствующего химозину, 2,6 % — компонента с молекулярной массой 33,7 кД и 8 % — белкового компонента с молекулярной массой 30,2 кД.

В отличие от Maxiren исследованный образец препарата CHY-MAX содержал 69 % белка, соответствующего химозину, и 31 % других белковых компонентов. Причем в этом препарате наряду с минорными компонентами, имеющимися в Maxiren, дополнительно обнаружены четыре белковых компонента с молекулярными массами 36,1; 28,7; 27,4; 13,9 кД.

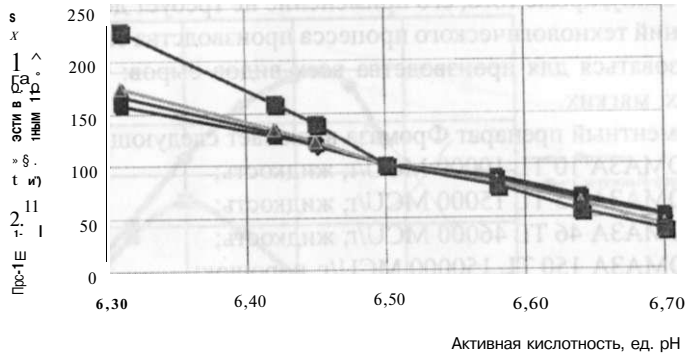
Температурный оптимум свертывания молока у ферментных препаратов микробного происхождения, по сравнению с сычужным ферментом, выше (см. рис. 7.6, 7.9).

Влияние температуры, активной кислотности и хлористого кальция на активность ферментного препарата CHY-MAX приведено на рис. 7.6, 7.7, 7.8.



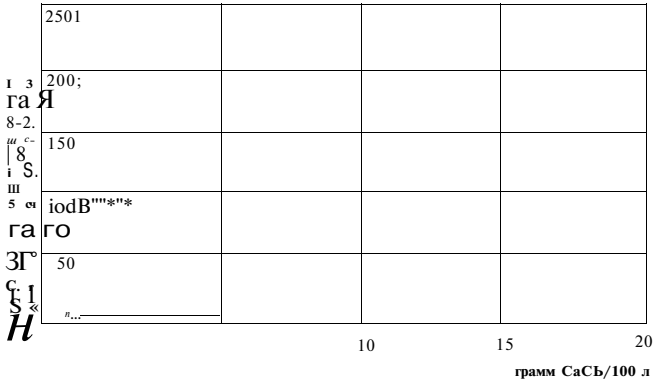
-•—Std. Plus/ Premium "•"CHY-MAX *"*"* Hannilase XL -*-Stabo

Рис. 7.6. Влияние температуры на активность ферментного препарата CHY-MAX



Std. Plus/ Premium • CHY-MAX ' Hannilase XL -#-Stabo

Рис. 7.7. Влияние активной кислотности на активность ферментного препарата CHY-MAX



Std. Plus/ Premium CHY-MAX Hannilase XL -*-Stabo

Рис. 7.8. Влияние хлористого кальция на активность ферментного препарата CHY-MAX

Молокосвертывающий ферментный препарат «Фромаза» получен из плесневых грибов Rhizmucor miehei. Имеет высокую специфическую активность по отношению к 105-106 связи х-казеина и вместе с тем низкую протеолитическую активность. Препарат «Фромаза» получают ферментацией без применения сырья животного происхождения. Этот ферментный препарат близок по свойствам к животно-

му химозину, кроме того, его применение не требует дополнительных изменений технологического процесса производства сыра, и он может использоваться для производства всех видов сыров: твердых, полутвердых, мягких.

Ферментный препарат Фромёза включает следующие виды:

ФРОМАЗА 10 TL 10000 MCU/г, жидкость;

ФРОМАЗА 15 TL 15000/МСи/г, жидкость;

ФРОМАЗА 46 TL 46006- MCU/г, жидкость;

ФРОМАЗА 150 TL 150000 MCU/г, порошок;

На предприятия Беларуси этот фермент поставляется в пластмассовых бутылках порциями по 1 кг (ФРОМАЗА 150 TL), а также в контейнерах вместимостью 30, 100 и 800 л (все другие виды).

При хранении в заводской таре при температуре ниже +10 °С потеря активности составляет менее 5 % в течение первых 6 месяцев.

Приготовление ферментного препарата перед использованием включает его разбавление холодной водой в соотношении 1:100.

Свойства фромазы. Фромаза — кислотная грибковая протеаза с молекулярным весом около 40 000. Общий аминокислотный состав ее практически такой же, как и сычужного фермента животного происхождения. Она обладает высокой стабильностью в растворе при величине pH от 3,0 до 6,5. Эффект воздействия Фромазы на инсулиновую бета-цепочку аналогичен животному сычужному ферменту, т. е. гидролизуются только те связи, которые включают ароматические аминокислоты. Подобно животному сычужному ферменту фромаза обеспечивает свертывание молока за счет гидролизации метионин-фенилаланиновой связи %-казеина.

Влияние температуры свертывания и кислотности среды на активность ферментного препарата фромаза и сычужного фермента приведена на рис. 7.9, 7.10.

В обычно наблюдаемых температурных пределах свертывания молока от +30 °С до +40 °С фромаза имеет несколько более высокую эффективность, чем сычужный фермент. При более высоких температурах свертывания активность ферментов существенно различается; при температуре свертывания +44...+45 °С активность сычужного ферментного препарата уменьшается, а фромазы — продолжает увеличиваться, достигая максимального значения при температуре свертывания +50...+53 °С.

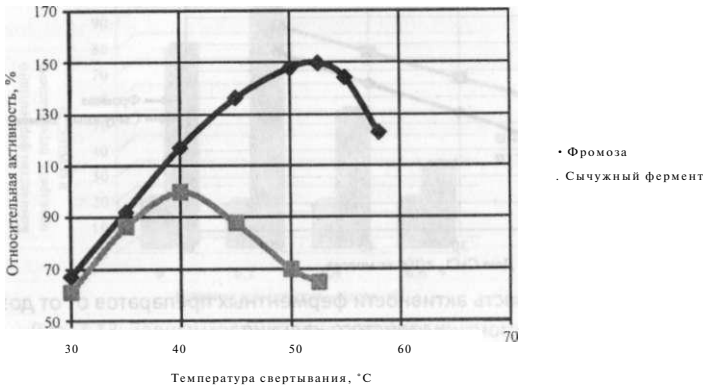


Рис. 7.9. Зависимость активности ферментов от температуры молока

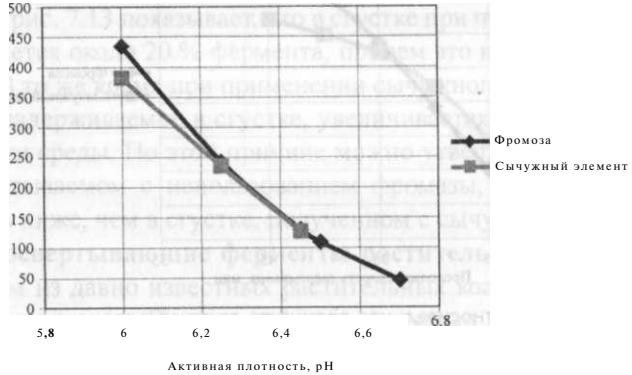


Рис. 7.10. Зависимость активности ферментов от величины pH молока

Что касается кислотного фактора, фромаза и сычужный фермент обладают практически одинаковой чувствительностью к кислотности среды, однако при снижении уровня величины pH, активность фромазы несколько повышается (см. рис. 7.10).

На рис. 7.11 представлены результаты зависимости активности фромазы и сычужного фермента от количества добавляемого хлористого кальция.

Сравнительная характеристика прочности сгустков в зависимости от продолжительности свертывания с применением сычужного фермента и фромазы приведена на рис. 7.12.

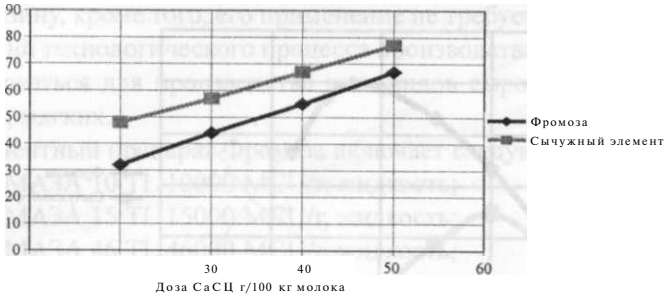


Рис. 7.11. Зависимость активности ферментных препаратов от от дозы хлористого кальция

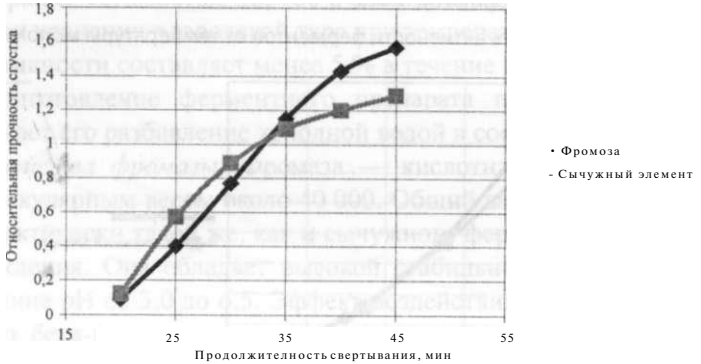


Рис. 7.12. Относительная прочность сгустков в зависимости от продолжительности свертывания

Выявлено, что фромаза несколько более чувствительна к концентрации ионов кальция в молоке по сравнению с сычужным ферментом (см. рир^7.11).

Что касается прочности сгустков (см. рис. 7.12), при применении фромазы образуется сгусток, уплотнение которого до 35 мин происходит чуть медленнее, чем при использовании сычужного фермента, однако при большей продолжительности выдержки он уплотняется интенсивнее.

Определено, что протеолитическая активность фромазы не превышает активность сычужного фермента. Более того, в некоторых случаях этот протеолиз менее выражен. Такое заключение было сделано на основании исследований распределения сычужного фермен-

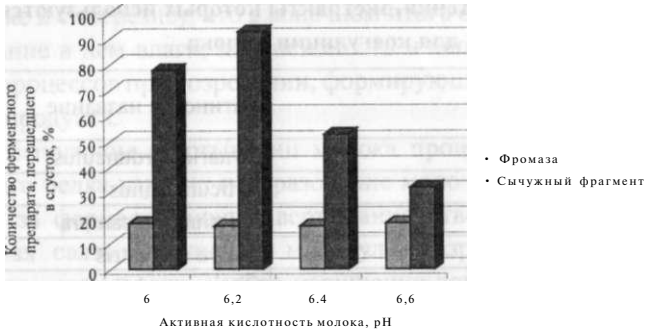


Рис. 7.13. Зависимость количества ферментного препарата, перешедшего в сгусток, от активной кислотности молока

та и фромазы в полученном сгустке и сыворотке. Указанные данные приведены на рис. 7.13.

Анализ рис. 7.13 показывает, что в сгустке при применении фромазы сохраняется около 20 % фермента, причем это не зависит от величины pH. В то же время при применении сычужного фермента его количество, задерживаемое в сгустке, увеличивается пропорционально кислотности среды. По этой причине можно утверждать, что в сгустке, вырабатываемом с использованием фромазы, протеолитическая активность ниже, чем в сгустке, полученном с сычужным ферментом.

Молокосвертывающие ферменты растительного происхождения. Одним из давно известных растительных коагулянтов является сок фигового дерева *(Fiats carica),* используемый в районах его произрастания. Многие экстракты растительного происхождения способны свертывать молоко, но некоторые из них имеют слишком высокую протеолитическую активность (например, папаин изазимины, *Carica papaya;* бро-мелин из ананаса, *Ananas sativa* и рицин из масла семян кастора, *Ricinus communis).*

Экстракты растений, которые традиционно считались ферментными коагулянтами молока (майоран, мята, розмарин, подорожник, щавель и садовая бузина), таковыми не являются, т. е. имеют другой механизм действия, Возможно, они содержат микробы, обладающие способностью к свертыванию молока

В табл. 7.2 представлены некоторые растения, экстракты которых используются для свертывания молока; такие растения, как правило, содержат избыток клеточного сока.

Таблица 7.2. **Растения, экстракты которых используются для коагуляции молока**

Русское название	Латинское название
Кардон (артишок)	Cynaria cardunculus
Репейник	Articum minus
Паслен сладко-горький	Solatium dalcamara
Мальва	Malva sylvestris
Чертополох	Cirsium and CarEna spp.
Инжир	Ficus carica
Амброзия	Herculeumspondylum
Василек черный	Centurea spp.
Подмаренник	Galumverum
Крапива	Urtica diocia
Амброзия полыннолистная	Seneciojacobea
Лютики	Ranunculus spp.
Молочай	Euphorbia lathyrus
Ворсянка	Dipsacus sylvestris
Тысячелистник обыкновенный	Achillea millef olium

Экстракты некоторых растений ядовиты, например, гемлок *(Conium maculatum)* и масло семян кастора *(Ricinus communis).* Многие такие экстракты могут вызывать комбинированное свертывание с помощью кислоты и фермента, используемое в основном для выработки сыров с мягким тестом. Примером использования растительного экстракта может служить выработка португальского сыра *Sena da Estrela* из овечьего молока с помощью водной вытяжки цветов кардона.

7.5. Некоторые аспекты использования молокосвертывающих ферментов

В процессе производства сыра можно выделить две основные функции молокосвертывающего препарата — формирование молочного сгустка и участие в созревании сыра. Качество молочного сгустка определяется-его реологическими показателями, степенью захвата в сгусток белков, жира и минеральных компонентов, способностью

к разрезке и синерезису, что в конечном итоге определяет выход сыра, содержание в нем влаги, интенсивность и направленность биохимических процессов при созревании, формирующих консистенцию, вкус и запах продукта.

При сычужном свертывании молока происходит коагуляция его основного белка казеина и образование молочного геля. В строении казеина за ферментативное свертывание ответственна только одна пептидная связь в белковой молекуле, разрыв которой приводит к свертыванию молока. Любое нарушение других пептидных связей отрицательно влияет на качество молочного сгустка и сыра. Химозин, в отличие от других протеаз, обеспечивает разрыв данной связи, при этом мало затрагивая остальные. Химозин, не являясь сильным протеолитом, разрывает мало пептидных связей в казеине, выполняет подготовительную работу для деятельности протеаз молочнокислой микрофлоры. За одну-две недели созревания сыра химозин в основном заканчивает «мягкое» расщепление белков молока, а далее работают протеазы микроорганизмов закваски.

Пепсины, а также ферменты микробного происхождения, отличаются от сычужного фермента большей протеолитической активностью. Установлено, что они, обладая высокой протеолитической способностью, после двух недель созревания продолжают расщепление белков молока, что может вызвать появление горечи в сыре. Для производства сыров с длительным сроком созревания и хранения рекомендуется применять препараты с более высоким содержанием химозина.

Степень участия ферментного препарата в формировании органолептических показателей сыра зависит не только от вида препарата, но и от множества других факторов, влияющих на степень перехода ферментного препарата в сгусток и его протеалитическую активность в сырной массе. Важность молокосвертывающего фермента обусловлена тем, что он играет две роли, участвуя в процессах свертывания и созревания. В связи с этим выделяют две активности фермента — специфическую и неспецифическую.

Специфическая активность важна для свертывания и заключается в расщеплении связи между 105 и 106 аминокислотами в казеине. Установлено, что наиболее велика она у химозина и в несколько раз меньше у пепсинов и микробных ферментов. Исторически выража-

ется в количестве частей молока, прокоагулированных одной частью фермента. Это та активность, которая указывается на упаковке молокосвертывающего препарата.

Неспецифическая активность направлена на расщепление прочих пептидных связей и приводит к расщеплению белка до относительно мелких белковых фрагментов — пептидов. Эта активность не так важна для свертывания, как для созревания сыра. Слишком высокая неспецифическая активность делает препарат непригодным по причине появления горечи в сыре и снижения его выхода. Самая низкая неспецифическая активность у химозина, более высокая — у говяжьего пепсина, еще выше — у куриного пепсина и микробных протеаз. Для проявления этой активности очень важен ферментный состав препарата.

Ферментный препарат следует подбирать с учетом ассортимента вырабатываемых сыров. Вид молокосвертывающего препарата влияет на выход и качество любого вида сыра. Принимая во внимание многообразие коагулянтов, следует учитывать, что каждый из них имеет особые характеристики, поэтому при переходе от одного коагулянта к другому или при смешивании коагулянтов следует изучить условия их использования.

Однако применяемые сегодня методы оценки коагулирующей способности сычужных (химозиновых) препаратов не позволяют измерить общую протеолитическую активность сычужного фермента, представляющую интерес в связи с широким распространением использования микробных молокосвертывающих ферментов и пепсинов. Соотношение свертывающей активности и общей протеолитической активности (CPR) является важным показателем эффективности экстракта (препарата).

В настоящее время для производства сыров на рынках Беларуси и России предлагаются разные молокосвертывающие препараты. Основные из них — препараты российского производства: СГ 50 (смесь сычужного фермента и говяжьего пепсина в соотношении 50:50); СГ 25 (смесь сычужного фермента и говяжьего пепсина в соотношении 25:75); КГ 50 (смесь куриного и говяжьего пепсинов в соотношении 50:50), «Алтазим» и СКГ (смесь сычужного фермента, говяжьего и куриного пепсинов), говяжий пепсин. Активность сухих молокосвертывающих ферментных препаратов животного происхождения, выпускаемых заводами, равна 50 000, 75 000, 100 000, 150 000 единиц. Чаще всего ферменты для свертывания молока выпускаются активностью 100 000 единиц.

Кроме того, сыродельные предприятия также используют препараты фирмы «Хр. Хансен» (Дания): «СТАМИКС» (50 % химозина и 50% говяжьего пепсина), «СТАБО-1290» (20% химозина и 80% говяжьего пепсина), CHY-MAX Plus, Extra, Ultra (100%-й химозин микробного синтеза, продуцент генетически модифицированных штаммов дрожжей Aspergillus niger var. Awamori) и CHY-MAX Special (90 % химозина микробного синтеза и 10 % говяжьего пепсина), а также препараты голландской фирмы DSM-Food Specialties (DSM-FS): «Фромаза 2000 TL» (продуцент Mucor mihei), «Максирен 1800 TL» (100%-й рекомбинантный химозин, продуцент полученный методом «ферментации» из генетического модифицированных штаммов дрожжей и Kluyveromyces lactis) и др.

В настоящий период биохимические и потребительские свойства ферментных препаратов достаточно широко изучены применительно к сычужному ферменту, а также ферментным препаратам животного происождения, в то время как по микробиальным и другим препаратам сведений недостаточно. В то же время значимость молокосвертывающих препаратов для сыроделия очень велика, и эта проблема будет оставаться актуальной длительное время. Решение данных вопросов возможно только на основе более глубоких исследований биохимических и потребительских свойств используемых молокосвертывающих препаратов (протеолитическая активность, устойчивость к воздействию температур и др.), причем оценку эффективности их применения при производстве сыра можно произвести, только учитывая конкретные параметры технологического процесса производства сыра и разработки рекомендаций по их эффективному использованию для тех или иных видов сыров.

7.6. Прямое подкисление

При выработке некоторых сыров коагуляция белков происходит в основном за счет осаждения казеина при помощи кислоты (кислотное осаждение казеина). Прямое подкисление молока применяет-

ся при производстве сыров без созревания в качестве альтернативы длительному развитию молочнокислых бактерий. В Европе, например, производят с использованием методов прямого подкисления сыр коттедж, в России и Беларуси таким сыром является адыгейский и другие, выделенные в группу кисломолочных сыров. Для получения сгустков применяют термокислотную коагуляцию белков молока. При этом получают сыры без созревания, имеющие кисломолочный, но мягкий вкус без отчетливых привкусов, характерных для зрелых сыров. В качестве коагулянтов подходят лимонная, уксусная, молочная, фосфорная, виннокаменная и соляная кислоты. На территории Беларуси традиционно для термокислотной коагуляции применяют кислую молочную сыворотку. Получают ее из различных видов сыворотки: подсырной, творожной, термокислотной путем ферментации микрофлорой бактериальных заквасок — сильными кислотообразователями.

Глава 8. ПОЛУЧЕНИЕ СЫЧУЖНОГО СГУСТКА И ЕГО ОБРАБОТКА

8.1. Получение сгустка, обработка сырного зерна

В зависимости от вида вырабатываемого сыра температуру свертывания молока устанавливают в пределах +28...+34 °С. Температура также зависит от времени года, технологических свойств молока, главным из которых является способность к свертыванию. При пониженной способности к свертыванию температуру повышают в допустимых для каждого вида сыра пределах.

Количество молокосвертывающего фермента, необходимое для свертывания молока, должно быть минимальным, но обеспечивать получение сгустка в заданное время (от 25 до 35 мин). Если показания прибора для сычужной пробы молока свидетельствуют о пониженной способности молока к свертыванию, тебуется увеличить в допустимых пределах дозу хлористого кальция и бактериальной закваски, повысить температуру свертывания. В то же время увеличивать дозу молокосвертывающего фермента выше нормативной при этом не рекомендуется.

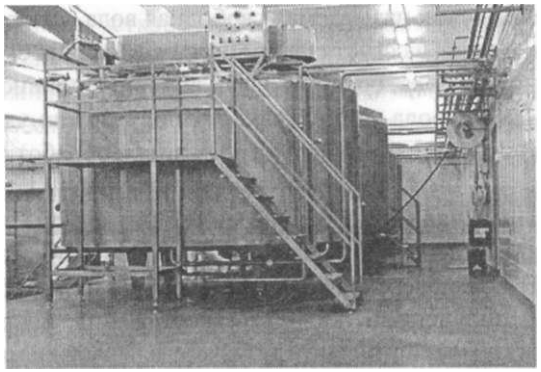


Рис. 8.1. Сыроизготовитель для производства сыра

Перед внесением в сыроизготовитель (ванну) (рис. 8.1) подготовленного раствора молокосвертывающего фермента молоко тщательно перемешивают, как правило, в течение 5 мин. Недостаточное перемешивание (а также неполное растворение молокосвертывающего фермента) и как следствие — неполная коагуляция способствуют всплытию жира на поверхность молока. В результате разрезки сгустка увеличиваются потери жира, который поднимается на поверхность сыворотки. Слишком энергичное или слишком длительное перемешивание молока приводит к разрушению образующегося сгустка. Такие сгустки быстро отдают сыворотку, не скрепляются и теряют в сыворотке жир. Вибрация от работы тяжелого оборудования также может повредить образуемый сгусток и вызвать его нарушение.

Во время второй стадии коагуляции важно, чтобы молоко оставалось неподвижным. На данной стадии параказеиновые мицеллы коалесцируют или сцепляются и при нарушении связей больше не соединяются.

Обработку сгустка и полученного из него сырного зерна проводят с целью его обезвоживания, а также создания условий для микробиологических и ферментативных процессов, необходимых для выработки сыра. В полученной сырной массе должно оставаться определенное количество сыворотки с растворенными в ней молочным сахаром и минеральными солями в процессе свертывания молока.

Вода, по мнению ряда ученых, присутствует в сырном сгустке в трех видах:

1) вода, заполняющая полости между скоплениями казеиновых частиц мицелл, — так называемая свободная вода, которая естественным путем вытекает из сгустка в процессе выделения сыворотки;

2) капиллярная вода, содержащаяся внутри волокнистой казеиновой сетки в своего рода капиллярах; эту воду можно удалить только при сжатии сгустка и с помощью разных видов обработки (например, нагревания);

3) гидратационная вода, удерживаемая белками; она не выделяется из сгустка, но под действием разных технологических факторов (температура, pH) может переходить в капиллярную или свободную.

В сгустке, полученном после его свертывания, непрерывно действуют силы взаимодействия между белковыми частицами, вследствие чего происходит его сжатие и самопроизвольное выделение сыворотки, т. е. синерезис сгустка. Однако выделение сыворотки при этом происходит медленно и в незначительных количествах, поэтому для ускорения процесса синерезиса увеличивают поверхность сгустка, проводя его разрезку и постановку сырного зерна. Далее с целью достижения в сыре требуемой влажности последовательно осуществляются следующие операции: постановка сырного зерна, вымешивание зерна, второе нагревание, вымешивание после него. Продолжительность этих операций строго не лимитируется — зависит от вида сыра, свойств сгустка и сырного зерна, интенсивности развития молочнокислого процесса. Ориентировочная продолжительность таких операций указывается в технологических инструкциях по выработке отдельных видов сыров.

Готовность сгустка к разрезке определяют визуально следующим образом: шпателем делают разрез сгустка, затем плоской частью шпателя вдоль разреза сгустка приподнимают его; если сгусток дает раскол с нерасплывающимися острыми краями и при этом выделяется прозрачная сыворотка светло-зеленого цвета, то он готов к разрезке.

Слишком нежный или слишком плотный сгусток одинаково нежелательны для разрезки. В обоих случаях затрудняется постановка однородного по размерам зерна, при этом образуется много сырной пыли, что снижает выход сыра и отрицательно сказывается на его качестве.

При разрезке необходимо обеспечить получение сырного зерна требуемых размеров при максимально возможной однородности его по этому показателю и минимальном образовании сырной пыли.

Для разрезания сгустков в небольших открытых сыродельных ваннах могут использоваться ручные стальные сырные ножи, расстояние между лезвиями которых может составлять 6-18 мм, ширина установки — 150-200 мм, длина — 700-800 мм. Лезвия располагаются так, чтобы производить вертикальный и горизонтальный разрезы. Иногда приспособления для измельчения изготавливаются из проволоки, натянутой на стальные рамы (так называемые лиры или арфы), причем в основном используется нержавеющая сталь, практически полностью заменившая белую жесть.

Механические ножи для разрезания сгустка крупнее ножей для ручного использования и состоят из лезвий, а иногда — из проволоки. Важно, чтобы края лезвий были достаточно острыми для ровно-

го разрезания сгустка. Крупные проволочные ножи лучше разделяют сгусток по сравнению со стальными ножами, и некоторые сыроделы используют предварительную разрезку проволочными ножами. Проволочные ножи могут применяться для разрезания сгустков при производстве мягких сыров.

В случае применения современных закрытых сыроизготовителей сгусток разрезают механически. При этом конструкция ножей не позволяет извлекать их из емкости, выполняя двойную функцию: угол наклона лезвия по отношению к сгустку такой, что если меняется направление вращения ножа, происходит скорее перемешивание сгустка, чем его разрезание; вращающиеся ножи в круглых или овальных сыроизготовителях, как правило, не разбивают сгусток о стенки. Однако даже в этом случае в некоторых установках следует контролировать скорость вращения в целях минимизации повреждений.

Продолжительность разрезки сгустка и постановки сырного зерна занимает в среднем 15-20 мин. Во время постановки сырного зерна, как правило, удаляют 20^40 % сыворотки от первоначального количества перерабатываемого молока. Для предотвращения излишнего образования казеиновой пыли, потерь жира необходимо медленное вымешивание зерна. Когда оболочка сырного зерна начнет приобретать более выраженные свойства мембраны, скорость перемешивания можно увеличить. Кроме того, скорость разрезки сгустка зависит от его прочности. Мягкий сгусток разрезают медленно, постановку зерна ведут с остановками во избежание потерь в виде сырной пыли; прочный сгусток дробят ускоренно, постановку зерна ведут до получения зерна постоянного размера.

От размера сырного зерна в значительной степени зависит количество влаги в сыре. Известно, что сыворотка выделяется из зерна, просачиваясь через капилляры, открывающиеся на ее поверхности, поэтому, чем больше поверхность сырных зерен (т. е., чем меньше их размеры), тем больше сумма сечений капилляров, по которым выделяется сыворотка. Значит, чем суше должна быть сырная масса, тем мельче должно быть сырное зерно. По этой причине для получения большой суммарной поверхности сгусток разрезают на мелкие зерна. Чем меньше размер зерна, тем больше при прочих равных условиях выделяется сыворотки, быстрее обезвоживается сырная масса и суше свежесформированный сыр. Самое мелкое зерно (от 2 до 5 мм) получают при производстве сыра типа швейцарского, а самое крупное (от I до 3 см) — при выработке сыров типа брынзы. При производстве некоторых мягких сыров сгусток могут не разрезать, а переносить его в формы.

После постановки зерно вымешивают. Продолжительность вымешивания зависит от скорости обезвоживания зерна и развития молочнокислого процесса и определяется по степени уплотнения зерна и нарастанию титруемой кислотности сыворотки.

Все приемы обработки сырной массы при производстве как твердых, так и мягких сыров направлены на регулирование синерезиса в целях создания оптимальных условий для микробиологических и физико-химических процессов, формирующих тот или иной вид сыра.

Следует также помнить, что поскольку сыворотка содержит в растворенном виде лактозу и минеральные вещества, их количество, переходящее в сыр, пропорционально количеству влаги в сгустке. Фосфат кальция, связанный с казеином и находящийся в виде коллоидного раствора, по мере снижения pH переходит в растворимое состояние. Таким образом, сырная масса с повышенной кислотностью теряет больше кальция по сравнению с сырной массой с меньшей кислотностью.

8.1.1. Факторы, влияющие на скорость синерезиса

На скорость выделившейся сыворотки из сгустка и сырного зерна влияет ряд факторов:

жир;
молокосвертывающий фермент;
соли кальция;
кислотность молока;
белки;
температурный фактор.

Жир. Отделяющаяся сыворотка стремится выйти из сгустка по тончайшим капиллярам, но у нее на пути встречаются жировые шарики, которые тормозят выделение сыворотки; и чем они крупнее, тем в большей степени выделение сыворотки тормозится. По этой причине при переработке жирного молока необходимо усилить действие факторов, способствующих отделению сыворотки: уменьшить размер

сырного зерна и повысить температуру второго нагревания. Понижение дисперсности жира также тормозит синерезис, поэтому сгустки, полученные из гомогенизированного молока, несмотря на значительно меньший отход жира в сыворотку, обладают значительно низким синерезисом и поэтому являются главной причиной того, что в сыроделии эта операция не применяется.

Молокосвертывающий фермент. Использование повышенной дозы сычужного фермента способствует получению более прочного сгустка и понижению скорости синерезиса. Также имеет значение вид применяемого молокосвертывающего фермента. При высокой протеолитической активности нарушается пространственная структура параказеина. Это ведет к уменьшению его способности к отделению сыворотки.

Растворимые соли кальция способствуют получению прочного, быстро обезвоживающегося сгустка. При их добавлении усиливается выделение сыворотки из сырной массы. Этим приемом широко пользуются для ускорения выделения сыворотки, особенно при переработке сычужно-вялого молока, образующего под действием сычужного фермента непрочный, вялый сгусток, из которого сыворотка выделяется медленно. Однако сгусток, полученный из молока с повышенным содержанием солей хлористого кальция, требует более длительного вымешивания, чтобы часть солей кальция, входящих с состав ПКК-ФК, под действием молочной кислоты, образуемой за счет развития микрофлоры, перешла в растворимое состояние; в противном случае сыр будет иметь грубую консистенцию.

Кислотность молока. Известно, что белки в молоке находятся в набухшем состоянии и способны удерживать влагу благодаря своей электрозаряженности. При увеличении кислотности молока или добавлении кислоты электрозаряженность белков снижается, они теряют способность удерживать влагу, т. е. происходит дегидратация белков. В связи с этим при прочих равных условиях, чем выше кислотность сырной массы, тем она обезвоживается интенсивнее. Этим объясняется то, что сгусток из зрелого молока легче отдает сыворотку, чем сгусток из незрелого молока. Таким образом, кислотность — один из основных факторов регулирования синерезиса.

Белки. Значительное влияние на синерезис оказывают сывороточные белки. Чем больше их в сгустке, тем в большей степени снижается его синерезис.

Температура. При повышенной температуре свертывания и затем вымешивания ускоряется синерезис сырного зерна, и оно обсушивается быстрее.

При выработке одного вида сыворотки из молока низкой кислотности и зрелости образуется слабый сгусток с плохим синерезисом, поэтому для лучшего отделения сыворотки повышают температуру свертывания, вносят больше закваски, ставят мельче зерно (больше измельчают сгусток) и наоборот.

При прочих равных условиях определяющим фактором, способствующим повышению синерезиса из сырного зерна, является pH и температура.

8.1.2. Применение второго нагревания

В процессе вымешивания сырного зерна при температуре свертывания создаются условия для активного протекания молочнокислого процесса за счет заквасочной микрофлоры. Однако в процессе постановки зерна и последующего его вымешивания кислотность повышается незначительно. Причем при применении заквасок прямого способа внесения на этой стадии прироста кислотности вообще не происходит из-за наличия у последних лаг-фазы, поэтому для интенсификации синерезиса, ускорения обезвоживания сырного зерна проводят второе нагревание.

Перед вторым нагреванием допускается слив сыворотки (до 25 %) от массы молока, при этом следует избегать комкования сырных зерен.

Продолжительность вымешивания сырного зерна до второго нагревания зависит от кислотности молока, его зрелости, содержания в нем растворимых солей кальция, температуры свертывания, величины сырного зерна. Чем более зрелым будет молоко, или больше будет солей кальция, выше температура свертывания и мельче сырное зерно, тем быстрее происходит обсушка и сокращается продолжительность вымешивания до второго нагревания.

Цель второго нагревания — усиление выделения сыворотки и создание условий для регулирования развития некоторых видов молочнокислой микрофлоры. Температура и продолжительность второго нагревания оказывают значительное влияние на микробиологические и биохимические процессы в сыре, а следовательно, — на формиро-

вание органолептических показателей готового продукта. Чем выше температура второго нагревания, тем больше выделяется сыворотки и тем меньше влаги в сыре. От температуры второго нагревания зависит также количественный и качественный состав микрофлоры. В связи с этим установление оптимальной для данного -вида сыра температуры второго нагревания является важнейшим условием получения высококачественного сыра.

Термин «второе нагревание» употребляют по традиции с тех времен, когда сыр вырабатывался в котлах с огневым обогревом из сырого молока, поскольку «первым нагреванием» считали достижение температуры свертывания.

По температуре второго нагревания сыры делят на три группы:

1) с низкой температурой второго нагревания (НТ2Н);

2) с высокой температурой второго нагревания (ВТ2Н);

3) без второго нагревания.

Перед вторым нагреванием допускается удаление еще до 25 % сыворотки от первоначального количества молока. Следует принять меры для предотвращения комкования сырного зерна и своевременного дробления образовавшихся комьев.

Второе нагревание осуществляют подачей в теплообменную рубашку сыроизготовителя (ванны) пара или непосредственным введением горячей воды в смесь сырного зерна с сывороткой. При этом воду пастеризуют при температуре+85...+90 °С и охлаждают до +60...+70 °С и вносят в количестве 15-20 % от нормализованной смеси.

В процессе второго нагревания интенсивность нагрева должна быть +1...+2 °С в 1 мин во избежание перегрева зерна. Если нагрев идет очень быстро и неравномерно, то сыворотка выделяется из поверхностных слоев, а внутренние слои не успевают обезвоживаться, в результате происходит так называемое «заваривание сырного зерна», что приводит к пороку сыра.

Различают высокую, среднюю и низкую температуры второго нагревания. Низкая температура обработки сырной массы, применяемая в основном для производства мягких сыров, совпадает с температурой, необходимой для регулирования микробиологических процессов в молоке и сырной массе, а также для образования сгустка. В связи с этим при выработке таких сыров молоко нагревают только один раз перед свертыванием до +28...+30 °С.

Средняя температура обработки сырной массы, применяемая для выработки большинства твердых сыров, несколько выше температуры, необходимой для микробиологических процессов и образования сгустка. По этой причине при выработке таких сыров применяют двухкратное нагревание: первое — перед свертыванием — до +30...+33 °С и второе — в процессе обработки после измельчения сгустка — до +36...+42 °С. Эти сыры относятся к группе сыров с низкой температурой второго нагревания.

Высокая температура обработки сырной массы, применяемая для производствабийского, швейцарского, советского, горного и алтайского сыров, намного выше температуры образования сгустка и его обработки. В связи с этим для данных сыров наиболее оправдано двухкратное нагревание: первое — для свертывания — до +32...+35 °С — и второе — для окончательного обезвоживания массы — до +58 °С.

В редких случаях, когда по каким-либо причинам сгусток не уплотняется, можно начать второе нагревание раньше. Вторым нагреванием при производстве сыра из сырного молока фактически регулируют и направляют микробиологические и ферментативные процессы таким образом, чтобы получить желаемый тип сыра.

Чем медленнее нагревается сырная масса, тем интенсивнее идет обезвоживание. Если надо повысить температуру сырной массы на 4—5 °С, можно нагревать ее сразу; если же на 20-25 °С, то лучше нагревать постепенно и при постоянном помешивании, чтобы избежать комкования сырных зерен.

Внутри конкретного вида сыра интенсивность и температура второго нагревания выбирается сыроделом на основании собственного опыта изготовления сыра. Высокая интенсивность второго нагревания приводит к уплотнению оболочек сырного зерна и формированию непроницаемых мембран, препятствующих выделению влаги из внутренних слоев зерна, что приводит к получению сыра с высоким содержанием влаги. Полученный сыр часто оказывается кислым, твердым, с грубой консистенцией, крошливым, сухим, имеющим посторонние (неспецифические) привкусы, которые появляются в результате удержания сыворотки.

Таким образом, от правильной обработки сгустка, а в дальнейшем — и сырной массы, зависит качество сыра, так как начало созревания закладывается еще до формования.

8.1.3. Обсушка зерна после второго нагревания

Продолжительность обсушки и вымешивания после второго нагревания зависит от желаемого содержания влаги в сыре: чем меньше влаги в сыре должно быть, тем продолжительнее обсушка. Кроме того, продолжительность вымешивания зависит также от кислотности и интенсивности молочнокислого процесса: при активном его течении вымешивание после второго нагревания сокращается.

Продолжительность вымешивания после второго нагревания для сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы составляет 15-30 мин, а для сыров с ее высокотемпературной обработкой — 40-60 мин.

Поскольку сыворотка оказывает на сырную массу защитное действие, способствует поддержанию температуры и содержит вещества, необходимые для метаболизма микроорганизмов, очень важно правильно определить момент, когда следует удалять сыворотку. Готовое к формованию зерно должно иметь оптимальное содержание влаги и клейкость. В настоящее время готовность сырного зерна на производстве определяют визуально, совмещая это определение с кислотностью сыворотки.

Нормально обсушенное зерно упругое, при сжатии склеивается, при легком встряхивании комок зерна, предварительно сжатый в руке, разламывается, а при растирании между ладонями — рассыпается на зерна.

Установлено, что пересушенное зерно теряет способность склеиваться и при дальнейшем процессе формования — рассыпается.

8.1.4. Частичная посолка в зерне

Известно, что поваренная соль повышает гидрофильность белков, поэтому в ее присутствии возрастает доля гидратационной влаги, которая сильнее связана с белками и на стадии созревания сыров не переходит в свободную, т. е. не теряется, что положительно отражается на консистенции сыра, особенно если его вырабатывают из молока повышенной зрелости. Для повышения влагоудерживающей способности сырной массы во время второго нагревания или сразу после него проводят частичную посолку. При замедленном обезвоживании

сырного зерна частичную посолку проводить не следует во избежание получения сыра повышенной влажности.

Доза поваренной соли, используемой для частичной посолки в зерне, обычно составляет от 200 до 300 г на 100 кг перерабатываемого молока (для российского — от 500 до 700 г). Для частичной посолки поваренную соль предварительно растворяют в горячей (с температурой не ниже +90 °С) воде. Концентрация рассола 20-23 %.

Как уже отмечалось выше, интенсивность молочнокислого процесса во время производства сыра зависит от качества сырья, активности и видового состава микрофлоры закваски, количества перешедшего в него молочного сахара. Для регулирования кислотности сыра и предотвращения излишнего повышения уровня активной кислотности в случае необходимости проводят разбавление сыворотки водой. Доза добавляемой воды зависит от интенсивности развития молочнокислого процесса во время обработки сырного зерна, что определяется по нарастанию кислотности сыворотки до второго нагревания и по характеру изменения активной кислотности в сырах предыдущих выработок. Обычно она составляет от 5 до 15 % от количества перерабатываемого молока. Разбавление сыворотки проводят в начале второго нагревания питьевой водой, пастеризованной при температуре не ниже +85 °С, или после него.

Следует помнить, что разбавление сыворотки водой для промывки или горячей водой для второго нагревания сырной массы вызывает разницу в осмотическом давлении между сывороткой и сырной массой. При этом облегчается удаление лактозы, а буферная способность и фактический уровень молочной кислоты снижаются, маскируя таким образом скорость образования кислоты в сырном зерне. В зависимости от степени разбавления, кислотность сыворотки снижается на 0,5-2 °Т.

Разбавление сыворотки водой, помимо понижения в сыре количества лактозы и повышения величины pH, снижает обезвоживание зерна. Повышение влажности в зависимости от количества добавленной в сыворотку воды больше в случае применения частичной посолки. По этой причине при применении заквасок прямого способа внесения, где добавление воды становится обязательной технологической операцией, проводить частичную посолку в зерне не следует, поскольку это увеличивает риск получения излишне влажных сыров и интенсифицирует развитие молочнокислого процесса на стадии прессования.

8.2. Развитие микрофлоры при выработке сыра, ее контроль и регулирование

Основным субстратом для развития молочнокислых бактерий в сгустке является лактоза, присутствие которой обеспечивает образование молочной кислоты. Концентрация лактозы в сырной массе является определяющим фактором метаболизма бактерий. Следовательно, уменьшение концентрации лактозы ниже некоторой критической точки скажется на росте бактерий и продуцировании молочной кислоты.

Скорость образования кислоты в единицу времени во многом определяет кислотность сырной массы.

8.2.1. Контроль кислотности при производстве сыра

Микробиологические процессы, протекающие при выработке сыра, фиксируются, как правило, не прямым определением клеток микроорганизмов, а их способностью накапливать молочную кислоту.

Изготовление сыра предполагает длительную активность микроорганизмов и (или) ферментов, поэтому при измерении этой активности с помощью кислотообразования следует учитывать фактор времени. Для контроля над производственными операциями необходима информация о скорости изменения кислотности (титруемой или pH). Значения кислотности на разных стадиях производства обычно приводятся в технологических инструкциях.

Динамика образования молочной кислоты под воздействием растущих в молоке заквасочных бактерий и скорость изменения активной кислотности в зависимости от времени отражена на рис. 8.2.

Установлено, что уровень pH молока и сгустка снижается с постоянной скоростью (кроме случаев колебания температуры или добавления соли), однако титруемая кислотность повышается неравномерно. Наблюдаемый спад между последним значением кислотности молока и первым значением кислотности сыворотки происходит в основном за счет прекращения действия белкового буфера.

Вследствие различия систем измерения не существует соответствия между значениями pH и титруемой кислотности.

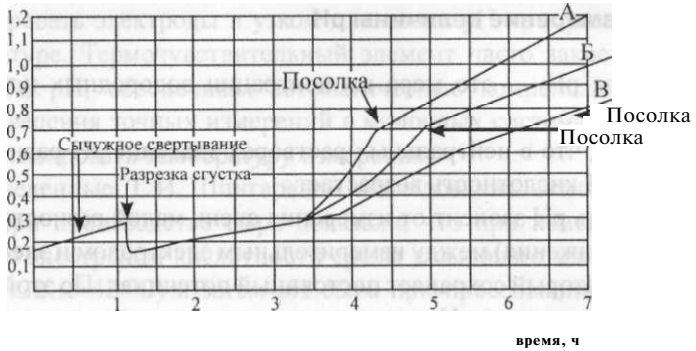


Рис. 8.2. Скорость образования молочной кислоты при производстве сыра типа российского: *А* — низкая температура второго нагревания +36 °С; Б — температура второго нагревания +40 °С; В — температура второго нагревания +43 °С

Величина pH показывает активность ионов водорода в молоке, коагуляте, сырной массе и твердом сыре. Измерения титруемой кислотности проводят в жидких средах (молоке и сыворотке), но его довольно сложно осуществить в более плотных сгустках. В связи с этим после разрезки сгустка измеряют только кислотность сыворотки. Начиная с этого момента и до прессования сырной массы, результаты титрования отражают исключительно присутствие молочной кислоты в сыворотке, поэтому кислотообразование в сырной массе измеряют косвенно, через сыворотку. Разница между кислотностью сыворотки и сгустка непостоянна и зависит от следующих факторов:

количества молочнокислых кислотообразующих бактерий в сыворотке и сгустке (от 20 до 80 %);

температуры и размера сырного зерна, влияющих на скорость отделения сыворотки;

количества противомикробных веществ, вырабатываемых бактериями и растущими как в сыворотке, так и в сырной массе.

Кроме того, подкисление сырной массы может происходить с нормальной скоростью, а сыворотки — намного медленнее вследствие поражения ее фагами, хотя более вероятно обратное. Следовательно, сыроделам следует интерпретировать результаты титрования, исходя из опыта. При этом предпочтительнее измерять pH сгустка, сыра, используя чувствительную и точную систему.

8.2.2. Измерение величины pH

Величина pH — это мера концентрации водородных ионов: pH равно lg [H+].

Известно, что в нейтральных растворах значение pH равно 7, при снижении pH кислотность возрастает.

Показатель pH зависит от измерения очень малой разности потенциалов (напряжения) между измерительным электродом и электродом сравнения, который сохраняет постоянный потенциал. По этой причине первые измерители pH, используемые в молочной промышленности, были далеки от совершенства. Стеклянные электроды часто приходили в негодность из-за образования жировых пленок, адсорбции белка на поверхности и т. п. В последнее время разработаны устройства, не имеющие стеклянных частей, например с использованием в составе чувствительных и надежных переносных систем транзистора с полевым эффектом и минимальной погрешностью.

В настоящий период в Беларуси прямое измерение нарастания кислотности в единицах pH все шире находит применение в молочной промышленности и сыроделии. Предлагаемые сегодня на рынке республики типы электродов намного более устойчивы и применяются для непосредственного анализа pH не только молока, но и сгустков, сыров (с острием), не требуя их специальной подготовки (разбавления водой), с небольшими временными затратами для достижения равновесия.

Следует обратить внимание на то, что используемые электроды необходимо содержать в чистоте и проверять их калибровку по стандартным буферным растворам. Электроды можно легко очистить от жировых отложений, используя теплый мягкий моющий раствор; более прочные белковые пленки удаляют с помощью моющего раствора на основе 0,1 М раствора соляной кислоты. В то же время избыточное пропитывание сильным щелочным раствором может повредить пробу.

Величина активной кислотности (pH) — это концентрация свободных (диссоциированных) водородных ионов в растворе, которая численно равна отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода [H^+], выраженной в моль на 1 л. Величина pH цельного молока составляет в среднем 6,7 и существенно зависит от температуры, поэтому при измерении pH раствора необходимо стан-

дартизировать электроды в узком диапазоне pH при фиксированной температуре. Термочувствительный элемент часто закрепляют около пробы pH, обеспечивая автоматическую компенсацию, однако для проведения точных измерений в молочных системах желательно стандартизировать температуру измерения.

Проведенные Т. И. Шингаревой исследования активной кислотности при производстве сыра показали, что при измерении одним и тем же электродом кислотности среды в сыроизготовителе (температура -К32...+42 °С) и затем pH сыра при прессовании (температура +20...+27 °С) погрешность измерения может быть на уровне 0,2-0,3 единицы pH по сравнению с измерением pH согласно стандартной методике. Это обусловлено зависимостью pH от температуры, поэтому следует стандартизировать и использовать отдельно электроды для измерений pH на стадии выработки сыра в сыроизготовителе и отдельно — для измерений pH сыра.

После тепловой обработки молока или добавления раствора хлорида кальция в течение некоторого времени происходит изменение баланса между разными компонентами молока, что может повлечь серьезные ошибки измерений, поэтому надежные данные можно будет получить только через некоторое время.

Основное преимущество измерения pH кроме скорости и чувствительности последних новейших систем, заключается в том, что измеряемый параметр оказывает прямое влияние на функциональные особенности белков молока и следовательно — на сгусток. Следует заметить, что не существует прямой связи между значениями pH и показателями «титруемой кислотности». При разрезке сгустка резкого изменения pH не происходит (в отличие от значений титруемой кислотности). Изменение pH в процессе производства принимает вид гладкой кривой, поэтому следует помнить, что, как и в случае с титруемой кислотностью, pH сыворотки значительно отличается от его значения внутри частицы сырного зерна.

Как правило, запас лактозы исчерпывается вскоре после прессования, и в данный период кислотность сырной массы достигает наибольшего значения (т. е. наименьшей величины pH). На этой стадии для многих твердых сыров pH, равный 5,0, считается излишне низким. Для сыров голландской группы (с низкой температурой второго нагревания) оптимальными являются значения pH 5,25-5,35. Как пра-

вило, твердые сыры, pH которых составляет 4,9-5,1, имеют излишне кислый вкус, рыхлую крошливую структуру, грубое тесто. Однако, например, для сыров типа «фета» pH на данной стадии может быть и достаточно низким — 4,6-4,8.

Уровень содержания лактозы в сырной массе, а соответственно — количество образовавшейся молочной кислоты, можно регулировать за счет размера сырного зерна, температуры второго нагревания и скорость повышения температуры.

Частицу сгустка можно рассматривать как иммобилизованный бактериальный ферментер, ограниченный проницаемой оболочкой. Внутри частицы заквасочные бактерии преобразуют лактозу в молочную кислоту, которая переходит в сыворотку под действием градиента потенциала (за счет уплотнения сгустка), в результате чего последняя становится более кислой. Данный процесс сокращает количество лактозы в частице сгустка, связанное с изменением проницаемости (структуры) сгустка, обеспечивая метаболизм микроорганизмов. Диффузия лактозы в сгустке может также происходить при выделении сыворотки из частицы сгустка вследствие сжатия казеиновой матрицы [19].

Существует три способа снижения количества лактозы в сырной массе:

1) сжатие сгустков посредством теплового воздействия;

2) сбраживание лактозы молочнокислой микрофлорой заквасок, сопровождающееся снижением уровня pH (путем накопления молочной кислоты в сгустке);

3) добавление воды после удаления части сыворотки, в результате чего снижается содержание лактозы в разбавленной (раскисленной) сыворотке, а также в сырном зерне.

Добавление горячей воды в смесь сыворотки и сырного зерна может быть также использовано как метод второго нагревания сырной массы при изготовлении сыра с «промывкой» сырного зерна.

8.2.3. Производство сыра с применением активизированных заквасок

В случае если при производстве сычужного сыра используются активизированные бактериальные закваски (традиционный способ), то

уже на стадии сычужной коагуляции, благодаря температурному режиму, близкому к оптимальному для мезофильных микроорганизмов, происходит непрерывный рост количества клеток молочнокислых бактерий. При этом в образовавшемся сгустке объем микрофлоры в несколько раз больше, чем в исходном молоке. В дальнейшем при его обработке, особенно в момент разрезания и отделения сыворотки, происходит резкое расхождение в темпах развития микрофлоры. В сычужном сгустке обычно остается 70-80 % микрофлоры. Таким образом, накопление микроорганизмов усиленно происходит в сырной массе и гораздо меньше — в сыворотке. Это объясняется тем, что при коагуляции казеина образуется гель и микроорганизмы иммобилизируются в структуре сгустка. Кроме того, белки молока выступают в роли буфера. Известно, что чем больше сбраживается лактозы, тем больше накапливается молочной кислоты, а следовательно, — ионов водорода, снижающих pH среды, но последние нейтрализуется белком; в результате в такой среде дольше сохраняются оптимальные условия для жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

В процессе обработки сгустка и сырного зерна течение молочнокислого процесса контролируют путем определения титруемой кислотности сыворотки. При этом кислотность определяют:

после разрезки сгустка;

перед вторым нагреванием;

после второго нагревания;

в конце обработки.

Интенсивность кислотообразования зависит от вида сыра. Так, для твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания кислотность изменяется от 12,5-13 °Т; 13,0-14,0 °Т; 13,5-14,5 °Т после разрезки до 14-15 °Т в конце обработки (т. е. нарастает в среднем на 1,5-2 °Т). Для сыров с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого процесса (российский сыр) этот показатель составляет 13-14 °Т после разрезки, в конце обработки — 16-17 °Т (т. е. нарастает на 3^1 °Т); для мягких сычужных сыров — 14-15 °Т, а в конце обработки достигает 20-22 °Т (нарастает на 6-7 °Т).

Если молочнокислый процесс протекает слишком интенсивно, сыворотку разбавляют водой, добавляя ее во время второго нагревания или сразу же после него (слишком интенсивное нарастание кислот-

ности может быть обусловлено зрелостью молока, видовым составом, дозой закваски, активностью последней).

Воду берут обязательно пропастеризованную (при температуре не ниже +85 °С) и охлажденную до +70 °С. Допускается не охлаждать воду после пастеризации, но тогда ее разбрызгивают по поверхности сыроизготовителя. Регулирование молочнокислого процесса за счет введения пастеризованной воды можно совместить со вторым нагреванием.

Установлено, что добавление 5 % воды от количества молока снижает кислотность сыворотки на 1 °Т. Общее количество воды допускается вносить до 20 %. Поскольку при ее добавлении в сыворотке снижается концентрация лактозы и минеральных веществ, добавление большого количества воды приводит к получению сыра с невыраженным вкусом.

8.2.4. Производство сыра с применением заквасок прямого способа внесения

При производстве сыра с использованием заквасок прямого способа внесения как лиофильной сушки, так и глубокозамороженных, развитие микрофлоры на стадии выработки сыра протекает иначе (по сравнению с закваскими традиционными), поскольку микрофлора последних уже активна, а у заквасок прямого способа внесения — еще нет. Это связано прежде всего с наличием периода адаптации (лаг-фазы) у микроорганизмов этих заквасок.

На рис. 8.3 отражен процесс ферментации молока при применении заквасок прямого способа внесения (замороженные DVS культуры) DCC-240 и CH-№ 19.

Как видно из рис. 8.3, в течение двух-трех часов микрофлора в молоке практически не развивается, т. е. происходит ее адаптация к среде ферментации (величина pH находится на уровне 6,5). Далее в течение последующих двух-трех часов происходит интенсивное развитие микрофлоры заквасок, о чем свидетельствует накопление молочной кислоты, фиксируемое по величине pH, последняя начинает снижаться и через 4-6 ч, в зависимости от температуры ферментации, достигает значения 5,4-5,2. При производстве сыра с применением заквасок прямого способа внесения развитие заквасочной микрофлоры в

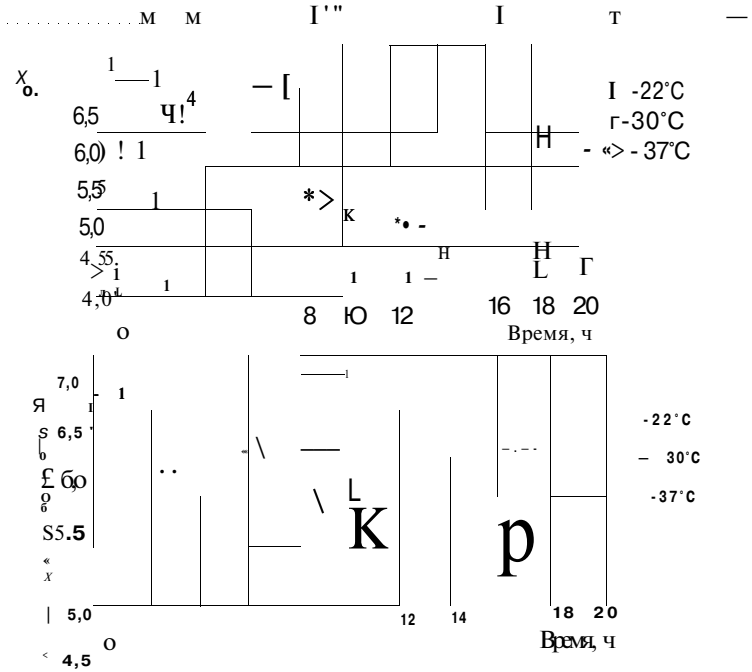


Рис. 8.3. Влияние температуры на процесс ферментации молока при применении заквасок прямого способа внесения — замороженные DVS культуры закваски: *а* — DCC-240; *б* - CH-№ 19

сыроизготовителе в первые два часа протекает практически аналогично процессу ферментации молока, представленному на рис. 8.2, т. е. величина pH практически не меняется. Титруемая кислотность среды в этот момент также не нарастает. Однако уже по окончании двух часов выработки сыра данный период, как правило, совпадает со стадией прессования сыров, начинается активное развитие заквасочной микрофлоры. И чем больше при этом в сыре содержится молочного сахара (лактозы), т. е. выше влажность продукта, и температура приближается к оптимуму используемой заквасочной микрофлоры, тем быстрее происходит сбраживание молочного сахара и накопление молочной кислоты, фиксируемое по величине pH сыра.

В работах ряда исследователей (Р. Скотт, Р. К. Робинсон, Р. А. Уилби) описано отличие степени активности заквасок прямого внесения и жидкой производственной закваски. Установлено, что применение при выработке сыра чеддер бактериальных заквасок сублимационной

сушки прямого способа внесения требовало корректировки стандартного производственного процесса.

Исследования Т. И. Шингаревой показали, что при выработке сыров в случае применения заквасок прямого способа внесения важным является достижение в конце прессования требуемого значения влаги и pH сыров (например, для российской, голландской группы — величины pH 5,3-5,4). Определяющим фактором здесь будет не только продолжительность прессования сыра, но и температура при получении сгустка, обработки сырного зерна (см. рис. 8.2, 8.3). Если величина pH сыров после прессования равна 5,2 и ниже, в таких сырах в зрелом возрасте увеличивается риск выявления пороков вкуса и консистенции: излишне кислый вкус, крошливая консистенция и пр. Особенно это существенно, если в состав заквасок для сыров входят молочнокислые палочки, обладающие (по сравнению с лактококками) большей кислотообразующей активностью. В случае, если pH сыров перед посолкой имеет величину выше 5,4 (например, из-за замедления развития микрофлоры, вызванного снижением температуры в помещении для прессования, особенно в зимний период), в дальнейшем в процессе посолки у этих сыров отмечается активное развитие микрофлоры, происходит дальнейшее накопление молочной кислоты, снижение кислотности среды и как следствие — усиление дегидратации молочных белков. В результате такие сыры при посолке больше теряют влагу.

Таким образом, при применении активизированных заквасок (традиционный способ), сыроделы могут управлять микробиологическим процессом на стадии выработки сыра (по приросту титруемой кислотности сыворотки в сыроизготовителе — варьируя продолжительность отдельных операций, температуру второго нагревания, разбавление сыворотки водой и др.), в то время как при производстве сыра с применением заквасок прямого способа внесения это не представляется возможным. В определенной степени делает микробиологический процесс более управляемым (как и созревание сыров при пониженных температурах развития микроорганизмов) разбавление сыворотки водой (10-20 % и более), что уменьшает содержание молочного сахара (лактозы) и снижает риск излишнего развития заквасочной микрофлоры на стадии прессования сыра и посолки, т. е. пока влажность сыров еще достаточно высокая.

Глава 9. ФОРМОВАНИЕ, ПРЕССОВАНИЕ И ПОСОЛКА СЫРА

9.1. Формование сыра

Целью формования является отделение сыворотки от сырной массы и придание ей нужной формы и размеров. Зерна в готовой сырной массе обычно бывают разной величины, их необходимо соединить в крупные куски — монолиты. Монолитам придают шаровидную, цилиндрическую, прямоугольную, квадратную и другие формы. Сыры формуют также для отделения оставшейся между зернами сыворотки. С изменением формы изменяется и площадь поверхности. При одной и той же массе наименьшую поверхность будет иметь сыр круглой формы, затем — цилиндрической, квадратной и прямоугольной. С увеличением массы сыра удельная поверхность уменьшается. Швейцарский сыр, имея гораздо большие массу и размеры, отличается малой удельной поверхностью, равной примерно 280-300 $см^2$. Благодаря такой поверхности в швейцарском сыре долго сохраняется повышенная температура во время формования и прессования, создаются лучшие условия для развития анаэробной микрофлоры, он медленно усыхает и просаливается.

Применяют три основных способа формования: из пласта, насыпью и наливом. Использование того или иного способа формования определяется в основном требованиями к структуре и рисунку сыра.

Из пласта формуют сыры с рисунком из правильных круглых глазков, образующихся в процессе созревания сыра за счет накопления в нем газообразных продуктов.

При формовании сыров насыпью или наливом в сырной массе остаются заполненные воздухом или сывороткой пустоты неправильной угловатой формы, образующие характерный «пустотный» рисунок.

Для *формования из пласта* применяют формовочные аппараты, в которые сырное зерно с сывороткой подается насосом или самоте-

ком. Независимо от конструктивных особенностей они предназначаются для выполнения следующих технологических операций: образование из сырного зерна монолита сырной массы — сырного пласта, подпрессовки его и затем разрезки на куски требуемых размеров.

Размеры сырного пласта устанавливают заранее, изменяя положение подвижной стенки формовочного аппарата в зависимости от вида сыра и количества перерабатываемого молока.

При перекачивании сырного зерна с сывороткой часто происходит подсос воздуха, что вызывает вспенивание; воздух, распределяясь между зернами, вызывает порок, называемый «формовочная сетка». Кроме того, снижается клейкость зерна, что также отрицательно сказывается на рисунке сыра.

Во избежание названных пороков формовочный аппарат предварительно заполняют сывороткой (примерно 1/4 часть). Во время заполнения формовочного аппарата сырное зерно разравнивают и равномерно распределяют по дну аппарата. При этом следят, чтобы сырный пласт постоянно был под слоем сыворотки (что регулируется скоростью удаления сыворотки из формовочного аппарата). Формование проводят в течение 10-20 мин. За это время зерна оседают и образуют пласт без пустот. Одновременно с образованием пласта отделяется захваченная с зерном сыворотка. Полученный пласт обязательно подпрессовывают под давлением от 1 до 10 кПа. Пласт после прессования должен быть упругим и иметь гладкую поверхность.

Полученный пласт разрезают обычным или специальным ножом на равные куски, согласно предварительной разметке его помещают в формы, которые закрывают крышкой. Положительным в формовании из пласта является то, что в этом случае легче получить более плотное тесто, а следовательно — и более правильную форму глазков, а также одинаковые по массе головки сыра. В то же время недостатком этого способа является прерывность процесса, вследствие чего нарушается поточность и затруднены механизация и автоматизация производства.

В производстве сыров с пустотным рисунком неправильной формы используют *формование насыпью* (сыр типа российского). Сырная масса отделяется от сыворотки методом фильтрации, которую осуществляет при помощи дренажного материала. Смесь сырного зерна с сывороткой после предварительного удаления части сыворотки из сыроизготовителя подается в отделитель сыворотки. Количество оставшейся смеси сыворотки с зерном должно составлять около 30 или 40 % от объема перерабатываемого молока. Отделенное сырное зерно направляют в индивидуальные или групповые формы. Обычно формы предварительно выстилают влажной чистой серпянкой. Зерно в формах уплотняют, натягивают серпянку, концы укладывают аккуратно на поверхности сыра и прессуют. Формование также может проводиться в перфорированных формах.

При формовании насыпью между зернами сырной массы остается большое количество воздуха, удалить который последующим прессованием не удается, поэтому сыр имеет рыхлую, пористую структуру и рисунок неправильной формы.

Формование наливом (рис. 9.1) проводят, подавая смесь сыворотки с зерном непосредственно в сырную форму. Предварительно удаляют 50-70 % сыворотки. Сыворотка фильтруется через дренированные стенки формы. Формование наливом может осуществляться в двух вариантах:

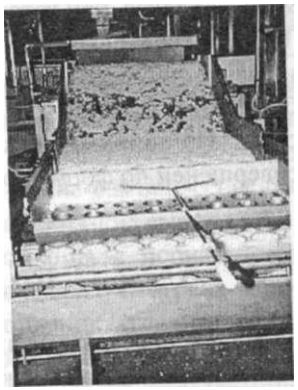


Рис. ЭЛ. Формование сыра

1-й вариант — сыворотка задерживается в формах на время оседания и уплотнения сырного зерна до момента приложения давления. При этом получается достаточно плотная, практически не насыщенная воздухом сырная масса. Этот способ приближается к способу формования из пласта, но исключается разрезка и укладка в формы.

2-й вариант — сыворотка свободно вытекает из форм от начала заполнения до окончания формования. В результате образуется пористая масса, между зернами образуются крупные междузерновые пространства, заполненные воздухом, в результате образуется пустотный рисунок сыра.

Таким образом, наливом можно формовать сыры с правильным или пустотным рисунком.

В первом случае поддерживают уровень сыворотки выше формуемой массы до образования цельного куска сырной массы. Формование наливом можно производить в одиночные, групповые, а также в большие формы, обеспечивающие получение крупноблочных сыров.

Для получения одинаковых по массе головок сыра необходимо сырную массу в сыроизготовителе постоянно размешивать, чтобы в единице объема сыворотки было одинаковое количество зерна.

При формовании насыпью и наливом внутренние размеры форм обеспечивают необходимую дозировку сырной массы.

В производстве мягких сыров формование производят выкладыванием сгустка в формы кусками. В этом случае применяют групповые или индивидуальные формы, в которых в последующем производят самопрессование.

Следует иметь в виду, что оптимальной формой брусковых сыров для заданного веса и длины, большей двух остальных размеров, является такая, при которой ширина бруска в два раза больше высоты. Тогда обеспечивается наименьшая испаряющая поверхность к массе и количество несьедобной корки. Наиболее близко к этой форме приближаются степной, голландский брусковый, литовский и угличский сыры. Из цилиндрических сыров, стоящих на основании, наиболее совершенен по форме российский сыр.

9.2. Прессование сыра

Целью прессования является уплотнение сырной массы, удаление остатков свободной (межзерновой) сыворотки и образование замкнутого поверхностного слоя. При этом сырная масса должна приобрести требуемую геометрическую форму.

Прессование сыра осуществляется в специальных формах. В зависимости от вида дренажного материала, прессование подразделяется на салфеточное и бессалфеточное. Процесс может осуществляться под действием собственного веса, т. е. выдержки сырной массы в формах без нагрузки (самопрессования), и внешнего давления.

Самопрессование является важной технологической операцией удаления свободной сыворотки из сформованного сыра. При самопрессовании сыворотка выходит свободно, самопроизвольно под действием гравитационных и капилярных сил через рыхлую, несвязанную сырную массу, так как поверхность сырной головки еще не достаточно замкнута. Скорость процесса обезвоживания во время самопрессования определяется в основном температурой и кислотностью среды. При этом происходит дальнейшее развитие молочнокислого процесса, поэтому этот процесс надо проводить при температуре +18...+20 °С.

Во время самопрессования сыры следует переворачивать, так как нижние слои уплотняются под давлением верхних.

Для прессуемых сыров стадия самопрессования предшествует прессованию (длится 25-60 мин), а для самопрессующихся сыров — является конечной операцией обезвоживания и уплотнения сырной массы. Ее применяют при производстве сыров с высоким содержанием влаги — мягких и некоторых видов твердых сыров. Вначале самопрессования сыры переворачивают через 20-30 мин, а затем реже — через 1-1,5 ч. Самопрессование мягких сыров длится от нескольких часов до 1-2 суток, что вызвано необходимостью не только выделить определенное количество сыворотки, но и вследствие продолжающегося развития микрофлоры и молочнокислого брожения для достижения определенной кислотности сырной массы. Сыры переворачивают 5-8 раз за все время самопрессования. Окончание самопрессования определяется по прекращению выделения сыворотки из сыра.

Сокращение или исключение самопрессования в производстве прессуемых сыров, для которых данная стадия предусмотрена типовой технологией, приводит к излишнему накоплению сыворотки. Это может способствовать развитию ряда пороков сыра (излишнего газообразования, кислого вкуса, крошливой консистенции, образованию микротрещин на поверхности сыра).

Прессование. При выработке многих прессуемых твердых сыров для соединения зерен в один монолит недостаточно самопрессования. Более быстрому и полному уплотнению продукта способствует принудительное прессование сыра под давлением. Продолжительность прессования продолжается от 2 до 14-16 ч, при этом продолжительность прессования и величина давления зависят от вида сыра. Большинство твердых сыров прессуют под давлением от 0,1 до 0,5 МПа или 1-5 кгс на 1 $см^2$ площади поверхности сыра (площади сечения головки). Для прессования сыров могут применяться пневматические, гидравлические, рычажно-винтовые или пружинно-винтовые прессы. Вначале прессования давление должно быть небольшим, а затем его нужно постепенно увеличивать до максимума; продолжительность плавного повышения давления составляет 15-20 мин. Сыры с плот-

ной структурой прессуют под большими давлениями. Так, чеддер прессуют под нагрузкой 84 кПа, швейцарский сыр — 64 кПа, голландский брусковый, костромской — 35^0 кПа, угличский — 24-28 кПа. Давление постепенно увеличивают. Чем больше влаги в сыре, тем ниже должно быть давление в начале прессования. Для сыров типа голландского рекомендуемая продолжительность стадии плавного повышения давления составляет 15-20 мин.

Следует иметь в виду, что прессование сыра ускоряет выделение сыворотки, но не оказывает существенного влияния на конечную влажность отпрессованного сыра. Регулирование влажности сыра осуществляется воздействием на синеретические свойства сырной массы в процессе обработки сгустка и сырного зерна. Достаточная продолжительность самопрессования, периодическое переворачивание сырной массы с целью обеспечения равномерного ее обезвоживания и уплотнения, а также постепенное повышение давления при последующем прессовании являются важными условиями, обеспечивающими более полное удаление из сыра межзерновой влаги.

В процессе прессования происходит взаимное смещение сырных зерен и их деформация. Из этой системы выделяется сыворотка, которая по межзерновым капиллярам движется от внутренних слоев к поверхности. Деформация сырных зерен поверхностных слоев обусловливает замыкание поверхности головки сыра. Из этой замкнутой поверхности затем образуется корковый слой, обладающий большей прочностью, меньшей проницаемостью, что предохраняет сыр от чрезмерной усушки, деформации и проникновения микрофлоры. По этой причине недостаточно проведенное самопрессование, быстрое повышение давления при прессовании приводят к преждевременному уплотнению поверхностного слоя и затруднению выхода сыворотки из внутренних слоев головки сыра. При использовании пересушенного сырного зерна, обладающего повышенными упруго-прочностными свойствами и низкой клейкостью, во время прессования сыра сырные зерна (особенно поверхностного слоя) могут недостаточно хорошо склеиваться, в результате возможно самопроизвольное нарушение замкнутости поверхности, образование микро- и макротрещин, пор.

Важным условием, влияющим на процесс прессования сыра, является поддержание температуры сырной массы в требуемых пределах. *Охлаждение* сыра при этом неблагоприятно сказывается на процес-

се обезвоживания сырной массы, замкнутости поверхностного слоя и развитии микрофлоры. *Повышенная температура* может вызвать прилипание сырной массы к дренажной поверхности форм, излишнюю интенсификацию развития микрофлоры (что определяется по pH сыра после прессования). Оптимальная температура воздуха в помещении для прессования сыра такая же, как и при самопрессовании: +18...+20 °С. Следует иметь в виду, что при прессовании сыра, изготовленного из перезрелого молока, а также из менее качественного молока (т. е. когда возможно вспучивание сырной массы), температуру в помещении желательно снижать.

Непременным условием качественного замыкания поверхности прессуемых сыров является беспрепятственный отвод от всей поверхности сыра выделяющейся сыворотки. При использовании обычных форм сырную массу заварачивают в дренажный материал (лавсан, бязь, серпянку). Он способствует лучшему отделению сыворотки и образованию замкнутой поверхности. При использовании перфорированных форм продолжительность самопрессования несколько больше.

Салфеточное прессование осуществляется в формах, у которых дренажным материалом служит хлопчатобумажная или синтетическая ткань (т. е. влагопроницаемая) волокнистых нитей материалов (бязь, лавсан, серпянка и т. п.). При салфеточном прессовании сыра необходимо проведение перепрессовок для устранения складок на салфетке, которые отпечатываются на поверхности сыра. Давление действует в основном на нижние слои, в связи с этим верхние слои остаются малоуплотненными, поэтому перепрессовки способствуют также получению более уплотненного и замкнутого поверхностного слоя сыра. При прессовании твердых сыров проводят 1-2 перепрессовки, пока не получат хорошую гладкую замкнутую поверхность головки сыра.

Бессалфеточное прессование. Совершенствование процесса прессования направлено на сокращение количества перепрессовок или полное их исключение. С этой целью применяют бессалфеточное прессование в металлических или пластмассовых перфорированных формах, в которых роль дренажного материала выполняют сетчатые вставки из тонкой листовой нержавеющей стали и сетчатые вставки из полимерных материалов. Чтобы избежать чрезмерной запрессов-

ки продукта в дренажные отверстия, их величина должна быть как можно меньше. Диаметр отверстий зависит от реологических свойств прессуемой сырной массы и нагрузки при прессовании.

Маркировка. Через 20-40 мин для самопрессующихся сыров или в конце самопрессования для прессуемых сыров производят маркировку сыра *казеиновыми* или *пластмассовыми* цифрами. Маркировка сыра путем оттиска металлических цифр осуществляется при последней перепрессовке сыра; маркировка путем выплавления или нанесением пищевого красителя — после прессования специальным маркировочным устройством (маркиратором). На каждом сыре должны быть указаны дата выработки (число, месяц) и номер варки.

9.3. Посолка сыра

Сыр после прессования взвешивают и отправляют для посолки в солильное отделение.

Цель посолки — придать сыру определенный вкус и выполнять роль регулятора микробиологических, ферментативных и физико-химических процессов. Соль обеспечивает дополнительное выделение сыворотки из сыра, способствуя дренированию через сырную массу свободной водной фазы и воздействуя на дегидратацию белков; принимает участие в образовании корки сыра; регулирует развитие микроорганизмов и активность ферментов непосредственно или через изменение активности воды.

Таким образом, посолка сыра в значительной степени влияет на созревание и качество сыра.

Соль является вкусовым наполнителем, а для некоторых сыров (например, рассольных) — выполняет роль консерванта. Сыры содержат от 1,5 до 8 % соли, при этом твердые — от 1,0 до 3,5 %; некоторые сыры, созревающие при участии плесени (рокфор), — до 5 %; рассольные — от 4 до 8 % (традиционные); белорусских производителей — от 2 до 4 %.

Таким образом, каждый вид сыра должен иметь определенное количество соли, влияющее на формирование его видовых показателей.

Колебания Содержания соли в сыре могут быть значительными, что отражено в табл. 9.1.

Таблица 9.1. **Содержание соли в сырах разных видов**

Сыр	Массовая доля поваренной соли, %	Массовая доля поваренной соли в водной фазе, %
Коттедж	0,25-1,0	0,3-1,25
Эмменталь	0,5-1,2	1,5-3,5
Гауда	1,5-2,2	3,5-5,0 и более
Чеддер	1,75-1,95	4,5-5,0 и более
Лимбургский	2,5-3,5	4,0-6,0 и более
Фета	3,5-5,0	6,0-10,0 и более
Горгонзола	3,5-5,5	6,0-10,0 и более

Содержание соли в водной фазе оказывает значительный эффект на органолептические (сенсорные) свойства. В то время как гидролиз α_{s1}-казеина, обусловленный химозином, возрастает с повышением содержания соли, при количестве выше 5 % гидролиз (з-казеина задерживается, снижая вероятность появления горького привкуса, однако может способствовать развитию других пороков.

Различают следующие способы посолки: в рассоле, посолка сухой солью или соляной гущей, посолка в зерне, посолка в сырном тесте; используют комбинированные способы посолки: частичная посолка в зерне и посолка в рассоле; кроме того, известен способ посолки инъекцией рассола непосредственно в головки сыра.

Посолка сухой солью или соляной гущей заключается в нанесении на поверхность сыра сухой соли или натиранием головки увлажненной солью. Сухую соль применяют, например, для сыра адыгейского, при этом его после посолки выдерживают в формах определенное время во избежание деформации.

Недостаток этого способа посолки — неравномерность посолки по всей поверхности и сильное обезвоживание свежего сыра; положительная сторона — точная дозировка и возможность механизации этого процесса.

Для некоторых сыров, в частности чеддера, используют посолку сырного теста. В этом случае всю соль вносят в раздробленную сырную массу, что не оказывает нежелательного воздействия на полезную микрофлору, так как процесс молочнокислого брожения в этих сырах в основном проходит до посолки во время чеддеризации.

Полная посолка в зерне, сырной массе для твердых прессующихся сыров не рекомендуется, так как она тормозит развитие заквасочной микрофлоры, но может применяться для мягких сыров (термокислотная коагуляция), мягких сыров без созревания. Например, полная посолка измельченной сырной массы сухой солью проводится при выработке сыра чеддер, где развитие микрофлоры происходит главным образом до посолки. При производстве термокислотного сыра (майский, могилевский) поваренную соль вносят после коагуляции в полученный сгусток после предварительного отделения 60-75 % сыворотки перед формованием. Достоинства способа — равномерное распределение соли по всей структуре сырного теста, сведение к минимуму получения соленой сыворотки, отсутствие потребности в солильных бассейнах и др.

Частичная посолка в зерне. Ее применение повышает влагоудерживающую способность сырной массы, улучшая консистенцию сыра, замедляет развитие нежелательной микрофлоры, сокращает продолжительность посолки сыра в рассоле на 1 сутки, но ее главный недостаток — получение *30-40* % соленой сыворотки.

Посолка инъекцией — способ посолки сыров инъецированием рассола непосредственно в головку сыра. Раствор соли концентрацией 22-24 % и температурой +20 (±2) °С вводят под давлением 0,8-1,2 МПа в головку сыра с помощью многоигольчатого устройства перед прессованием в количестве 15-25 % от массы головки. Вначале соль локализуется в месте введения, а к 30-суточному возрасту — выравнивается по всей массе сыра. В настоящий период широкого распространения не получил из-за необходимости специального оборудования и обеспечения высоких санитарно-гигиенических требований ведения данного процесса.

Посолка в рассоле. Этот способ посолки применяется наиболее часто не только для большинства прессуемых сыров, но и для других видов.

Посолку в рассоле производят солью концентрацией от 18 до 24 %. Для рассольных и мягких сыров концентрация рассола несколько ниже: 13-18 %.

Рассол используют водный, сывороточный. Сывороточный рекомендуется использовать для посолки рассольных сыров. При этом сыворотку осветляют путем осаждения из нее альбумина.

Достоинством применения сывороточного рассола является то, что сыры остаются мягкими, сильно не обезвоживаются; недостатком — сыр быстрее портится (особенно при неблагоприятных условиях хранения).

При производстве твердых сыров концентрацию рассола ниже 18 % допускать нельзя, так как это приводит к набуханию (ослизнению) поверхности сыра, что в дальнейшем затрудняет наведение нормальной корки и способствует увеличению потерь сыра при мойке. Слишком высокая концентрация соли приводит к излишней потере влаги в сыре.

Сыры в бассейн опускают на контейнерах или с помощью движущегося транспортера. Контейнеры при этом перемещают в вертикальном и горизонтальном положении с помощью тельферов.

Свежие сыры обычно всплывают, пристают к нижней стороне верхней полки и не просаливаются, поэтому при применении контейнеров нижнюю сторону верхней полки надо покрывать губкой, которая впитывает рассол, вследствие чего сыр просаливается равномерно.

При посолке сыра в рассоле без контейнеров (рис. 9.2) сыры помещают в солильные бассейны первые сутки в один ряд, чтобы предотвратить деформацию сырных головок и обеспечить нормальную просаливаемость сыра, а затем в два-три ряда. Сыр должен быть полностью покрыт рассолом. Кроме того, сыры должны свободно плавать в рассоле, иначе возможна их деформация.

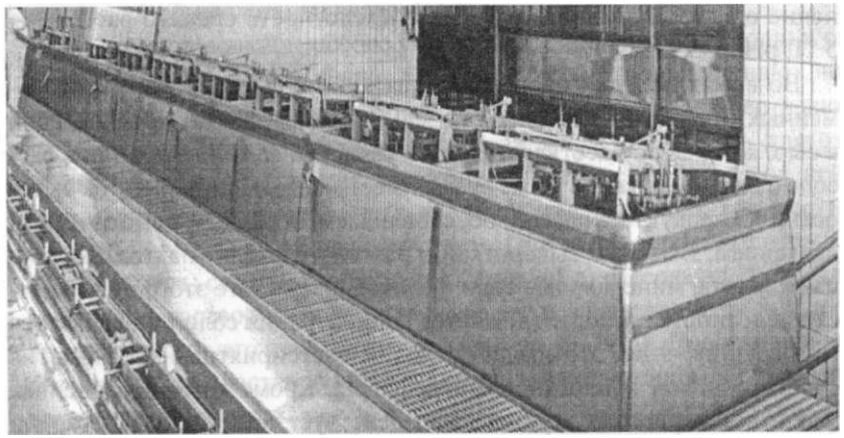


Рис. 9.2. Отделение посолки сыра в рассоле

В солильных помещениях глубина бассейнов зависит оттого, применяются контейнеры или нет. Если применяются, то глубину бассейна устанавливают до 2 м, в других случаях — 1-1,5 м. При этом наземная часть бассейна, как правило, не превышает 80 см, ширина — от 1 до 2 м.

Температуру солильных помещений и самого рассола устанавливают в пределах +8...+12°С, относительная влажность воздуха — 92-96 %. Более высокая температура может вызвать излишнее газообразование в сыре за счет активизации деятельности посторонней, а иногда и молочнокислой (гетероферментативной) микрофлоры. Низкая температура рассола излишне замедляет газообразование, что негативно отражается на образовании рисунка в сыре. Допускается снижение температуры рассола до +6 °С в случае излишнего газообразования. В солильных помещениях помимо бассейнов устанавливают стеллажи для обсушки сыров после изъятия их из рассола. В зависимости от вида сыры выдерживают для обсушки на стеллажах от 2 до 10 дней.

Свежий рассол готовят растворением пищевой нейодированной соли не ниже I сорта в чистой питьевой воде с температурой +70...+90°С, затем его после частичного отстоя очищают путем фильтрования или сепарирования, пастеризуют при температуре +75...+85 °С, охлаждают до температуры +8...+12 °С и направляют в бассейн. Обычно рассол готовят в емкости, обеспечивающей заполнение одного солильного бассейна. Кислотность свежего рассола — 5 °Т, pH —5,2-5,3.

Во время посолки происходят два взаимонаправленных массообменных процесса. В первую очередь — диффузия поваренной соли в сыр, которая осуществляется из-за разности ее концентрации в рассоле и сырной массе. В то же время имеет место обратный поток сыворотки из продукта в рассол, обусловливаемый разным осмотическим давлением. Вместе с сывороткой в рассол переходит лактоза, молочная кислота, минеральные соли, белок. В результате этого повышается кислотность рассола, снижается концентрация соли и повышается температура — все это создает условия, благоприятные для развития солеустойчивой гнилостной микрофлоры. Кроме того, повышенная кислотность рассола отрицательно действует на образование корки сыра (она становится менее прочной).

Для поддержания равномерной концентрации и температуры во всей массе рассола осуществляют его принудительную циркуляцию. Для снижения температуры рассол охлаждают при помощи охладителя. *Охлаждение рассола проводят ежедневно.*

При влагопереносе из сыра в рассол последний обогащается молочной кислотой, водорастворимыми азотсодержащими веществами белкового происхождения, фосфатами и солями кальция. Лактоза в небольшом количестве попадает в рассол путем ее переноса с водой и самостоятельно не диффундирует. Продукты ее брожения не могут оказывать заметного влияния на кислотность рассола. Титруемая кислотность рассола постоянно повышается. Интенсивность обмена молочной кислоты между сыром и рассолом обусловливается градиентом активной кислотности. В тех случаях, когда активная кислотность рассола меньше, чем у сыра, молочная кислота диффундирует из него. В противоположном случае она переходит из рассола в сыр. Наименьшее обезвоживание продукта при одинаковой концентрации соли бывает в том случае, когда отсутствует перенос молочной кислоты. По этой причине активная кислотность рассола должна быть несколько ниже, чем у сыра, подвергающегося посолке. Для прессуемых сыров это соответствует величине pH 5,1-5,5, а для мягких — pH 4,6-5,0. Из-за меняющейся буферности рассола (вследствие содержания в нем минеральных солей и водорастворимых соединений молочного происхождения) титруемая кислотность рассола неточно показывает влияние молочной кислоты на влагообмен.

Во время посолки в рассоле уменьшается концентрация соли, и он загрязняется частицами белка. В связи с этим рассол заменяют новым или восстанавливают. Восстановление рассола осуществляют в следующем порядке: фильтруют через лавсановую ткань для отделения белковых и других взвешенных частиц. Затем рассол нейтрализуют мелкокристаллическим мелом или известью, количество которой определяют расчетным путем. При этом учитывают, что 5 г извести (мела) снижают кислотность 1 $дм^3$ (1 л) рассола на 20 °Т. Для осаждения растворимых белковых веществ, содержащихся в рассоле, кислотность его необходимо снизить до 10-12 °Т. После внесения расчетного количества извести или мела в измельченном виде рассол тщательно перемешивают и оставляют в покое на одни сутки для осаждения белков.

Рассол рекомендуют пастеризовать при температуре +80...+85 °С и охлаждать до +8...+12 °С.

Восстановление рассола (фильтрование, раскисление и пастеризацию) проводят по мере необходимости, но не реже 1 раза в месяц.

Заменяют рассол новым обычно *1 раз в год.*

В последнее время для восстановления рассола стали применять ультрафильтрационные установки. Они обеспечивают непрерывное удаление бактерий, дрожжей и спор плесеней, а также частиц белка и позволяют исключить замену старого рассола новым. В установках применяются модули на основе полых волокон из полисульфана. Химический состав рассола остается неизменимым. Количество загрязненного концентрата составляет 0,5-1,0 % от рассола.

С целью обеспечения высоких санитарно-гигиенических показателей рассола его следует подвергать *улыпрафильтрации 1-2 раза в неделю.*

Рассол один раз в сутки необходимо перемешивать, а выступающие из рассола части сыров рекомендуется покрывать серпянкой или же на их поверхность помещать решетку, вес которой должен быть достаточным для того, чтобы погрузить сыры в рассол. Посыпать солью сыры (т. е. те части, которые остаются вне рассола) не рекомендуется, так как поверхностный слой при этом сильно обезвоживается.

Лучше всего поддерживается необходимая концентрация при посолке сыров в циркулирующем рассоле. Для этого устраивают сообщающиеся между собой бассейны с приспособлением для:

фильтрации;

нейтрализации;

восстановления концентрации соли;

охлаждения рассола.

Циркуляцию рассола обеспечивают насосы. Циркулирующий рассол имеет концентрацию 18-19 % (т. е. находится в нижних рекомендованных границах для твердых сычужных сыров) и не оказывает вредного влияния на корку сыра, уменьшает общую усушку сыра на 1-2 %.

При посолке в рассоле поверхностный слой сыра сильно обезвоживается. Для сыров, формируемых из пласта, соль проникает на глубину 1,5-3,0 см. Благодаря очень высокой концентрации поваренной соли существенно изменяется коллоидно-химическое состояние

белка. В результате поверхностный слой сыра становится твердым, малоэластичным, к тому же — сокращается в объеме. По этой причине сыр после посолки требует очень бережного обращения, так как любая (даже незначительная) деформация сопровождается образованием трещин на его поверхности. Корковый слой остается менее гидрофильным в течение всего периода созревания.

Таким образом, поверхностный слой сыра в процессе посолки при принятых концентрациях соли обезвоживается в большей степени, чем внутренние. Это обезвоживание является продолжением формирования корки сыра после его прессования, и сыр при этом приобретает более устойчивую форму. Середина сыра в отсутствие соли остается мягкой и эластичной. Это благоприятствует образованию правильного рисунка. Соль равномерно распределяется в головке сыра за 1,5-2,5 месяца.

Содержание соли в сыре зависит от размеров сыров, их удельной поверхности, содержания в них влаги, температуры, кислотности и концентрации рассола и количества соли, установленного стандартом для того или иного вида сыра, продолжительности посолки, замкнутости поверхностного слоя. Быстрота просаливания имеет значение и в регулировании микробиологических процессов, протекающих в сыре.

Размеры сыров и их удельная поверхность играют в процессе посолки решающую роль. При одинаковой удельной поверхности (отношение величины поверхности сыра к его массе или объему) сыр большого размера просаливается дольше, а при одинаковой массе сыры с большей удельной поверхностью просаливаются быстрее. Так, сыры массой 4-5 кг круглой формы при одних и тех же условиях должны просаливаться 8-9 дней, а прямоугольной или квадратной — только 5-6 дней.

Самопрессующиеся сыры с неровной шероховатой поверхностью при равных условиях просаливаются быстрее, чем прессующиеся под внешним давлением.

Температура рассола. С увеличением температуры скорость просаливания увеличивается. Однако для сокращения посолки этот фактор не используют, так как температура рассола оказывает существенное влияние на развитие микрофлоры в сырах, особенно газообразующей. В связи с этим посолку проводят при температуре +8...+12 °С, а иног-

да, при предполагаемой высокой обсемененности сыров посторонней микрофлорой, температуру посолки снижают до +6...+8 °С.

Концентрация соли в рассоле, содержание влаги в сыре. При очень высокой концентрации соли в рассоле (24-26 %) происходит сильное обезвоживание и уплотнение поверхностного слоя сыра, в результате чего затрудняется диффузия соли в сыр, замедляется процесс посолки.

В табл. 9.2 приведены данные влияния концентрации рассола на потерю сырной массы в процессе посолки (4,5 суток) сыров с низкой температурой второго нагревания (типа голландского).

Таблица 9.2. **Влияние концентрации рассола на потерю массы сыра**

Концентрация рассола, %	Изменение массы сыра*, %	Состояние поверхности бруска (головки) сыра в рассоле кислотностью, °Т	
		до 5	5-10
14	+0,46	Сильное ослизнение	Ослизнение
16	-0,50	Ослизнение	Нормальное
18	-1,18	Слабое ослизнение	То же
20	-2,56	Нормальное	То же
24	^1,50	То же	То же

* Знак «+» означает увеличение массы, знак «-» — уменьшение массы.

Из табл. 9.2 следует, что в процессе посолки из сыра извлекается влаги больше, чем проникает в него поваренной соли, вследствие чего уменьшается его масса. При концентрации рассола ниже 15 % масса сыра увеличивается за счет его обогащения поваренной солью, исключения потерь влаги и повышения гидратации белков сыра. В то же время снижение концентрации при посолке ниже 18 % приводит к «ослизнению» поверхности.

В связи с этим при производстве твердых сыров рекомендуется умеренная концентрация соли: 18-20 % — при циркуляции рассола и 21-22 % — без циркуляции.

С увеличением влаги в сырной массе диффузионные процессы усиливаются и соль быстрее проникает в сыр. Кроме того, такие сыры при посолке теряют в массе больше, чем сыр с меньшим содержанием влаги. По этой причине для мягких и рассольных сыров используют неконцентрированные растворы соли (от 13 до 18 %).

Глава 10. СОЗРЕВАНИЕ СЫРА

10.1. Созревание твердых сычужных сыроЕ

Основными факторами, регулирующими развитие микрофлоры при созревании сыров, а следовательно, — ферментативные и биохимические процессы в камерах созревания сыров, являются:

температура воздуха;

относительная влажность воздуха;

продолжительность созревания;

кратность обмена и чистота воздуха.

Условия созревания для каждого вида или группы сыров имеют свои особенности. Так, например, для сыров с низкой температурой второго нагревания температурно-влажностный режим на протекании всего процесса созревания не имеет существенных колебаний. Для сыров с высокой температурой второго нагревания процесс созревания разделяется на несколько стадий, каждая из которых имеет значительные различия во влажности воздуха в сырохранилище. Особенности созревания полутвердых сыров (латвийского, пикантного и им подобных) обусловлены необходимостью развития на их поверхности микрофлоры сырной слизи.

Для сыров с высокой температурой второго нагревания (ВТ2Н) устанавливают дробный режим созревания: после посолки и обсушки сыров температура в камерах созревания равна+10...+12 °С(10-20 суток), затем температуру повышают до +18...+25 °С (10-40 суток), это так называемая бродильная камера, а затем до кондиционного возраста температуру снова понижают до +10...+12 °С.

Для сыров с низкой температурой второго нагревания (НТ2Н) режим созревания следующий: после посолки первые 5-10 суток температура +10...+12 °С, затем ее повышают до +14...+16 °С (15-20 суток), и до конца созревания температура будет равна +10...+12 °С. Допускается созревание в одном режиме — при температуре+10...+12 °С.

В связи с тем что в настоящий период все сыры с ВТ2Н и НТ2Н созревают упакованными в полимерные покрытия, относительная влажность воздуха не является таким значимым фактором, как при традиционном способе, и может колебаться в пределах 75-90 %.

В камеры созревания сыров подают охлажденный и осушенный воздух. Относительную влажность воздуха в камерах устанавливают за счет 3—5-кратного обмена воздуха в сутки. Для этого, как правило, используют кондиционирование. В случае отсутствия кондиционеров допускается применять колориферы или увлажнители, вентиляторы и воздухоохладители.

10.1.1. Уход за сырами при созревании

Уход за сырами при созревании существенно влияет на микробиологические и биохимические процессы в сырах.

Цель ухода за сырами при созревании — ускорение образования защитной корки, предупреждение развития плесени, сокращение усушки сыра и стимулирование ферментативных процессов.

Сразу после посолки в корке сыра содержится большое количество соли, что препятствует развитию микрофлоры, однако по мере проникновения соли во внутрь головок сыра концентрация соли на поверхности снижается, что создает условия для развития микрофлоры сырной слизи и плесени. По этой причине в случае появления посторонней микрофлоры ее требуется удалять; с этой целью сыр моют или зачищают его поверхность.

В процессе созревания сыра его масса уменьшается вследствие потери влаги и сухих веществ во время мойки и перетирания сыров и достигает 10-12 % с учетом потерь при посолке. Чтобы уменьшить усушку сыров после посолки, а также защитить поверхность сыра от плесневения, ослизнения и т. п. и облегчить труд по уходу за сырами, их покрывают разными защитными покрытиями или парафинируют (традиционный способ). Покрытия могут формироваться непосредственно на поверхности сыра или применяется упаковывание в полимерные пленки.

Созревание сыров в полимерных пленках. Для созревания сыров могут использоваться пленки, разрешенные к применению Минздравом Республики Беларусь. Они должны быть прочными, нетоксичны-

ми, инертными к сыру, иметь низкую паро-, газо- и влагопроницаемость, легко свариваться, плотно облегать упакованный сыр и др.

Сыры после посолки перед упаковкой в пленку обсушивают (2-10 суток). Обычно обсушку проводят в том же помещении, где и посолку. В случае, если для этих целей используют камеру обсушки, в последней температурно-влажностный режим соответствует помещению посолки. Следует помнить, что если сыры недостаточно имеют обсушенный корковый слой, то под пленкой накапливается влага, поверхность сыра становится ослизлой, на ней начинает развиваться плесень и слизь, что вызывает пороки вкуса и запаха — затхлые, нечистые и др. Способствует выделению влаги под пленкой и высокая исходная влажность сыров.

Кроме того, Т. И. Шингаревой установлено, что при упаковке сыра на ранней стадии созревания возрастает вероятность выделения свободной влаги на его Поверхности под пленкой, причиной которого является продолжающаяся дегидратация белков, обусловленная влиянием молочной кислотой, образуемой в результате развития молочнокислой микрофлоры. Особенно это проявляется в случае использования заквасок прямого способа внесения, поэтому при производстве сыра важным моментом является достижение минимального значения pH сыра до момента его упаковки в пленку.

В последнее время в Беларуси для упаковки сыров, как правило, используют термоусадочную пленку в виде мешков, соответствующих размерам сыра. После помещения сыра в мешки оттуда выкачивают воздух с помощью вакуум-насоса и конец запаивают или зажимают клемой. Упакованный сыр помещают на 3-5 с в горячую воду (температура+95...+97 °С) для усадки пленки.

Если при созревании обнаруживают плесень, пленку с сыра снимают, затем сыр моют, обсушивают и снова упаковывают.

Парафинирование (традиционный способ). Твердые сыры с НТ2Н могут подвергаться парафинированию через 10-12 суток после их обсушки при условии хорошо наведенной корки. Для этого обсушенные сыры на 3-12 суток после посолки помещают на 2-3 с в парафино-восковой сплав, имеющий температуру +140...+ 150 °С (при температуре ниже +140 °С слой парафина слишком толстый и может растрескиваться, при температуре выше +150 °С слой получается слишком тонкий). После парафинирования сыры при созревании

периодически переворачивают (для отсутствия деформаций) и протирают поверхность мягкой сухой салфеткой. При необходимости перед отгрузкой сыры парафинируют повторно.

Уход за сырами с ВТ2Н. Уход за сырами с ВТ2Н заключается в предупреждении образования толстой корки, развития на ней плесени или слизи. Для поддержания корки в надлежащем состоянии сыр периодически протирают влажной салфеткой или проводят легкое подсаливание поверхности. Для предупреждения деформации сыр периодически переворачивают.

Уход за сырами с участием микрофлоры сырной слизи. Сыры, созревающие со слизью на поверхности, при поступлении в камеру созревания перетирают для культивирования микрофлоры и ускорения образования сырной слизи, затем перетирание проводят через 2-3 суток, после — периодически. Сыры перетирают влажной салфеткой по всей поверхности головки, периодически сыры переворачивают.

Режимы созревания мягких сычужных сыров:

пятигорский — температура +12...+14°С, относительная влажность воздуха 92-95 %;

дорогобужский — температура+12...+14 °С, относительная влажность воздуха 92-95 %;

рамбинас — температура +12...+14 °С, относительная влажность воздуха 90-92 %.

Созревание сыров с использованием комбинированных покрытий. Главным условием применения полимерно-парафиновых или парафино-восковых сплавов является наличие на сырах достаточно прочной сухой корки и отсутствие развития на них поверхностной микрофлоры. В связи с этим процесс созревания сыров с низкой температурой второго нагревания ведут в направлении ускорения наведения корки и предотвращения поражения сыра плесенью и другой микрофлорой. При созревании сыров должен быть обеспечен 3-5-кратный суточный обмен воздуха, равномерный по всему объему помещения.

По мере появления на сырах- плесени или слизи их моют в теплой воде (+35...+40 °С), обсушивают и возвращают для созревания. Эффективным способом предупреждения развития плесени на сырах до нанесения покрытия является обработка их поверхности белковой композицией в смеси с сорбиновой кислотой. Состав композиции:

белковая масса — 40 %, двухзамещенный фосфат натрия — 4,5 %, хлорид натрия — 2 %, сорбиновая кислота — 3,5 %, вода — 50 %. Сыры, предназначенные для покрытия белковой композицией, после посолки обсушивают в течение 5-9 суток. Затем на обсушенные сыры равномерно по всей площади верхнего полотна и боковой поверхности тонким слоем наносят композицию. После 1-2-суточной обсушки сыры переворачивают, наносят покрытие на второе полотно и при необходимости — на боковую поверхность. Белковое покрытие с сорбиновой кислотой наиболее эффективно использовать, если сыр созревает в камере при относительной влажности воздуха 75-85 %.

Срок нанесения на сыр защитного покрытия строго не лимитируется — это определяется состоянием поверхности сыра и свойствами покрытия. Если хорошо отпрессованный сыр выдерживают при пониженной относительной влажности воздуха (от 70 до 80 %) и нормальной вентиляции в сырохранилище, то он становится пригодным для нанесения защитного покрытия через 10-20 суток после посолки. Обработка же сыра белково-сорбиновой композицией при указанных выше условиях созревания позволяет наносить защитные покрытия уже через 10-12 суток после посолки.

Покрытие типа «Полисвед» — водная дисперсия сополимера винилацетата с этиленом, модифицированная фунгистатическими компонентами и красителями. Покрытие наносится на головку сыра. Его можно применять в комплексе парафино-восковым составом, который наносят по окончанию созревания или в его середине.

Двухслойные комбинированные покрытия типа ВИМи «новаллен» состоят из каркасного и защитного слоев. В качестве защитного слоя применяются полимерно-парафиновые или парафино-восковые сплавы. Каркасный слой комбинированных покрытий представляет собой смесь различных латексов. Латексную композицию наносят на сыр через 5-15 суток после посолки. Защитный слой наносится на каркасный после окончания процессов интенсивного газообразования в сыре: для сыров с низкой температурой второго нагревания — через 5-11 суток после нанесения каркасного слоя; для сыров с высокой температурой второго нагревания — после выхода сыра из бродильной камеры.

Однако в настоящий период комбинированные покрытия для сыров в Республике Беларусь не применяются.

10.2. Условия, определяющие видовые особенности сыров

Условия, оказывающие влияние на интенсивность и направленность физико-химических, микробиологических и ферментативных процессов, определяют формирование видовых особенностей сыров.

Видовые особенности сыров зависят от:

температуры пастеризации и степени зрелости молока;

видового состава применяемой заквасочной микрофлоры;

температуры второго нагревания;

содержания влаги в сыре;

pH сырной массы;

содержания поваренной соли в сыре;

режима созревания (температура, влажность).

Температура пастеризации и степень зрелости молока оказывают существенное влияние на синеретические свойства сгустка и сырного зерна и, в конечном счете, — на содержание влаги в сыре, интенсивность развития заквасочной микрофлоры, протекание биохимических процессов при созревании продукта.

Известно, что с ростом температуры пастеризации увеличивается степень денатурации сывороточных белков, обладающих по сравнению с казеином, большей гидрофильностью. При последующей сычужной коагуляции они вместе с казеином переходят в сгусток, ухудшая его синеретические свойства. По этой причине для твердых сычужных сыров, а также полутвердых, к которым, в соответствии с принятым в Беларуси СТБ 1748-2007, относятся сыр голландский, костромской, российский и тому подобные, температуру пастеризации молока устанавливают в пределах +70...+72°С с выдержкой 15—25 с. Кроме того, для этих сыров используют молоко не большой степени зрелости — 18-19 °Т, в то время как для мягких сычужных сыров, рассольных — 21 °Т и более.

Видовой состав микрофлоры. Для каждого вида сыра используют закваски с определенным составом микроорганизмов, различающихся между собой протеолитической, липолитической и гликолитической продуктивностью.

Бактериальные закваски молочнокислых микроорганизмов применяют для всех сыров, вырабатываемых из пастеризованного молока.

Кроме того, в созревании отдельных видов сыров применяют пропионовокислые бактерии, микрофлору сырной слизи, плесневые грибы.

Состав микрофлоры как основного источника бактериальных ферментов регулируют в ходе применяемых при выработке сыра различных технологических операций.

Температура второго нагревания. Второе нагревание, наряду с интенсификацией синерезиса и ускорением выделения сыворотки из сырного зерна, оказывает влияние на содержание влаги в сыре и состав микрофлоры (не только количественный, но и качественный). Повышение температуры второго нагревания может замедлять рост мезофильных молочнокислых микроорганизмов (+43...+45 °С) или ингибировать (+48...+56 °С), активизируя при этом развитие термофильных молочнокислых стрептококков и палочек. Этот прием используют при производстве сыров с высокой температурой второго нагревания (ВТ2Н). Для каждого вида сыра установлены свои оптимальные пределы температуры второго нагревания.

Содержание влаги в сыре. В формировании физико-химических и органолептических показателей сыра большую роль играет его влажность. Содержание влаги в сыре обусловливается наряду с исходной степенью зрелости молока также параметрами технологического процесса при выработке сыра: при получении и обработке сгустка, сырного зерна. Это температура и продолжительность сычужного свертывания, величина постановки сырного зерна, разбавление сыворотки водой, применение частичной посолки в зерне, активность молочнокислого процесса и изменение pH среды, продолжительность обработки сырного зерна. С повышением температуры свертывания, температуры второго нагревания, интенсификации молочнокислого процесса влажность сырной массы уменьшается. Потеря влаги сыра также происходит за счет массообменных процессов во время посолки и созревания продукта.

Кроме того, от содержания влаги зависит интенсивность протекающих при созревании сыра микробиологических и биохимических процессов, которые влияют на формирование вкусовых и в целом — видовых особенностей сыра.

Вода в сыре обладает определенной активностью, которая оценивается не общим ее содержанием, а той ее частью, которая может участвовать как среда в химических реакциях и биохимических про-

цессах. Эта вода включает наименее связанные с сухим веществом сыра виды влаги (капиллярную, осмотическую, структурную), от содержания которой зависит концентрация находящихся в сырной массе водорастворимых веществ.

Свободная влага с растворенными в ней веществами является основной средой, в которой развиваются молочнокислые бактерии. От концентрации этих растворов зависит не только интенсивность, но и направленность микробиологических и биохимических процессов.

Содержание свободной воды в сыре характеризуется *коэффициентом активности воды a* — это соотношение давления паров воды над поверхностью сыра с давлением паров дистилированной воды.

Молочная кислота переводит в водорастворимое состояние минеральные соли сыра и фосфор неорганических солей. В процессе созревания сыров накапливаются и другие растворимые продукты, которые связывают значительное количество влаги, вследствие чего в оставшейся свободной воде повышается концентрация соли. В результате увеличения концентрации растворимых веществ в сыре повышается осмотическое давление и создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов, что влечет за собой отмирание бактерий всех групп (кроме галофилов и осмотолерантных)

Таким образом, активность воды в известной степени управляет ферментативными реакциями.

Величина РН сыра. На всех стадиях производства сыра pH сырной массы играет существенную роль в развитии микробиологических и ферментативных процессов.

От pH сыра зависит развитие как внутренней, так и поверхностной микрофлоры, а также активность и состав продуцируемых ими ферментов.

Как известно, бактерии развиваются предпочтительно в нейтральной и слабокислой среде; плесени и дрожжи предпочитают больше кислую реакцию среды.

Уровень активной кислотности в сыре на первых стадиях созревания зависит от интенсивности молочнокислого процесса при подготовке и свертывании молока, получении сырного зерна и содержания влаги в сыре после прессования, количества переходящего в сырную массу молочного сахара. Чем больше остается влаги в сырной массе, тем больше содержится в нем молочного сахара как материала для

более активного развития молочнокислого брожения, обусловливающего нарастание pH.

Наибольшая активная кислотность в сыре (минимальная величина pH) отмечается на 3-5-е сутки после получения продукта. Она тормозит развитие немолочнокислой, прежде всего протеолитической микрофлоры. При последующем созревании сыров активная кислотность понижается и достигает для твердых сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы 5,3-5,4 ед. pH, а для мягких — 5,5-5,8 ед. pH и выше. Снижение активной кислотности происходит за счет уменьшения содержания молочной кислоты и изменения буферности среды. Это приводит к повышению скорости биохимического процесса созревания сыров, поскольку максимальная активность протеаз соответствует величине pH 5,5-6,5. Вследствие меньшей кислотности мягкие сыры созревают быстрее. Развитие плесени и слизи на поверхности таких сыров снижает кислотность, ускоряя протеолиз.

Активная кислотность также является регулятором водосвязывающей способности параказеинового комплекса, от которой зависят его реологические показатели и количество капиллярной и осмотической влаги, в которой происходят биохимические процессы. Излишне высокая активная кислотность среды отрицательно сказывается на консистенции сыра. Она обусловливает появление колющейся консистенции продукта, понижает его связанность и повышает твердость сыра. При этом затрудняется формирование рисунка для сыров, формующихся из пласта.

Отклонение величины pH от характерной для данного вида сыра активной кислотности приводит к получению нетипичного продукта и появлению пороков сыра.

Содержание соли в сыре. Поваренная соль существенно влияет на вкус сыра, развитие микроорганизмов и биохимические процессы, протекающие в сыре.

Р. И. Раманаускасом установлено, что 1 моль параказеина может связывать до 17 молей хлористого натрия. Это вызывает повышение количества осмотически связанной влаги параказеином. Посолка сыра снижает активность воды, а это в свою очередь тормозит ферментативную активность. Однако созревание сыров без соли, усиливая развитие микрофлоры, приводит к резкому ухудшению качества сыра, появлению горького и тухлого вкуса, мажущей консистенции.

Кроме того, электрофоретические исследования показали, что поваренная соль в первую очередь способствует протеолизу α_{s1}- и β-казеина. При отсутствии ее относительное содержание этих фракций меняется мало. Следовательно, поваренная соль также способствует интенсивному накоплению водорастворимых белковых компонентов с самым высоким молекулярным весом при одновременном уменьшении количества азотистых веществ с низким молекулярным весом. Поваренная соль является одним из регуляторов процесса созревания сыра, участвуя таким образом в формировании видовых особенностей.

Режим созревания сыра. Для сыров используют бактериальные закваски, включающие мезофильные микроорганизмы (оптимум действия которых около +30 °С) и термофильные (оптимум действия которых около +45 °С) и только для дрожжей и плесеней оптимум лежит в интервале +20...+25 °С. Максимальный уровень продуцируемых ими ферментов близок к оптимальной температуре роста соответствующих микроорганизмов. Оптимум же активности этих ферментов чаще всего приходится на интервал температур +45...+50 °С. В технологии сыроделия температура камер созревания сыра значительно ниже уровня оптимальных температур роста микроорганизмов и активности продуцируемых ими ферментов. В то же время установленные режимы созревания сыров обеспечивают необходимую направленность процесса созревания и позволяют управлять этим процессом при несколько замедленном его течении.

Однако, не смотря на теоретическую возможность повышения скорости созревания с помощью повышения температуры созревания, на практике этот прием не используется, так как ведет к значительным изменениям органолептических свойств сыра.

Излишнее повышение температуры созревания может привести к активизации вредной газообразующей микрофлоры. По этой причине посолку и созревание в первые 10-15 суток следует проводить при пониженных температурах +10 (±2) °С и только после сбраживания лактозы и образования достаточного количества молочной кислоты, угнетающей развитие посторонней микрофлоры (и прежде всего БГКП), температуру в камерах созревания можно повышать.

Для каждого вида сыра определен свой режим созревания, обеспечивающий получение типичного сыра.

10.3. Особенности микробиологических процессов при созревании разных сыров

Твердые сыры с низкой температурой второго нагревания. Созревание таких сыров протекает под влиянием мезофильных молочнокислых микроорагизмов (в основном лактотококков, в меньшей степени — лейконостоков), количество которых в течение всего срока созревания превышает количество молочнокислых палочек.

Количество заквасочных лактотококков уже в первые 5-10 дней созревания достигает максимального значения — 2,5-3,5 млрд КОЕ/г (табл. 10.1). Затем после полного сбраживания лактозы в сыре происходит постепенное отмирание лактотококков. В дальнейшем в течение 1-2 месяцев основная масса лактотококков погибает. Одновременно происходит увеличение количества мезофильных молочнокислых стрептобактерий Lbc. plantarum и Lbc. rhamnosus (casei), достигающих максимума через 1,5-2 месяца. Размножение данной микрофлоры на второй стадии созревания сыра обусловлено их способностью усваивать в качестве источника углерода соли молочной кислоты — лактат кальция и др.

При дальнейшем созревании сыра постепенно отмирают и молочнокислые палочки.

Таблица 10.1. **Динамика микробиологических процессов в голландском и костромском сырах**

Возраст сыра	Общее количество молочнокислых бактерий, млн КОЕ/г	
	голландский сыр	костромский сыр
Сыр после пресса	1423	1406
5 дней	3536	3621
10 дней	3243	3310
30 дней	1272	1187
45 дней	432	397
75 дней	108	-

Твердые сыры с высокой температурой второго нагревания по составу микрофлоры существенно отличаются от сыров с низкой температурой второго нагревания. Классическим представителем этой группы является швейцарский сыр. Высокая температура второго нагревания (+56 °С) в производстве швейцарского сыра оказы-

вает существенное влияние на количественный и качественный состав микрофлоры. Так, например, установлено, что общее количество микроорганизмов в 2-суточном сыре несколько более 1 млрд КОЕ/г, затем оно постепенно снижается. В швейцарском сыре очень рано активизируют свое развитие молочнокислые палочки. Если перед формованием в сырном зерне содержится 95,0 % лактотококков, то уже в 1-суточном сыре из-под пресса количество молочнокислых палочек составляет 80 % всей микрофлоры. Этому способствует большой размер швейцарского сыра, благодаря чему во время прессования в сыре долго сохраняется высокая температура, близкая к оптимальной для развития молочнокислых палочек. Затем постепенно сыр охлаждается, в результате чего вновь преобладает группа лактококков. В процессе созревания при поступлении швейцарского сыра в теплую (бродильную) камеру групповое соотношение молочнокислых палочек и лактококков изменяется, при этом их количество становится одинаковым. При дальнейшем созревании сыра опять начинает преобладать группа молочнокислых палочек.

Сыры типа швейцарского созревают относительно медленно (6 месяцев) вследствие небольшого объема микрофлоры, обусловленного негативным действием высокой температуры второго нагревания.

К этой группе относится также советский сыр. Его вырабатывают из пастеризованного молока. В отличие от швейцарского при выработке советского сыра сырное зерно нагревается до более низких температур (+52...+55 °С). Кроме того, этот сыр имеет меньшие размеры и форму в виде бруска. Все выше указанные различия меняют характер микробиологических процессов, происходящих во время производства советского сыра. Так, в сырном зерне в конце обработки молочнокислых палочек больше, чем лактококков (65 % общего количества). В 3-суточном сыре наблюдается максимум объема микрофлоры — 1450 млн КОЕ/г, причем молочнокислые палочки составляют уже около 56 %. Это объясняется тем, что при посолке сыра температура внутри головки снижается и создаются более благоприятные условия для развития лактотококков.

При дальнейшем созревании происходит уменьшение в сыре общего объема микрофлоры и количества молочнокислых палочек, что объясняется полным сбраживанием лактозы и отмиранием клеток Lbc. helveticum как наиболее чувствительных к отсутствию лактозы.

В это же время отмечается относительное увеличение количества лактококков, что объясняется их большей устойчивостью к недостатку лактозы, а также воздействию поваренной соли. К 30-дневному возрасту количество молочнокислых палочек снова увеличивается при продолжающемся уменьшении количества лактококков. Это происходит за счет размножения мезофильных стрептобактерий Lcm. plantarum и Lbm. rhamnosus (casei), способных усваивать лактаты. Способностью сбраживать лактаты обладают также пропионовокислые бактерии, которые начинают развиваться в сыре после сбраживания лактозы. Для усиления их развития сыры помещают в бродильную камеру с температурой +20...+25 °С. Расщепляя лактаты и молочную кислоту, эти микроорганизмы выделяют углекислый газ, в результате чего через 2-3 недели в сыре появляется рисунок — немногочисленные глазки диаметром 1-1,5 см.

Количество микроорганизмов в швейцарском и советском сыре значительно меньше, чем в сырах с низкотемпературной обработкой сырной массы (табл. 10.2).

Таблица 10.2. **Содержание микроорганизмов в сыре 10-суточного возраста**

Сыр	Количество микроорганизмов, млн КОЕ/г.	Сыр	Количество микроорганизмов, млн КОЕ/г.
Швейцарский	476	Русский камамбер	2812
Советский	570	Чанах	1700
Голландский	1552	Латвийский	4905
Брынза	2500		

В настоящий период на территории Республики Беларусь разработаны технологии сыров с ВТ2Н, созревание которых проходит в течение 30-45 суток. Эти сыры в отличие от сыров швейцарского типа вырабатывают небольших размеров и с большей влажностью. Кроме того, с целью ускорения протекания микробиологических и биохимических процессов для этих сыров используют бактериальные закваски, включающие специально подобранные чистые культуры мезофильных и термофильных микроорганизмов, ускоряющие процесс протеолиза белков, а также пропионовокислые бактерии.

Полутвердые сыры, созревающие при участии микрофлоры сырной слизи (латвийский, пикантный и др.). При созревании таких сыров в первые дни отмечается бурное развитие молочнокислых лактококков, количество которых латвийском сыре достигает 8-9 млрд КОЕ/г. Такое интенсивное развитие этой микрофлоры обусловлено повышенной влажностью сыра и содержанием большого количества лактозы в сырной массе. После полного сбраживания молочного сахара (2-5 сутки) лактококки начинают отмирать, а мезофильные молочнокислые палочки (Lb. casei, Lb. plantarum), наоборот, интенсифицировать свое развитие. Кроме того, в созревании этой группы сыров участвуют также аэробная микрофлора сырной слизи (попадающая на поверхность сыра из внешней среды), состоящая из грамотрицательной палочки Brevibacterium linens, микрококков, дрожжей, плесневых грибов. Эта микрофлора располагается на корке сыра в виде тонкого слоя слизи желто-коричневого цвета и сообщает сыру острый, слегка аммиачный запах.

Рассольные сыры. При производстве рассольных сыров традиционным способом (брынза и др.) их созревание и хранение осуществляется в рассоле, при этом концентрация соли в сыре достигает 3-7 %. Поскольку при таких концентрациях соли происходит ингибирование молочнокислой заквасочной микрофлоры, интенсивное развитие микробиологических процессов в рассольных сырах происходит во время выработки, самопрессования и в первые дни созревания до проникновения соли во внутрь сырного теста. При этом наибольшее содержание микроорганизмов наблюдается на 3-5-е сутки — до 5 млрд КОЕ/г. Соль, проникая в сырную массу, угнетает развитие микрофлоры, при этом лактоза в сыре сбраживается медленно, небольшое количество ее обнаруживается в кондиционном возрасте продукта. В рассольных сырах параказеин сырной массы набухает в растворе соли и частично переходит в растворимое состояние. Глубокого распада белков не происходит. Рисунка у них нет. Иногда имеются в небольшом количестве глазки и пустоты неправильной формы, обусловленные формованием.

Мягкие сычужные сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий, плесени (аэробной) и (или) микрофлоры сырной слизи (рокфор, закусочный и др.). Свежевыработанные сыры содержат большое количество сыворотки и лактозы, поскольку при их выработке не проводят второго нагревания и прессования. Развитие молочнокислой микрофлоры в этих сырах протекает аналогично сырам типа латвийского, пикантного, созревающих при участии микрофлоры сырной слизи. Однако в отличие от последних в созревании таких сыров принимает участие и микрофлора плесени, вносимая, как правило, в молоко перед свертыванием, что отражается в конечном итоге на органолептических показателях этих сыров.

Развитие молочнокислых бактерий в этих сырах протекает на ранней стадии созревания до тех пор, пока в них имеется несброженный молочный сахар. После полного сбраживания лактозы количество молочнокислых бактерий начинает снижаться. При этом больший объем микрофлоры отмечается в тех сырах, где содержится больше сыворотки, а вместе с ней — и молочного сахара.

Несмотря на уменьшение количества микроорганизмов в начальной стадии созревания сыров, расщепление составных частей проходит непрерывно с монотонно снижающейся скоростью к концу созревания. На второй стадии процесс созревания сыров обусловлен действием эндоферментов, выделяемых молочнокислыми микроорганизмами, а также микрофлорой сырной слизи, плесени. При этом наиболее интенсивно проходят протеолитические процессы. Жир также изменяется в большой степени по сравнению с твердыми сычужными сырами, что в совокупности и определяет присущие данным сырам видовые показатели, среди которых наиболее важными являются органолептические.

10.4. Изменение составных частей сырной массы при созревании

Ферменты. Свежевыработанные ферментативные сыры представляют собой продукт резинистой консистенции без специфического сырного вкуса и запаха. В связи с этим сыр подлежит созреванию, в результате чего он приобретает определенные органолептические показатели под воздействием изменения составных частей молока, перешедших в сыр: лактозы, белка и других; при воздействии на них различных ферментов, которыми могут быть:

молокосвертывающие ферменты;

ферменты, перешедшие из сырого молока;

ферменты микроорганизмов бактериальных заквасок и другой технически важной микрофлоры.

Под действием молокосвертывающего (сычужного) фермента распад белков идет до пептонов, причем с образованием молочной кислоты и понижением pH до значения 4,9; усиливается пептонизирующее действие фермента на белки. Однако молокосвертывающих ферментов в процессе созревания сыров в активной форме остается мало, их количество зависит от температуры второго нагревания: так, при +42 °С в сыр переходит активного сычужного фермента до 12 %, при +45 °С — до 5 %, при +55 °С — вообще нет. При применении других молокосвертывающих ферментов их количество в сыре будет разнообразным, что зависит от вида фермента и влияния на него температурного фактора.

Количество ферментов, перешедших из сыропригодного сырого молока в сыр (липазы, протеазы и др.) зависит от температуры пастеризации. Как правило, после пастеризации молока, идущего на сыр, такие ферменты остаются в молоке в виде следов и существенного влияния на качество вырабатываемых сыров не оказывают.

Решающую роль в процессе созревания сыров играют ферменты, выделяемые микроорганизмами при жизни — приклеточные (экзоферменты); после отмирания и лизиса — внутриклеточные (эндоферменты), т. е. протеолитические ферменты двух типов: экзо- и эндопротеазы. Большей протеолитической активностью обладают эндоферменты, содержащиеся в клетках молочнокислых бактерий и освобождающиеся после их отмирания и автолиза.

Активность протеолитических ферментов у молочнокислых палочек выше, чем у кактококков. По этой причине в сырах, созревающих при участии молочнокислых палочек, происходит более глубокий распад белков с образованием большего количества свободных аминокислот.

В ферментативных сырах с низкотемпературной обработкой сырной массы распад белков под действием малоактивных протеолитических ферментов лактококков происходит неглубоко. Количество пептидов почти соответствует количеству свободных аминокислот, поэтому для ускорения созревания такого типа сыров в состав заквасок наряду с лактококками включают мезофильные (Lbc.casei; Lbc.**plantarumH)** и (или) термофильные молочнокислые палочки (Lbc.helveticum, Lbc.

lactis). При этом в начальный период созревания таких сыров в результате образования пептонов может появляться горечь, которая к концу созревания исчезает, поскольку пептоны превращаются в пептиды и аминокислоты. Если горечь не исчезает до конца созревания сыра, это служит показателем того, что процесс распада белков задерживается на стадии пептонов (при низкой температуре созревания).

Молочный сахар. Гликолиз лактозы начинается уже в процессе созревания молока, активно продолжается при выработке сыра и его прессовании, а на 5-10 сутки лактоза сбраживается полностью. При этом в процессе гликолиза под действием кислотобразующих микроорганизмов накапливается молочная кислота (гомоферментативное брожение). При развитии ароматобразующей микрофлоры наряду с молочной кислотой накапливаются также ароматические вещества (диацетил и др.) и отмечается активное выделение углекислого газа. При гомоферментативном процессе в производстве твердых сыров выход молочной кислоты составляет 96-98 % от молочного сахара, а при гетероферментативном — 60-80 %.

Молочная кислота в первую очередь влияет на кислотность сыра, которая возрастает в первые часы и дни созревания сыра. Затем ее накопление приостанавливается, а на второй стадии созревания кислотность сыров может снижаться из-за накопления щелочных продуктов распада белков. Кроме того, молочная кислота в процессе созревания сыра подвергается дальнейшим химическим превращениям, в результате которых образуются соли молочной кислоты — лактаты и другие вещества.

Так, например, для ферментативных сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы (сычужных сыров с НТ2Н) величина pH после прессования — 5,6-5,9; в 3-5-суточном возрасте — 5,25-5,35; в зрелом — 5,35-5,45.

По данным ВНИИМСа, максимальное количество молочной кислоты отмечено в мелких сырах (типа голландского) 10-суточного возраста и составляет 1,6-1,8 %, а к концу созревания снижается до 1,1-1,3 %, в крупных сырах (типа швейцарского) соответственно снижается с 1,3-1,4 до 0,8-1,0 %, а в мягких (рокфор и др.) — еще больше — с 2,0-2,3 до 0,4-0,8 %. Это свидетельствует о том, что молочная кислота в процессе созревания сыра расщепляется, образуя ароматические вещества.

Молочная кислота, снижая кислотность среды, усиливает дегидратацию белков, т. е. способствует ускорению синерезиса и следовательно — обезвоживанию сырного зерна. Кроме того, под влиянием молочной кислоты параказеин, полученный при образовании сычужного сгустка, постепенно теряет кальций и превращается в монокальцийказеинат и свободный от кальция параказеинат. Помимо этого молочная кислота соединяется непосредственно с параказеином, образуется параказеин-монолактат или параказеин-дилактат. Эти соединения набухают, в то время как параказеин не обладает такой способностью. Между тем для консистенции сыра набухаемость параказеин-монолактата и параказеин-дилактата имеет решающее значение. При недостаточном отщеплении кальция от параказеина получается сыр грубой или резинистой консистенции, а при излишнем отщеплении, наоборот, крошливой, несвязанной консистенции. Следовательно, в сыре каждого вида должно содержаться оптимальное количество лактатов кальция. Это регулируется интенсивностью молочнокислого брожения и обезвоживания сырной массы. Если скорость обезвоживания сырного зерна соответствует молочнокислому процессу, то лактатов кальция в сыре остается немного, но если обезвоживание протекает более интенсивно, а скорость нарастания молочной кислоты в сырной массе недостаточная, то в сыре будет содержаться значительно большее количество лактатов кальция. Чтобы получить сыр высокого качества, нужно оптимально регулировать скорость обезвоживания в течение всего процесса молочнокислого брожения.

От содержания свободной молочной кислоты зависит активная кислотность сырной массы, что оказывает большое влияние на физико-химические и биохимические процессы при созревании и хранении сыра. Кроме того, накапливающаяся при сбраживании лактозы молочная кислота подавляет развитие газообразующих (маслянокислых) и других технологически вредных микроорганизмов.

Величина активной кислотности зависит от интенсивности молочнокислого брожения. Она регулируется количеством применяемой закваски, продолжительностью обработки сгустка и зерна, разбавлением сыворотки водой и другими факторами. На активную кислотность большое значение оказывает влажность сырной массы после прессования. С ее повышением величина pH понижается. От величины активной кислотности зависят условия созревания сыра

и его качество. Слишком высокая активная кислотность сырной массы отрицательно влияет на консистенцию сыра: теряется связанность сырной массы, появляется колющееся тесто. При этом рисунок может отсутствовать.

Таким образом, образуемая молочная кислота непосредственно участвует во вкусообразовании сыра и формировании его консистенции.

Лимонная кислота переходит в сыр из сырья (молока). Ее сравнительно мало в молоке (0,08-0,2 %), но она оказывает существенное влияние на созревание. В сыре лимонная кислота, наряду с лактозой, полностью сбраживается. Особенно чувствительны к ней ароматобразующие заквасочные микроорганизмы (Lc. lactis, Leuconostoc), которые при ее сбраживании помимо молочной кислоты продуцируют ароматические вещества — диацетил, ацетоин и другие, с выделением углекислого газа, обусловливающего рисунок сыров, формующихся из пласта (сыры типа костромского, голландского). По присутствию лимонной кислоты можно судить о развитии ароматобразующих микроорганизмов в сыре: при их интенсивном развитии она полностью сбраживается на 10—12-е сутки созревания сыра.

Изменение белков. В созревании сыров основная роль принадлежит белкам, прежде всего — казеину. Его изменение начинается с момента действия на молоко молокосвертывающего фермента, переводящего казеин в параказеин. Последний при созревании сыра распадается на более простые белковые соединения, содержащие азот. Вначале появляются альбумозы, затем пептоны, пептиды, аминокислоты. Возможен распад параказеина с отщеплением аминокислот до образования полипептидов. В сырах параказеин распадается одновременно по указанным двум путям, так как уже в начале созревания отмечается увеличение содержания в сыре как аминокислот, так и более сложных промежуточных продуктов распада параказеина.

Во время созревания гидролизуется меньшая часть параказеина. Продукты распада растворяются в воде, разделяются на белковые (протеозы и полипетиды высокого молякулярного веса) и небелковые (полипептиды, амины, амиак) азотсодержащие вещества.

В сыре образуются азотсодержащие соединения — общий азот, который включает нерастворимый азот (остаточный параказеин, осаждаемый при pH 5,2) и растворимый азот.

При этом растворимый азот делится на:

растворимый белковый азот (высокомолекулярные полипептиды, осаждаемые 3-хлоруксусной кислотой);

растворимый небелковый азот (низкомолекулярные полипептиды, пептиды, амины, амиды, аминокислоты, аммиак).

По отношению растворимого азота к общему азоту определяют *степень зрелости сыров* в процентах.

В сырах образуется неодинаковое количество продуктов распада белков (табл. 10.3).

Таблица 10.3. **Содержание водорастворимых азотистых веществ в зрелых сырах, %**

Сыр	Содержание азота				
	общего, % от массы сыра	% от общего азота			
		растворимого	растворимого белкового	аминного и амиачного	растворимого небелкового
Советский	4,34	22,0	7,4	9,2	14,6
Голландский	4,79	20,4	6,6	7,1	13,8
Ярославский	4,12	22,7	9,5	7,5	11,2
Латвийский	4,57	37,2	18,2	6,3	19,3
Дорогобужский	3,7	58,8	30,0	5,4	28,8
Любительский зрелый	3,61	69,6	19,5	27,6	50,1
Зеленый терочный	10,75	24,9	2,4	8,0	14,5
Рокфор	3,91	50,5	1,4	7,4	48,6

В мягких сырах — дорогобужском, закусочном и рокфоре — содержится от 50,5 до 70 % растворимого азота, тогда как в сырах швейцарском, советском, голландском, ярославском его намного меньше — от 20 до 30 %. В латвийском и близких к нему сырах растворимого азота больше, чем в твердых, и меньше, чем в мягких. Меньше всего растворимого азота в рассольных сырах типа брынзы. Следовательно, параказеин больше всего изменяется в мягких сырах, затем — в сырах типа латвийского, далее — в твердых и меньше всего — в рассольных.

Большое влияние на качество сыра оказывают свободные аминокислоты (АК), образуемые при созревании сыров. Установлено, что сыры с ВТ2Н содержат большее количество АК, протеолиз белков у них более

глубокий по сравнению с сырами с НТ2Н. Кроме того, сыры, вырабатываемые с применением молочнокислых палочек, имеют большее содержание АК, чем на закваскаx, включающих только лактококки. В ферментативных сырах может накапливаться от 12 до 19 АК. Качественный и количественный состав свободных аминокислот зависит от вида сыра, состава бактериальных заквасок, влажности, возраста сыра и др.

Исследования показали, что набор свободных АК в зрелых сырах не соответствует АК-составу казеина. Эти различия связаны с выборочным потреблением свободных АК молочнокислыми микроорганизмами, а также превращением АК, осуществляемым различными путями: дезаминированием, декарбоксилированием, переминированием, амидированием. Так, при декарбоксилировании АК и в результате окислительно-восстановительных реакций в процессе созревания сыра образуются карбонильные соединения (альдегиды, кетоны) и, несмотря на их малое количество (следы), они имеют специфический вкус и запах, что существенно влияет на вкусовые показатели сыров.

Изменение молочного жира (МЖ) и накопление жирных кислот (ЖК). В сычужных сырах под влиянием липолитических ферментов жир изменяется незначительно (так, в прессуемых сырах типа голландского — на 1-2 %), однако значительно больше — в мягких, например рокфор, — до 10 %. В результате липолиза МЖ расщепляется на ЖК и глицерин, но глицерин потребляется микрофлорой и в сыре кондиционного возраста не обнаруживается, в то время как ЖК накапливаются. Однако даже незначительное количество свободных жирных кислот, образуемых в результате гидролиза МЖ, оказывает существенное влияние на вкус сыров. Основная роль из них принадлежит низкомолекулярным жирным кислотам (уксусная, масляная, капроновая, каприловая и др.), обладающим специфическим вкусом и запахом. Из летучих ЖК в сырах, как правило, больше содержится уксусной, пропионовой кислот и меньше — масляной и муравьиной. Высокомолекулярные жирные кислоты не имеют вкуса и запаха, поэтому они не участвуют в образовании вкусовых достоинств продукта. Однако липолиз является не единственным источником ЖК с числом углеродных атомов меньше шести. Такие ЖК, как муравьиная, масляная, уксусная и пропионовая, могут образовываться в результате сбраживания лактозы (различные виды брожения), а такие ЖК, как пропионовая, изомасляная, изовалериановая, фенилуксусная

и бензойная, образуются в результате расщепления АК. В результате окислительных процессов из жирных кислот образуются метилкетоны и вторичные спирты.

Р. И. Раманаускасом установлено, что во время созревания ферментативных сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы (типа голландского, костромского) уменьшение количества полиненасыщенных жирных кислот достигает 11 %. При этом изменение их содержания находится в прямой связи со степенью насыщенности. Больше всего уменьшается количество линолевой кислоты, далее следует линоленовая и пентеновые кислоты. Арахидоновая кислота является наиболее стойкой. Изменение количества этих кислот свидетельствует о начавшихся окислительных процессах в молочном жире во время созревания сыров. Это подтверждает уменьшение количества полиненасыщенных жирных кислот с конъюгированными двойными связями на 12 %. Более стойкими из них являются триеновые кислоты, далее идут диеновые.

В процессе созревания сыров также повышается степень дестабилизации жировой фазы. В сырах голландской группы она достигает 20 %. Основными причинами изменения стабильности эмульсии молочного жира является повышение активной кислотности и посолка. Изменения жира в мягких сырах происходит в большей степени, так как в их созревании участвуют плесени и микрофлора сырной слизи. У них липолитическая активность значительно сильнее, чем у молочнокислых бактерий. В таких сырах, как рокфор и другие, в результате расщепления жиров накапливается значительное количество летучих жирных кислот и глицерина. Последний не обнаруживается в сыре, так как потребляется микроорганизмами. Характерный вкус рокфора, особенно из овечьего молока, образуется в результате воздействия плесени (P. roqueforti) на жир сыра. Аналогичную роль в созревании сыра русский камамбер играет плесень P. camamberti.

Изменение воды. Во время созревания сыра постепенно уменьшается количество воды. Большую часть воды теряют при посолке (4-7 % массы сыра).

Вследствие разности концентрации рассола и растворимых веществ в водной фазе сыра сыворотка выделяется, а соль диффундирует в него. При этом количество соли, проникающей в сыр, намного меньше выделившейся сыворотки, поэтому масса его уменьшается.

Потери влаги во время посолки зависят от влажности сыра после прессования, содержания жира в нем, концентрации и температуры рассола, величины головки сыра. После посолки содержание влаги в сыре продолжает уменьшаться вследствие усушки сыра. Наибольшие потери влаги наблюдаются у мягких сыров, имеющих меньшие размеры и более повышенное содержание влаги в сравнении с твердыми сырами. При слишком быстрой и большой потере влаги сырной массой созревание сыра замедляется. Во избежание большого снижения влажности сыра поддерживается соответствующая относительная влажность воздуха в сырохранилищах, а также применяются защитные покрытия.

В производстве сыров важную роль играет взаимодействие влаги с их основными компонентами, или гидратация. Она является одним из основных факторов, влияющих на физико-химические свойства сырной массы, а также интенсивность и направленность микробиологических и биохимических процессов. Чем больше слабо связанной влаги, тем интенсивнее могут проходить эти процессы.

Р. И. Раманаускасом установлено, что в параказеиновом комплексе имеются следующие виды связи влаги: мономолекулярной и полимолекулярной адсорбции, влага микропор. Первые два вида являются наиболее прочно связанными. Во влаге мономолекулярной адсорбции не растворяются соли и не дисоциирующие соединения. В сыре также может присутствовать свободная вода. Однако в твердых сырах высокого качества она не обнаруживается. Гидратация белков сыра имеет явно выраженную зависимость от активной кислотности. Причем эта зависимость носит не одинаковый характер для свежего сыра после прессования и в кондиционном возрасте. Наименьшая гидратация сыра после прессования наблюдается при активной кислотности pH > 5,9. При увеличении активной кислотности до pH 5,3 возрастает количество наиболее прочно связанной влаги. Это происходит за счет уменьшения в других менее энергоемких видах связи. В результате физико-химических изменений параказеина, происходящих после посолки, зона минимальной гидратации сдвигается в сторону более высокой активной кислотности, характеризуемой величиной pH < 5,3.

На рис. 10.1 представлена зависимость коэффициента набухания, комплексно характеризующего величину гидратации от активной кислотности.

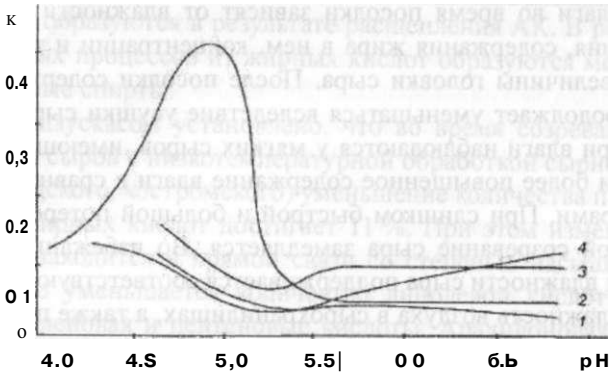


Рис. 10.1. Зависимость коэффициента набухания сырной массы от величины pH: *1* — сыр после прессования без посолки; *2* — сыр после прессования с содержанием поваренной соли 0,89 % на сухое вещество; *3* — сыр с содержанием поваренной соли 3,39 % на сухое вещество; *4* — зрелый сыр

Набухание свежего сырного теста постепенно увеличивается с ростом активной кислотности от pH ~ 6,4 и достигает максимума при pH < 5,0. Даже частичная посолка, равная 0,89 % хлористого натрия на сухое вещество, сдвигает зону минимального набухания с pH ~ 6,4, которая характерна для параказеинового комплекса в присутствии ионов кальция, в более кислую сторону до величины pH < 5,3. Этот сдвиг сохраняется во время созревания и является характерным для сыров в кондиционном возрасте. Вследствие созревания сыранабухае--мость увеличивается.

J Вкус и аромат сыра. Вкус и запах сыра формируются вследствие расщепления молочного сахара, лимонной кислоты, белков, жиров, которые в совокупности обусловливают органолептические показатели сыра.

1. Молочная кислота, от концентрации которой зависит степень выраженности кислого вкуса в сыре.

2. Продукты гетерогенного брожения молочного сахара, цитратов и лимонной кислоты.

3. Свободные аминокислоты. При распаде белков во всех группах созревающих сыров накапливаются пептиды и аминокислоты, оказывающие значительное влияние на вкус готового продукта.

В процессе созревания швейцарского сыра количество свободных аминокислот изменяется следующим образом (табл. 10.4).

Таблица 10.4. **Изменение содержания аминокислот при созревании сыра**

Возраст сыра, дней	Количество аминокислот в 100 г сыра, мг	Возраст сыра, дней	Количество аминокислот в 100 г сыра, мг
Свежий сыр	42,9	90	1651,3
10	231,5	120	2011,2
20	503,1	150	2643,2
30	651,9	180	2904,6
60	1010,9		

Из табл. 10.4 следует, что уже в свежем сыре образуются свободные аминокислоты, количество которых постепенно увеличивается. Накопление отдельных аминокислот различно: по мере созревания сыра концентрация одних аминокислот возрастает, а других — уменьшается. В связи с этим каждый вид сыра имеет свой характер накопления и присущий ему набор свободных аминокислот, влияющий на вкус сыра. Так, в зрелом сыре в переводе на обезжиренное сухое вещество массовая доля свободных аминокислот достигает (в мг на 100 г сыра): швейцарском — 1800-2500, советском — 3500-4500, горном — 4000-4500, костромском — 1400-2100, голландском — 1500-2200, брынзе — 1000-1500, сулугуни — 70-80, армянском — 800-1000, грузинском — 580-800. Кроме того, освободившиеся в процессе созревания АК под действием ферментов микрофлоры подвергаются различным изменениям. Они могут дезаминироваться (терять аммиак), декарбоксилироваться (отщеплять углекислый газ), вступать в реакции с кетокислотами, переходить в другие аминокислоты и т. д. При этом образуются разнообразные соединения: кето- и оксикислоты, амины, альдегиды, кетоны и другие, что играет существенную роль в формировании вкуса и запаха сыров.

4. Карбонильные соединения — ацетальдегид, формальдегид, содержащиеся в сыре в виде следов, однако их присутствие и в микродозах существенно для сыров.

5. Жирные кислоты. Их роль важна даже в сырах, где липолиз невелик, например сыры с НТ2Н. Так, сыры, полученные из нежирного молока, лишены аромата и характерного сырного вкуса.

6. Пропионовокислое брожение. На вкус и запах сыров с ВТ2Н особенно сильно влияет пропионовокислая микрофлора, в результате действия которой образуются пропионовая и уксусная кислоты. По-

следние вместе с другими жирными кислотами, выделяющимися при частичном разложении жира и сбраживании молочного сахара, придают сырам специфический, немного пряный, ореховый привкус.

Вкус и запах сыров определяют также другие продукты глубокого превращения белков: органические кислоты, аммиак, сероводород и пр.

Известны сотни вкусовых и ароматных веществ. При совершенствовании лабораторной техники обнаруживаются новые вещества. Пока не существует объективных методов оценки для вкуса и запаха. Определение количества отдельных компонентов в ряде случаев дает только косвенное представление о их роли во вкусообразовании. Дело в том, что образование вкуса и запаха часто не зависит от их концентрации в сыре. Заметное влияние на вкус сыра оказывает молочная кислота. От ее концентрации зависит степень ощущения кислотности во вкусе. В дальнейшем по мере созревания на вкус влияют белковые вещества: пептиды, аминокислоты и другие продукты более глубокого распада. При оценке роли того или иного вещества в формировании вкуса сыра имеет значение не абсолютное содержание этого вещества в продукте, а превосходит ли его концентрация вкусовой порог этого вещества и во сколько раз. Отношение концентрации вещества в сыре к его вкусовому порогу называется *ароматическим числом*.

Установлено, что вкусовой порог уксусной кислоты — 2,2 мг%, пропионовой — 5,0мг%, масляной — 2,5мг%, ацетальдегида — 0,12мг%, диацетила — 0,0014мг%.

Наличие понятия ароматических чисел, сведений о вкусовых порогах и данных о накоплении вкусовых веществ в сырах (последние приведены в табл. 10.5, 10.6) дало возможность охарактеризовать вырабатываемые сыры по набору ароматических чисел.

Таблица 10.5. **Содержание летучих жирных кислот в сырах**

Кислота	Швейцарский		Советский		Армянский	
	мг*	%	мг*	%	мг*	%
Муравьиная	18,0	8,43	12,23	10,32	3,00	9,10
Уксусная	101,3	47,75	53,67	45,30	27,70	84,03
Пропионовая	81,0	38,17	42,24	35,65	0,42	1,27
Масляная	' 12,0	5,66	10,34	8,73	1,97	5,60

* Данные приведены в расчете на 100 г сыра.

Таблица 10.6. **Содержание ароматических веществ в зрелых сырах**

Кислота	Швейцарский		Советский		Армянский	
	мг*	%	мг*	%	мг*	%
Ацеталь	0,320	14,48	0,038	2,98	0,057	10,69
Пропаноль	0,038	1,72	-	-	-	-
Ацетон	0,132	5,97	0,008	0,63	0,034	6,38
Диацетил	0,170	7,7	0,392	30,74	-	-
Этанол	1,55	70,14	0,837	65,65	0,442	82,93

* Данные приведены в расчете на 100 г сыра.

Как оказалось, вкус швейцарского сыра определяют уксусная, пропионовая и масляная кислоты, ацетальдегид и диацетил (ароматические числа соответственно 46:16:5:2:121), советского — уксусная, пропионовая и масляная кислоты и диацетил (24:8:4:279). Ароматическое число масляной кислоты не должно превышать нескольких единиц, тогда как ароматические числа других веществ могут достигать десятков и сотен единиц.

Оценка сыров по величине ароматических чисел необходима для их характеристики также при подборе штаммов молочнокислых бактерий при производстве заквасок. Свободные аминокислоты создают основной вкусовой букет сыра. Количественный и качественный состав свободных аминокислот играет большую роль при получении сыров высокого качества. Осуществляют подбор штаммов чистых молочнокислых культур для бактериальных заквасок по их способности продуцировать свободные аминокислоты в том составе, который соответствует зрелым сырам высокого качества.

Формирование консистенции. Консистенция сыра может быть твердая, мягкая, плотная, грубая, пластичная, эластичная, резинистая и др. На консистенцию сыра оказывают влияние многие факторы: состав нерастворившегося ПККФК (содержание в нем солей кальция), накопление молочной кислоты, скорость и степень распада белков, массовая доля влаги, жира в сыре и др. Однако основную роль в этом процессе играют физико-химические превращения параказеинового комплекса.

Сыр относится к вязкопластичным упругим телам. Он характеризуется упругостью, эластичностью, вязкостью, прочностью, твердостью и другими реологическими показателями. Гидратация сырной массы

играет важную роль в формировании видовых показателей продукта. В первую очередь это относится к консистенции. При повышении активной кислотности несоленой сырной массы после прессования ее водосвязывающая способность увеличивается. На формирование консистенции большое влияние оказывает влажность продукта. Кроме того, она является фактором, обусловливающим интенсивность микробиологических и биохимических процессов. Роль влаги в этом отношении определяется водосвязывающей способностью сырного теста, которая зависит в основном от активной кислотности. От водосвязывающей способности зависит активность воды. Она определяется количеством наименее прочно связанной влаги (осмотической, капилярной), являющейся растворителем. При снижении активности воды уменьшается активность ферментов. Количество наименее прочно связанной воды после прессования в основном зависит от влажности сыра. Она регулируется в оптимальных для каждого вида сыра пределах. Активность воды для мягких сыров бывает наиболее высокой. Следует отметить, что органолептические свойства мягких сыров резко отличаются от твердых; кроме того, они созревают в более короткие сроки. Между реологическими свойствами сыра, характеризующими консистенцию, и его водосвязывающей способностью существует значительная корреляционная связь. Когда влажность выше оптимальной, консистенция ухудшается.

Свежевыработанный сычужный сыр имеет грубую резинистую консистенцию. При посолке сыров теряется большая часть влаги (4-7 % от массы сыра), так как количество соли, проникающей в головку сыра, намного меньше удаляемой при диффузии сыворотки, потери которой зависят от ряда факторов: влажности сыра после прессования; массовой доли жира в сыре; концентрации и температуры рассола; удельной поверхности головки сыра. После посолки потеря влаги в сыре продолжается вследствие его усушки. При этом наибольшие потери влаги отмечены у мягких сыров (по сравнению с твердыми).

Вызываемый хлористым натрием сдвиг минимальной зоны набухания к pH < 5,3, близкой к значению активной кислотности, характерной для сыра в начале созревания, — это регулирующий фактор формирования консистенции. Он способствует повышению твердости сырной массы, а эластичные и пластичные показатели становятся менее выраженными. Хлористый натрий также вызывает уменьшение

адгезионных свойств микроструктурных элементов сыра, что зависит от степени посолки.

Поваренная соль, меняя водосвязывающие свойства параказеинового комплекса, оказывает влияние на формирование видовых показателей сыра. Интенсивность его зависит от массовой доли соли в сыре. В частности, формирование типичной консистенции и других органолептических показателей полутвердых сыров пониженной жирности достигается при массовой доле свободной поваренной соли 1,7-1,8%. При одинаковой активной кислотности и степени посолки на реологические показатели, а следовательно — и консистенцию, оказывает влияние содержание жира к влаги. Жир является пластификатором сырной массы. При этом следует иметь в виду, что происходящее во время созревания уменьшение активной кислотности и протеолиз вызывают разрыхление белковой основы продукта. Это приводит к увеличению его водосвязывающей способности, повышению эластичности и пластичности. Особенно нежная консистенция образуется у мягких сыров, содержащих после посолки до 48-53 % растворимого белка в зрелом продукте.

При созревании по мере накопления молочной кислоты и перехода части белка в растворимые азотистые соединения консистенция становится более пластичной, а для некоторых сыров, в зависимости от вида — мягкой и даже мажущей. Однако при излишнем накоплении молочной кислоты отщепление кальция от ПККФК идет активно, при этом сырная масса имеет недостаточную связность, а консистенция становится крошливой, колющейся. При недостатке молочной кислоты отмечается излишняя связность сырного теста и как результат — резинистая консистенция.

Выделение газов, образование рисунка в сыре. При созревании сыров выделяются аммиак, углекислый газ и немного водорода. Газы частично задерживаются в сырной массе, а часть их диффундирует наружу. В процессе созревания газы растворяются в воде, а после ее пересыщения — собираются в микропустотах межзерненного пространства и образуют глазки.

Круглые и овальные глазки образуются в тех случаях, когда сыры формуют из пласта. При формовании другими способами между зернами остаются воздушные пустоты и образуются угловатые глазки неправильной формы. Углекислый газ в сырах составляет 60-90 % от

всех газов. Его продуцируют ароматные молочнокислые лактококки, кишечные палочки и другие бактерии из лактозы, цитратов и лактатов. Также двухуглекислый газ выделяется при декарбоксилировании аминокислот и жирных кислот. Аммиак большого влияния на образование рисунка не имеет, так как частично испаряется из сыра или нейтрализуется (аммиачный запах сырохранилищ). Глазки начинают образоваться, когда в 100 г сырной массы накапливается 37-41 мл углекислого газа.

Образование рисунка зависит от реологических показателей сырной массы, наличия в ней воздушных пузырков и микропустот, активной кислотности и температуры. Количество и размер глазков зависят также от скорости накопления газа: чем он скорее выделяется в сыре, тем больше будет мелких глазков и наоборот. В крупных сырах (швейцарском, советском и пр.) глазки образуются через 20-25 дней после изготовления, а иногда и позже, когда молочный сахар полностью разложился.

Сначала газы легко растворяются в водной части сырного теста сыра, а при получении перенасыщенных растворов — начинают скапливаться в промежутках между сырными зернами. Они раздвигают сырную массу, в результате образуются полости — глазки. Если процесс брожения проходит нормально, рисунок имеет глазки округлой формы, равномерно расположенные.

По закону Лапласа давление в пузырьке газа обратно пропорционально радиусу пузырька, поэтому газы диффундируют из мелких пузырьков в более крупные, а мелкие пузырьки, теряя газы, под давлением сырной массы смыкаются и исчезают.

Развитие бактерий группы кишечной палочки и маслянокислых может обусловить бурное газообразование и вызвать вспучивание сыров с образованием рваного, сетчатого и броженного рисунка.

Иногда в глазках сыра скапливается жидкость, называемая «слезой». В твердых сырах она появляется при активной кислотности ниже pH 5,15, содержании соли не менее 2,5 % и влаги — не ниже 40 %. Причина наличия слезы — низкая водосвязывающая способность параказеинового комплекса.

При созревании сыров в результате развития посторонней (технически вредной) микрофлоры возможно выделение водорода. Так, интенсивное развитие БГКП, маслянокислых бактерий может привести к бурному газообразованию (углекислый газ, аммиак) и вызвать вспучивание сыров с образованием рваного, сетчатого и броженого рисунка. Загрязнение молока и сыра БГКП приводит к обильному газообразованию в первые дни созревания. Маслянокислые бактерии, попавшие в сыр из молока, развиваются позднее, создавая свой рисунок, который накладывается на рисунок, образованный ранее. Таким образом, при маслянокислом брожении наблюдается вспучивание сыра на более поздней стадии его созревания.

Рисунок сычужного сыра, формуемого насыпью, обусловлен способом формования и имеет пористую структуру с большим количеством пустот неправильной формы, причем рисунок имеется уже сразу после прессования сыра.

Цвет сырного теста. Цвет сыра изменяется при созревании в результате накопления в нем комплекса различных органических соединений, что в совокупности и обусловливает желтый цвет (более подробно вопрос отражен в главе 4).

Сегодня в сыроделии все шире применяют красители, разрешенные Минздравом РБ, для обеспечения характерного желтого цвета сыра. В связи с этим интенсивно желтый цвет на прилавках магазинов может быть обеспечен не только продажей «летнего сыра», а вероятнее всего, присутствием в нем красителей; такая информация должна быть отражена на этикетке сыра.

10.5. Пути ускорения созревания сыров

Проблема ускорения созревания сыров является актуальной до сих пор. Ранее проведены исследования по внесению в молоко микроэлементов для ускорения созревания сыров, применению дрожжей, неспособных к спиртовому брожению, использованию гидролизованной закваски и ее гидролизатов.

Влияние микроэлементов на ускорение созревания сыров. Содержание разных микроэлементов в молоке непостоянно и в значительной степени зависит от таких факторов, как минеральный состав почвы, воды, кормов, климат, порода животных, сезон года, обменные процессы в организме животных и т. д. Наибольшие колебания наблюдаются в содержании железа, меди, цинка, магния, кобальта.

Микроэлементы участвуют во всех биологических процессах, играя определенную роль катализаторов в реакциях. Активность фермента часто зависит от присутствия в нем металла.

Микроэлементы участвуют в ферментативных реакциях, протекающих в клетках микробов. Чем больше образуется микробной массы, тем больше микроэлементов требуется для ее создания.

Однако потребность микроорганизмов в микроэлементах не всегда пропорциональна их росту и развитию. В ряде случаев некоторые микроэлементы существенно не влияют на рост и размножение микробных клеток, но сильно действуют на качественный состав микробного органического вещества и на физиологические функции микроорганизмов. При добавлении отдельных ионов металлов сильно увеличивается кислотообразование в культурах ряда молочнокислых бактерий, стимулируются ферментативные процессы в созревающих сырах. Установлено влияние кобальта и цинка на увеличение энергии кислотообразования в закваскаx даже при удалении из молока железа. Протеолитическая активность ферментов увеличивается при действии марганца и кобальта.

Для развития микроорганизмов и стимулирования их действия необходимо обогащать молоко не отдельными микроэлементами, а их смесями. Их следует внести в виде хлористых соединений на 1 т молока: марганец — 2,3; цинк — 1,34; медь — 0,60; кобальт — 0,10 г. По остальным микроэлементам была установлена доза по 2 г каждого микроэлемента на 1 т молока (2 мг/кг). Установлено, что в сырах с микроэлементами распад азотистых веществ происходит интенсивнее, чем без них.

Использование некоторых видов дрожжей, неспособных к спиртовому брожению. Дрожжи при совместном развитии с молочнокислыми бактериями снабжают их азотистым питанием и витаминами. Они потребляют молочную кислоту, снижая тем самым угнетающее действие последней на молочнокислые бактерии, и стимулируют их развитие. С помощью таких комбинированных заквасок вырабатывают щвейцарский, советский, армянский и другие сыры.

Продолжительность созревания сыра зависит от активной кислотности сыра, его влажности, температуры созревания. Однако использование этих факторов в отдельности не дает значительных результатов. В свою очередь в совокупности с интенсификацией микробиологических процессов получаются хорошие результаты. Так, во ВНИИМС разработана интенсивная технология производства сычужных сыров, основанная на применении кислой фосфатазы для дефосфорилирования казеина. Это повышает его доступность для протеолитических ферментов. Вследствие интенсификации протеолиза и молочнокислого брожения продолжительность созревания сокращается в 1,5 раза и качество сыра повышается.

Разработана технология производства твердых сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы, предусматривающая использование в их производстве комбинированную закваску (В. М. Силаева, С. Д. Сахаров). В сочетании с бактериальной мезофильной закваской применяются специально подобранные термофильные молочнокислые палочки. Они обладают не только высокой энергией кислотообразования и сильными протеолитическими свойствами, но и антагонистическими свойствами к бактериям группы кишечной палочки. Эта закваска сокращает сроки созревания сыра, а также помимо качества повышает его безопасность. По этой технологии вырабатываемые сыры созревают 30 суток.

Применение специальных заквасок. В настоящий период в Беларуси одним из способов, позволяющих существенно ускорить процесс созревания сыров, является совместное применение бактериальных заквасок, включающих специально подобранные штаммы микроорганизмов лактолокков, лейконостоков и (или) лактобацилл, обладающих высокой протеолитической активностью за счет действия продуцируемых ими не только экзоферментов, но и эндоферментов. Кроме того, важным является правильный подбор молокосвертывающих ферментных препаратов в зависимости от видовой группы сыров и бактериальных заквасок, совместное применение которых интенсифицирует их действие по принципу синергизма. Этот принцип положен в основу технологий новых видов сыров ускоренного созревания: на основе молочнокислой заквасочной микрофлоры — сыр «Монастырский», «Полесский» и другие, с применением пропионовокислых бактерий — «Столичный», «Калошский» и др.

Глава 11. ВЫХОД СЫРА, ЕГО ХРАНЕНИЕ. ПОКРЫТИЯ И УПАКОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

11.1. Выход сыра, его хранение

Выход сыра. При переработке сыра роль составных частей молока для выхода неодинакова. Жир и казеин молока — самые ценные составные части, остальные (молочный сахар, соли и вода) — влияют на свойства сырной массы, кислотность, консистенцию и отчасти — на вкус и запах. Наибольшее значение имеет переход из молока в сыр казеина, жира, фосфора, кальция, растворимых в воде веществ и воды. Степень перехода составных частей молока находится в зависимости от их свойств, условий производства и вида вырабатываемого сыра. Переход казеина в сыр зависит от качества и характера обработки сычужного сгустка. Степень его использования в среднем составляет 96,5-97,5 %.

Переход жира колеблется в пределах от 80 до 85 % для сыров разных видов и жирности. Жир, перешедший в сыворотку, частично возмещается ее сепарированием.

Выход сыра определяют двумя способами: количеством нормализованного молока (смеси), израсходованной на получение 1 т сыра, и в процентах от количества переработанного молока.

С понижением содержания жира в сухом веществе сыра норма расхода смеси молока увеличивается. Так, для сыра 40%-й жирности одного и того же вида, норма расхода смеси молока выше, чем для сыра 50%-й жирности.

Выход продукта (нормативный) определяют исходя из требований стандартов к массовой доле влаги, жира и поваренной соли в сыре.

Нормативный расход нормализованного молока на 1т сыра определяют по формуле

$$\hat{}\ \hat{}\ 7\ \underline{X \sim (\ \Gamma\ 0\ 0 - B) - K \cdot 0{,}01\ \ (1 + 0{,}01 \cdot O^{т})}$$

$$(\quad '\quad '\qquad Ж^{см} - (1 - 0{,}01 - (П + O^{ж}))$$

где Р — норма расхода смеси на 1 т сыра, т; $Ж^{с}$ — норматив массовой доли жира в сухом веществе сыра, %; В — норматив массовой доли влаги в сыре, %; *К*— поправочный коэффициент на результат анализа пробы сыра, взятой щупом *(К* = 1,025); $O^{т}$ — отход сырной массы в сыворотку, %; $Ж^{см}$ — массовая доля жира в нормализованной смеси, %; П — норма потерь жира по всему циклу производства сыра, % от количества жира в переработанной смеси; $O^{ж}$ — норма отхода жира в сыворотку, % от количества жира в переработанной смеси.

Массовая доля жира в смеси определяется по формуле

$$Ж_{см} = Б\ О,$$

где Б — массовая доля белка в смеси, %; О — отношение жира к белку в смеси, которое периодически уточняют по жирности сыров предыдущих варок.

Выход сыра может быть определен по фактически затраченному сырью и полученному продукту (в процентах от количества переработанного молока) расчетным путем:

$$В_{с} = М_{с} \cdot 100/М_{нм*},$$

где $В^{с}$ — выход сыра, %; $М^{с}$ — масса полученного сыра, кг; $М^{нм}$ — масса нормализованного молока, пошедшего на производство сыра, кг.

Выход сыра зависит от состава и свойств исходного молока: содержания в молоке жира, казеина и степени их использования; количества сыворотки, удерживаемой сырной массой; величины потерь влаги и сухого вещества при производстве и созревании сыра, а также количества соли в продукте.

В процессе созревания изменяется вес сыра. Потери в весе в зависимости от вида сыра и условий его созревания колеблются от 8 до 12 %, что в первую очередь связано с потерями влаги сыров (особенно — на стадии посолки, обсушки и в меньшей степени — при созревании в полимерных покрытиях), а также жира и сухих обезжиренных веществ. Так, например, установлено, что увеличение влаги в сыре на 1 % дает примерно на каждые 100 кг молока дополнительно 0,2 кг сыра. Однако сыры повышенной влажности увеличивают риск получения некачественного продукта (см. главу 13).

Повысить выход сыра можно не только за счет влажности сыра, но и повышая степень использования белка и жира, а также снижая производственные потери при созревании сыров.

Потери жира возрастают при увеличении продолжительности свертывания и повышении температуры и жирности смеси, так как образуется отстоявшийся слой сливок на поверхности сгустка. Мелко поставленное зерно также увеличивает потери жира.

Ухудшают степень использования белка получение как излишне прочного, так и непрочного сгустка (см. главу 7), чрезмерное дробление сырного зерна при постановке и др.

Таким образом, степень использования сухих веществ молока (жира и белка) существенно зависит от того, насколько правильно проведена постановка зерна.

Хранение сыра. В конце созревания сычужные сыры обладают наиболее выраженными органолептическими показателями. Продолжающиеся при последующем хранении физико-химические и биохимические процессы приводят к перезреванию продукта и следовательно — к ухудшению его качества. Основной приемлемый фактор торможения перезревания — понижение температуры хранения. Понижение температуры не прекращает этого процесса вообще. Обычно сыры хранят при температуре +2...+8°С и относительной влажности воздуха 85-87%. Р. И. Раманаускасом установлено, что наибольший практический интерес представляет температура, близкая к начальной криоскопической, так как при ней скорость биохимических и микробиологических процессов относительно низкая. Выдержка сыра при более низкой температуре из-за замерзания влаги приводит к изменению структуры (порок крошливость) и реологических показателей продукта. Температура замерзания твердых сыров понижается во время созревания и в конце его не превышает -5 °С. Ее депрессия увеличивается во время хранения. Следовательно, температуру хранения целесообразно выбрать на 1-1,5 °С выше начальной криоскопической. Хранение сыров при температуре около -3 °С позволяет сохранить без изменения органолептические показатели более продолжительное время по сравнению с температурой выше О °С. По этой причине наиболее целесообразно хранение сыров осуществлять при температуре -4...0 °С и относительной влажности воздуха 85-90 %. В случае затруднения осуществления этого режима сыры можно хранить при температуре 0...+8 °С и относительной влажности воздуха 80-85 %.

Качество сыров проверяется не реже, чем один раз в 30 суток. В результате таких проверок принимается решение о возможности дальнейшего хранения сыров без понижения их качества.

11.2. Покрытия и упаковочные материалы, требования к ним

Мягкие виды сыров образуют корку в процессе созревания, часто в результате роста плесеней и микроорганизмов. Позднее, вследствие испарения влаги, корка затвердевает и становится более жесткой. Корку некоторых видов сыров обсушивают и покрывают золой (например, Cendre D'Aisy), виноградным суслом или выжимками (например, Тотте аи Маге) или оборачивают листьями (Aromes de Lyon). В ряде случаев корку сыра сохраняют чистой, многократно протирая ее тканью, смоченной рассолом (эмменталь). Корку посоленных и готовых к продаже сыров могут покрывать растительным (оливковым) маслом, которое может быть коричневого или черного цвета (пармезан, пекорино романо). Фета и аналогичные белые сыры укладывают в бочонки или ящики, наполненные рассолом или соленой сывороткой.

Копчение сыра также способствует образованию на оболочке жирного налета, может вызвать некоторое обезвоживание поверхности, а также оказывает защитное действие за счет фенольных соединений дыма. Для длительного хранения сыры укладывают в керамические или глиняные горшки. Подобным образом хранят голубые сыры. Сосуды или горшки запечатывают воском или парижским гипсом. Гипс не является полностью герметическим материалом, что позволяет сыру «дышать», а плесени — оставаться голубой. Укладка в герметичные стеклянные, керамические или глиняные сосуды, которые не пропускают воздух, препятствует сохранению голубого цвета плесени, но после непродолжительного взаимодействия с окружающей средой обесцветившиеся бело-коричневые плесени вновь обретают голубую окраску. Вкус при этом остается практически неизменным.

В последнее время крупные твердые сыры, аналогичные сырам чеддер и эмменталь, производят в форме брусков (блоков). Это позволяет использовать для них непроницаемые пленки, которые уберегают блочные сыры от плесеней и клещей, ставших серьезной проблемой для производства круглых сыров, и проводить упаковку сыра для розничной продажи небольшими порциями, так как сыры прямоугольной формы массой 4,5-9 или 18 кг можно механически нарезать на потребительские порции без остатка.

Ранее для покрытия корок сычужного сыра использовали сливочное масло и сало, однако эти масляные материалы придавали сыру прогорклый запах. Сегодня на многие сыры (включая голубые сыры, например стильтон) наносят парафиновое покрытие. В производстве сладковатых (пряных) видов сыров (эдам, данбо, элбо), предназначенных в основном на экспорт, применяют цветной парафин (красный и желтый). Однако все шире в качестве покрытий для сыра находят полимерные пленочные материалы.

Первые пленочные материалы изготавливали из ацетилцеллюлозы и ее производных, но постепенно были разработаны новые заменители. Основной ассортимент упаковочных материалов: бумага парафинированная, многослойная или пергаментная; полиэтилен низкой и высокой плотности; ацетилцеллюлоза; нейлон (полиамид) различных видов; полиэфир;полистирол; полипропилен;сополимеры поливинилиденхлорида.

Материалы, используемые для упаковки сыра, должны обладать следующими свойствами:

низкой кислородопроницаемостью;

низкой проницаемостью для углекислого газа;

низкой паропроницаемостью;

прочностью и тонкостью пленки;

устойчивостью к воздействию тепла и холода;

устойчивостью к воздействию жиров и молочной кислоты;

устойчивостью к световому воздействию, особенно к ультрафиолетовому излучению;

легкостью использования, плотностью, эластичностью;

способностью герметизации и хорошими адгезивными свойствами;

ламинированные пленки должны оставаться многослойными;

низкой сокращаемостью или износом, если сокращаемость не предусмотрена технологически;

способностью удерживать печатные материалы;

не должны передавать сырам посторонние запахи;

пригодностью для механизированного упаковывания;

удовлетворительными гигиеническими параметрами при хранении и использовании.

Таблица 11.1. **Свойства материалов, используемых для упаковывания сыра**

Материал пленки	Проницаемость		Традиционное использование
	для водяного пара	для кислорода	
Однослойные пленки			
Целлюлоза РТ	Низкая	Низкая во влажном состоянии, хорошая — в сухом	Внешняя упаковка
Целлюлоза МХХТ	Очень высокая	Очень высокая	Оборачивание (сарановое покрытие)
Нейлон 6	Довольно высокая	Хорошая	Оборачивание
Полиэфир	Довольно высокая	Хорошая	Оборачивание
Полиэтилен	Очень высокая	Очень низкая	Многослойные пленки
Полипропилен	Очень высокая	Достаточная	Жесткие контейнеры и упаковочные материалы
Полистрол	Достаточная	Очень низкая	Жесткие контейнеры
Сополимер поливинилиденхлорида	Очень высокая	Очень высокая	Оборачивание
Многослойные пленки			
Полиэтиленцеллюлоза	Достаточная	Довольно высокая	Оборачивание
Полиэтиленацетилцеллюлоза	Достаточная	Умеренно высокая	Оборачивание
Полиэтиленбумага	Достаточная	Довольно низкая	Оборачивание
Парафинированная целлюлоза	Достаточная	Достаточная	Оборачивание

Выпускают следующие основные типы пленок:

целлюлозная пленка, представляющая собой углеводородный материал, используемый в качестве внешней упаковки, а также для придания упаковке прочности; наиболее эффективна в сочетании со слоем полиэтилена (внутренний слой) или парафинированная (требует термосклеивания с поверхностью сыра);

полистрол и полипропилен, чаще используемые в производстве жестких контейнеров для упаковывания сырной массы или сыров типа творога, чем эластичных упаковок; оба материала устойчивы к химикатам;

ПВДХ (Саран™) — пленка из сополимера, иногда применяемая для покрытия более дешевых материалов; плохо поддается термосклеиванию вследствие узкого температурного интервала плавления, поэтому для нее применяют дополнительные металлические «скрепляющие» зажимы (скобы). Используется при производстве сыров в вакуумной упаковке.

полиэтиленовая пленка, обычно ламинированная, используется как внутренняя пленка, прилегающая к поверхности сыра, поскольку является паронепроницаемой. Вследствие почти полной проницаемости для кислорода (из-за малой плотности) самостоятельно не пригодна для упаковывания сыров: в такой упаковке на сыре происходит рост плесени. По этой причине в сочетании с ней в качестве наружного слоя используют кислородонепроницаемую оболочку из парафинированной целлюлозной или алюминиевой фольги;

полиамид, полиформ-3, омпласт, амивак и другие используют для изготовления пленок как для созревания сыра, так и для упаковывания его перед розничной продажей.

Некоторые пленки в процессе производства вытягивают для ориентации молекул в одном направлении, что обеспечивает дополнительную устойчивость и более низкую проницаемость. Такие пленки, как сополимер поливинилиденхлорида, после упаковывания сыра уседают. Термоусадочная полимерная пленка сокращается на корке сыра, что также снижает ее проницаемость (сополимеры поливиденхлорида применяют в сыроделии как стягиваемые (уседающие) защитные упаковки). Так, и в сыроделии широко применяются пленки из ПВДХ (например, Крайовак™), изготовленные в виде пакетов. Сыр помещают в пакет, который подвергают воздействию высокого вакуума. После вакуумирования (от -91 до -98 кН/м^2) упаковку скрепляют металлическим зажимом (скобой), после чего запечатанную упаковку нагревают, обеспечивая усадку пленки на сыре. Замена пленки термоусадочным РТОС-ламинатом повышает производительность, исключая применение зажимов как источника металлических инородных материалов в процессе разрезания.

Целлюлозные пленки остаются достаточно распространенным упаковочным материалом для мягких сыров.

Ламинирующие материалы обеспечивают в основном водо-, кислородонепроницаемость и непроницаемость для углекислого газа, а также герметичность и адгезионную способность. Часто вместо ламинированных используют пленки, покрытые лаком, имеющие свои определенные свойства (например, способность удерживать печатные материалы). Целлюлозные пленки легко пропускают водяной пар при высокой влажности, тогда как в сухой среде паропроницаемость внешнего или центрального слоя низкая. Полиэтилен, нанесенный на внешнюю сторону, не всегда обеспечивает устойчивость к воздействию растворителей и масел.

Следующие материалы имеют два, три или даже четыре слоя (некоторые из слоев наносят в виде глазури или очень тонких покрытий): бумага, ацетилцеллюлоза, полиэтилен, полиэфир, сополимеры поливинилиденхлорида и алюминиевая фольга.

Алюминиевую фольгу используют для ламинирования, покрывая ее клейкой пленкой (полиэтилен) во избежание излишнего скручивания фольги и появления в оболочке микроотверстий и трещин. Неповрежденная фольга непроницаема для воды, газов, растворов и света, однако в случае появления микроотверстий фольга становится проницаемой.

Принято рассматривать два типа пленочных или упаковочных материалов: первый, применяемый во время созревания сыра в хранилище, и второй — для упаковывания сыра перед поступлением в розничную продажу, где необходимы более качественные упаковки, способные удерживать печатные материалы. Тем не менее в обоих случаях сыры следует хранить при температуре ниже +10 °С в целях сдерживания газообразования в сырной массе, поскольку при температуре +15 °С сыры создают внутри газонепроницаемых упаковочных материалов давление, равное 100 кПа.

Следует обратить внимание на то, что неплотное прилегание упаковки или применение неподходящих упаковочных материалов способствует росту плесеней на поверхности сыра. Плесени продуцируют протеолитические ферменты, которые проникают внутрь сыра и разлагают его, что приводит к серьезному ущербу.

Сыры, созревающие в газонепроницаемой упаковке при низкой температуре, часто приобретают запахи и вкусы, не свойственные

данному виду сыра, однако после контакта с окружающей средой в течение некоторого времени (30-60 мин) эти соединения улетучиваются, и сыр приобретает свой обычный вкус и запах. Вкус и запах сыров, хранящихся в вакуумных упаковках, отличаются от тех, которые характерны для традиционного сыра. Летучие соединения, приводящие к вторичным реакциям внутри традиционных не упакованных сыров, также могут влиять на вкус и запах герметически упакованных сыров, особенно хранящихся при повышенной температуре. Кроме того, возможна миграция побочных веществ, содержащихся в упаковочных материалах, в сыр, что может сказаться отрицательно не только на органолептических свойствах продукта, но и напрямую влиять на здоровье потребителя.

Для упаковывания сыров, поступающих в розничную продажу, разработано множество систем. Наиболее распространены вакуумное и модифицированное атмосферное упаковывание.

В настоящий период упаковывание сыров стало специализированным сектором сыроделия.

Хранение некоторых герметично упакованных сыров в тепле в розничных магазинах вызывает изменение запаха, вкуса и утечки сыворотки. Повышение температуры стимулирует и ускоряет процесс созревания, поэтому часть связанной влаги переходит в свободное состояние, что приводит к просачиванию сыворотки.

Глава 12. ЧАСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ

12.1. Классические сычужные сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы

Основную часть таких сыров вырабатывают, применяя высокую температуру второго нагревания. К ним относятся швейцарский, швейцарский блочный, советский, алтайский, кубанский, украинский, карпатский, эментальский бийский и горный сыры. Их химический состав приведен в табл. 12.1.

Отличительными особенностями технологии сыров с высокой температурой второго нагревания (ВТ2Н) является использование бактериальных заквасок, состоящих из лактококков, термофильных молочнокислых стрептококков и молочнокислых палочек. Во время созревания сыров проходит активное пропионовокислое брожение, которое обеспечивается внесением в смесь чистых культур пропионовокислых бактерий. Температура второго нагревания может быть в пределах +47...+58 °С, что обеспечивает интенсивное выделение сыворотки и регулирование молочнокислого процесса в направлении развития термофильной микрофлоры и ингибировании лактококков. Сыр после прессования имеет пониженную влажность, равную 38-42 %. Кроме высокой температуры второго нагревания, более низкая влажность сыров обеспечивается постановкой мелкого зерна и длительной его обсушкой. Для регулирования молочнокислого процесса применяется трехступенчатый температурный режим созревания (+10...+12 °С, +17...+18 °С и +22...+25 °С).

Вследствие совокупного действия выше перечисленных факторов, а также пониженного содержания поваренной соли (1,2-1,8 %) формируются видовые особенности этих сыров, для которых характерны сладковато-пряный вкус и запах, типичная консистенция с достаточно выраженной пластичностью, крупный рисунок, состоящий из глазков круглой или овальной формы.

Таблица 12.1. **Химический состав сычужных сыров с ВТ2Н**

Сыр	Массовая доля, %			Оптимальные пределы влаги
	жира в сухом веществе, не менее	влаги, не более	хлорида натрия, %	
Классические сыры				
Швейцарский	50	42	1,5-2,5	36-37
Швейцарский блочный	45	40	0,5-1,8	37-38
Советский	50	42	1,5-2,5	36-37
Алтайский	50	42	1,5-2,0	36-37
Кубанский	50	40	1,5-2,0	36-38
Украинский	50	41	1,2-1,6	38^10
Карпатский	50	42	1,5-2,0	38^10
Эментальский	45	40	0,8-1,5	37-38
Бийский	45	43	1,0-1,5	39-41

В табл. 12.2 приведены основные технологические характеристики классических сыров с ВТ2Н.

Таблица 12.2. **Технологические характеристики классических сычужных сыров с ВТ2Н**

Показатель	Швейцарский	Швейцарский блочный	Советский	Бийский
1	2	3	4	5
Титруемая кислотность молока перед свертыванием, °С	18-19	18-19	18-19	18-19
Температура пастеризации, °С	без пастеризации (допускается 71-72)	71-72	71-72	71-72
Продолжительность, с	20-25	20-25	20-25	20-25
Доза $CaCl_2$ (безводный) на 100 кг молока	0-15	10-30	10-25	10–ФО
Доза закваски, %:				
лактококки;	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,3	

Продолжение табл. 12.2

1	2	3	4	5
термофильные молочнокислые стрептококки;	0,3-0,6	0,3-0,6	0,2-0,3	0,3-0,4
термофильные молочнокислые палочки (Lbc. helveticus., Lbc. lactis); Lbc. plantarum; пропионовокислые бактерии	0,05-0,2 + 1,0±0,5	0,05-0,2 + 1,0±0,5	0,1-0,3 1-2	0,1-0,2 + 1-2
Температура свертывания, °С	30-32	30-32	32-34	32-34
Продолжительность свертывания, мин	25-35	25-35	25-35	25-35
Продолжительность разрезки и постановки сырного зерна, мин	15-25	15-25	15-25	15-25
Размер сырного зерна после постановки, мм	Ъ-\	3-4	5-6	5-6
Удаление сыворотки:				
в процессе постановки, %;	30^10 или 20-30	30--40 или 20-30	10-20	10-20
при вымешивании до второго нагревания, %	— или 10-20	- или 10-20	10-20	10-20
Продолжительность обработки сырного зерна, мин:				
до второго нагревания;	35-60	35-60	45-70	45-70
второго нагревания;	20-30	20-30	20-40	20-25
после второго нагревания	30-60	30-60	40-60	40-60
Температура второго нагревания, °С	55-58	52-58	52-55	50-52
Доза вносимой воды, %	0 10 (допускается)	5-15 (допускается)	5-15 (допускается)	7-10
Титруемая кислотность,				
после разрезки сгустка;	12-12,5	12-14	12-12,5	12-12,5

Продолжение табл. 12.2

1	2	3	4	5
перед вторым нагреванием;	13-13,5	12,5-14,5	12,5-13	12,5-13
после второго нагревания				
в конце обработки	14-14,5	13-15	13-13,5	11,5-12
Способ формования:				
из пласта;	+	+	+	+
продолжительность, мин	20-30	20-30	20-30	
Самопрессование, мин	20-30	20-30	20-50	
Величина pH сыра:				
после прессования;	5,5-5,7	5,5-5,7	5,5-5,7	5,5-5 7
через 3-5 суток;	5,3-5,35	5,3-5,35	5,3-5,35	5 3-5
в конце созревания	5,5-5,7	5,5-5,7	5,5-5,7	5 7
Продолжительность прессования, ч	16-18	5-6	4-6	
Количество перепрессовок	7-8	3-4	1-3	
Давление, кПа	10-50	10-50	10-60	
Посолка:				
сухой солью, суток;	2		(допускается 2-3)	
в рассоле, суток;	4-5	2-6 (в зависимости от влаги)	4-6 (2-4)	4-5
концентрация раствора, %;	не ниже 18	не ниже 18	не ниже 18	не ниже 18
температура, °С;	8-12	8-12	8-12	8-12
относительная влажность воздуха, %	90-95	90-95	90-95	
Обсушка, суток	2-3	2-3	2-3	2-4
Продолжительность созревания, месяцев	6	3	2	
Режим созревания:				

12.1. Классические сычужные сыры с высокотемпературной обработкой.

Окончание табл. 12.2

1	2	3	4	5
холодильная камера:				
продолжительность, суток;	15-20	15-20	15-20	15-20
температура, °С;	10-12	10-12	10-12	10-12
относительная влажность воздуха, %;	85-90	85-90	85-90	85-90
бродильная камера:				
продолжительность, суток;	20-30	20-40	25-35	20-25
температура, °С;	20-25 (22)	20-25 (22)	20-25 (22)	15-20
относительная влажность воздуха, %;	90-95	не более 80	90-95	90-95
холодильная камера:				
продолжительность, суток;	до конца созревания	до конца созревания	до конца созревания	до конца созревания
температура, °С;	10-12	6-10	10-12	10-12
относительная влажность воздуха, %	80-85	80	80-85	80-85
Общий срок созревания, месяцев	6	3	3	2
Физико-химические показатели:				
массовая доля влаги (оптимальная), %;	36-38	36-38	36-38	36-38
массовая доля жира, %(±1,6);	50	45	50	45
массова доля соли, %	1-2	1-2	1-2	1-1,5
Масса, кг	50-100	30-35	12-16	8-11
Внешний вид	низкий цилиндр	блоки (бруски и ломтики)	прямоугольный брусок	квадратный брусок
Диаметр, см	70-80			
Длина, см			48-50	26-28
Ширина, см			18-20	26-28
Высота, см	12-18		12-17	12-15

Швейцарский сыр вырабатывают главным образом в пастбищный период содержания молочного скота, хотя его можно произво-

дить и в течение года. Основная причина сезонности производства швейцарского сыра — различная биологическая ценность молока.

Форма швейцарского сыра — низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью, верхняя и нижняя поверхности также могут быть слегка выпуклыми. Диаметр должен быть в пределах 70-80 см, высота — 12-18 см, масса — 50-100 кг. Вкус и запах чистые, слегка сладковатые, пряные, без посторонних привкусов и запахов. Тесто пластичное, однородное по всей массе. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы с размерами 1,5-2,0 см в диаметре. Корка прочная, упругая, но тонкая, иногда с серовато-белым налетом.

Классический швейцарский сыр вырабатывают в основном из сырого молока, которое должно быть свободным от газообразующих бактерий (как группы кишечной палочки, так и маслянокислых), достаточной зрелости (кислотность 18-20 °Т), обладать хорошей свертывающей способностью и образовывать сгусток нормальной прочности. Допускается в свежее сырое молоко добавить небольшое количество (0,1 %) закваски, приготовленной из чистых культур молочнокислых палочек, подобранных по их способности накапливать характерные для данного сыра аминокислоты. Важно также наличие в молоке ароматообразующих и пропионовокислых бактерий. Свертывание молока ведут при +33...+34 °С в течение 25-35 мин. При производстве швейцарского сыра постановка зерна (разрезка сгустка и дальнейшее размельчение) — один из самых ответственных моментов. Необходимо, чтобы зерна были одинакового размера (3—4 мм), не образовывалось много сырной пыли; эта технологическая операция продолжается 15-20 мин. Затем сырное зерно с сывороткой вымешивают со скоростью, достаточной для предупреждения слипания зерен и их оседания на дно. Вымешивание проводится в основном для того, чтобы в сырной массе достаточно развился молочнокислый процесс, а сырные зерна приобретали нужную сухость и твердость. Продолжительность вымешивания зависит от степени зрелости молока. Для молока с нормальной зрелостью оно длится 30—40 мин; если молоко перезрело, вымешивать его не следует, а сразу после постановки зерна необходимо приступить ко второму нагреванию. Во время вымешивания молочнокислый процесс протекает гораздо интенсивнее, чем при свертывании. Установлено, что с момента разрезания сгустка до второго нагревания клетки молочнокислых бактерий делятся

в 2,5 раза быстрее, чем с момента заквашивания до разрезания. Для дальнейшего обезвоживания зерна приступают ко второму нагреванию. Его температура колеблется от +55 °С до +58 °С, а длительность — от 15 до 25 мин. Во время второго нагревания изменяются свойства сырных зерен. В начале нагревания (при нагревании до +45...50 °С) повышается клейкость сырной массы вследствие начинающегося плавления монокальцийпараказеината. Когда температура поднимается выше +50 °С, клейкость зерна постепенно снижается, так как усиливается дегидратация белка. К концу процесса сырная масса обычно обезвоживается в достаточной степени. Несмотря на это, вымешивание продолжают и после второго нагревания, пока зерна не приобретут требуемую упругость, твердость и не потеряют (в необходимой степени) клейкости. Вымешивание после второго нагревания для сырной массы, обезвоженной предыдущей обработкой, длится от 15 до 40 мин, если молоко очень свежее — до 60 мин. При производстве швейцарского сыра готовность зерна имеет важное значение для дальнейших операций. Пересушенные зерна плохо склеиваются, а иногда и совсем не склеиваются, тогда наружный слой сыра пристает при прессовании к серпянке и отдирается, когда ее меняют. Недосушенные зерна склеиваются слишком быстро, что затрудняет выделение механически захваченной сыворотки из сыра при прессовании. Второе нагревание имеет большое значение и для регулирования микробиологических процессов. Вследствие высокой температуры микрофлора частично погибает. В этот период наиболее неблагоприятные условия создаются для развития лактококков и в небольшой степени — для термофильных стрептококков и молочнокислых палочек. Температура +56...+58 °С близка к максимальной для жизнедеятельности термофильных стрептококков и выше оптимальной для развития термофильных молочнокислых палочек. Несмотря на такую неблагоприятную температуру для лактококков, в течение всего процесса приготовления сыра и перед его формированием количество лактококков преобладает над количеством молочнокислых палочек. Сыворотку вместе с сырной массой сливают через дозировочное устройство в мешки из серпянки, вложенные в перфорированные цилиндрические формы без дна. Для прессования швейцарского сыра применяют пневматические, гидравлические, рычажно-винтовые или пружинно-винтовые прессы. Нагрузку на сырную массу повышают

постепенно. Начинают с давления 10 кПа (0,1 кгс/см^2), затем постепенно увеличивают до 50 кПа (0,5 кгс/см^2). В конце прессования давление снижают до 20-30 кПа (0,2-0,3 кгс/см^2). В процессе прессования производят 7-8 перепрессовок: первую через 5-8 мин, вторую — через 30 мин; третью — через 1 ч, четвертую — через 1,5 ч, последующие — через 3 ч. При первых пяти перепрессовках применяют влажные серпянки, при остальных — сухие, сложенные в два-три слоя. После первой перепрессовки проверяют, растирая рукой, полотно сыра и свойства сырной массы. При растирании полотна отдельные зерна отрываются от поверхности сыра, образуя так называемый «натир». Отсутствие «натира» указывает, что зерно недостаточно готово, и в этом случае процесс прессования увеличивается. Если же зерна, наоборот, излишне обильно отделяются и клейкость их недостаточная, перепрессовки учащаются. После второй перепрессовки верхнее полотно тщательно выстукивают, проверяя нет ли сывороточных гнезд. Обнаруженные гнезда прокалывают и удаляют сыворотку. При последней перепрессовке в центре полотна сыра наносят маркировку (дата выработки и порядковый номер сыра), затем бока сыра запрессовывают без серпянки, а полотна — с одним слоем серпянки. Общая продолжительность прессования составляет 12 (±2) ч. При прессовании необходимо обеспечить температуру помещения в пределах +18...+20 °С и следить за тем, чтобы сыр не остыл, поэтому лучше применять деревянные или пластмассовые обечайки. Хорошо отпрессованный сыр имеет соломенно-желтый цвет и мелкие бледно-желтоватые пятна. При перепрессовании объем сыра постепенно уменьшается, вследствие чего обечайку постепенно и осторожно (но не чрезмерно) стягивают. При стягивании просвет между краями обечайки и прессовальным кругом не должен превышать 5-6 мм, а в конце прессования — 2-3 мм, иначе на краях сыра образуются большие наплывы. По окончании прессования вырезают мелкие наплывы, взвешивают сыр и приступают к посолке. В первые два дня во избежание деформации швейцарский сыр солят сухой солью в солильных обечайках в течение 1-3 суток, а потом переносят в рассол 22-25%-й концентрации. Температура в солильном помещении должна быть +10 (±2) °С, относительная влажность воздуха — 90-95 %. В рассоле сыры размещают в один ряд. Верхние полотна сыра, выступающие из рассола, посыпают солью. Сыр систематически переворачивают. Со-

лят сыры 6-8 дней. После этого их выдерживают на стеллажах в солильном помещении от 2 до 3 дней для обсушки. В последующем сыры направляют в камеру созревания с температурой воздуха +10...+12 °С и относительной влажности воздуха от 85 до 90 %. Здесь их выдерживают 15-20 суток. В течение этого времени через каждые 3-5 суток сыр переворачивают и просаливают верхнее полотно соляной гущей. Затем сыр перемещают в промежуточную камеру с температурой + 16...+18 °С и относительной влажностью воздуха от 85 до 90%, где он должен находиться в течение 5-15 суток. Понижение температуры в начале процесса созревания способствует замедлению развития микроорганизмов. Это объясняется тем, что с поступлением сыра под пресс рост микроорганизмов снова усиливается и достигает максимума на вторые сутки. Необходимо снижением температуры замедлить размножение микрофлоры, что и происходит во время посолки и пониженной температуре созревания. Затем сыры переносят в бродильную камеру, где протекают основное брожение и образование глазков. Изменять температуру следует постепенно, поэтому сыры кладут вначале на нижние полки бродильной камеры и по мере созревания поднимают выше. Чтобы избежать повреждения, каждый сыр помещают на отдельный круг, хорошо выструганный, с гладкой поверхностью. Температура в бродильной камере колеблется от +22 °С до +25 °С, относительная влажность воздуха от 88 до 90 %. Сыры через сутки-двое переворачивают, перетирают солью, обмывают и посыпают верхнее полотно мелкой солью. Через некоторое время соль растворяется, а на поверхности головок сыра образуются капли рассола, которые необходимо распределить равномерно по всей поверхности специальной щеткой с длинной ручкой. Рассол растирают 2 раза через 4-6 ч для того, чтобы корка в отдельных местах сильно не просаливалась и на ней не образовались бледные пятна и даже язвы. В бродильной камере сыр начинает размягчаться и при высокой температуре может расплавляться и оседать. В таких случаях для сохранения формы надевают на сыр пояс (обечайку). К концу брожения сыр начинает отвердевать и постепенно образуется прочная корка. Круги, на которых лежат сыры в подвалах или камерах, должны быть всегда сухими; их следует часто менять и дезинфицировать. В бродильной камере сыры остаются от 20 до 40 дней. В сыре, приготовленном из нормального зрелого молока, брожение заканчивается че-

рез 30-35 дней. Из бродильной камеры сыры переносят в прохладную камеру с температурой +10...+12°С и относительной влажностью воздуха до 90 %, где они дозревают. Уход за сырами остается тот же: каждые два или три дня их переворачивают, обмывают, обтирают и посыпают солью.

Швейцарский сыр созревает 6 месяцев, но в возрасте 1 года качество его значительно лучше. Такой длительный период созревания обусловлен тем, что объем микрофлоры в этом сыре сравнительно небольшой. Максимальное количество микроорганизмов в швейцарском сыре наблюдается на вторые сутки, а затем постепенно уменьшается и несколько увеличивается в теплой камере (бродильной).

В США и в России (на Алтае) вырабатывают швейцарский сыр из пастеризованного молока.

Швейцарский блочный сыр. Характерной особенностью его технологии является изготовление крупных прямоугольных блоков, массой 30-45 кг, упаковываемых на период созревания в полимерные пленки. Длина блоков — от 60 до 65 см, ширина — 35-45 см и высота — 12-18 см. Сыр может фасоваться на бруски прямоугольной формы разных размеров массой нетто от 2 до 6 кг.

Вкус и запах сыра—умеренно выраженный сырный, сладковатый. Ему присуща пластичная, слегка плотная консистенция. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы. Допускается отсутствие глазков в отдельных порциях сыра, полученных от торцовых сторон блока.

Молочная смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 19 °Т В производстве классического швейцарского блочного сыра используют комбинированную закваску молочнокислых бактерий, состоящую из мезофильных молочнокислых палочек (Lbc. helveticus, Lbc. lactis) и термофильных молочнокислых стрептококков (Str. thermophilus), а также культуры пропионовокислых бактерий и препарата мезофильных молочнокислых палочек вида Lbc. plantarum. Количество закваски мезофильных молочнокислых дактококков составляет от 0,2 до 0,4 %, термофильных молочнокислых палочек — от 0,05 до 0,2 %, термофильного стрептококка — от 0,3 до 0,6 %. Сухую культуру, культуру пропионовокислых бактерий и препарата Lbc. plantarum вносят непосредственно в молоко. Температуру свертывания устанавливают в пределах от

+30...+34 °С. Продолжительность свертывания — от 25 до 35 мин. По достижении нормальной плотности сгустка производят его разрезку и постановку зерна в течение 15-25 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер от 4 до 6 мм. Титруемая кислотность сыворотки после разрезки должна составлять от 12 до 14 °Т, активная — pH 6,35-6,55. В процессе разрезки сгустка и постановки зерна удаляют 30 % сыворотки от количества перерабатываемого молока. После постановки зерно вымешивают до достижения нужной степени упругости. При нормальном протекании молочнокислого процесса продолжительность вымешивания зерна до второго нагревания составляет от 20 до 60 мин. Нарастание кислотности сыворотки за этот период должно составлять от 0,5 до 1,0 °Т. Температуру второго нагревания устанавливают в пределах от +52 °С до +58 °С. Нагревание проводят, постепенно повышая температуру в течение 20-30 мин при интенсивном перемешивании, не допуская комкования зерна. По окончании второго нагревания сырное зерно продолжают вымешивать до готовности. Готовное зерно не должно полностью терять клейкость. Основная часть готового к формованию сырного зерна должна иметь размер от 2 до 4 мм. Титруемая кислотность сыворотки в конце обработки зерна при нормальном молочнокислом процессе должна составлять от 13 до 15 °Т, активная — pH 6,25-6,45.

Швейцарский блочный сыр формуют из пласта. В течение всего процесса формования зерно должно находиться под слоем сыворотки. В зависимости от установленного на предприятии оборудования возможны два способа формования и прессования сырной массы.

Первый способ предусматривает формование всей сырной массы, полученной из одного сыроизготовителя, в единый пласт с последующим его прессованием и разрезкой отпрессованного пласта на блоки.

Второй способ заключается в формовании сырной массы сразу в блоки с последующим их прессованием.

При первом способе готовое зерно с сывороткой подается насосом в формовочно-прессующее устройство, предварительно заполненное сывороткой. По окончании загрузки поверхность сырного зерна выравнивают, закрывают дренажной сеткой, накладывают прижимную крышку и удаляют сыворотку. В течение 10-20 мин пласт выдерживают под грузом крышки, а затем прессуют при давлении от 3,15 до

4,73 кПа. Продолжительность прессования 18-22 ч. По окончании прессования пласт разрезают на блоки и направляют их в солильные бассейны.

При втором способе смесь сырного зерна с сывороткой направляют через распределительное устройство в заранее подготовленые перфорированные формы, установленные на съемном днище пресс-ванны. После выпуска из сыроизготовителя всей сырной массы из формы вынимают вставки, сыр закрывают крышками, сыворотку из пресс-ванны удаляют. Производят самопрессование в течение 25-35 мин, а затем приступают к прессованию, во время которого сыр 5 раз переворачивают. Давление на сыр повышают постепенно. Оно меняется в пределах от 9,81 до 60,93 кПа (0,01-0,71 кгс/см^2) к площади сыра. Общая продолжительность прессования составляет 5-6 ч. Отпрессованный сыр выдерживают в формах в течение 8-12 ч, затем — взвешивают и направляют в солильные бассейны. После прессования оптимальное значение массовой доли влаги составляет от 38 до 39 %, активная кислотность — pH 5,6-5,4. Посолку швейцарского блочного сыра проводят в рассоле, имеющем температуру +8...+12 °С, в течение 2-6 суток в зависимости от влаги в сыре после прессования. Концентрация поваренной соли в рассоле должна составлять не менее 18 %. После посолки сыр извлекают из рассола и направляют в упаковочное отделение. Упаковывание блоков сыра в полимерную пленку проводят двумя способами: при созревании сыра в контейнерах применяют безвакуумное упаковывание, при созревании на стеллажах — упаковывание под вакуумом в повиденовые пакеты с термообработкой пленки. Упакованный сыр направляют в камеру созревания с температурой +10...+14 °С на 20-30 суток. После этого его перемещают в бродильную камеру с температурой +20...+24 °С, где выдерживают 20^10 суток в зависимости от интенсивности газообразования, а затем помещают в камеру с температурой +6...+10 °С до окончания созревания. При излишне интенсивном газообразовании в бродильной камере для предотвращения вспучивания сыра допускается уменьшать продолжительность выдержки сыра в ней по сравнению с указанными оптимальными значениями или понижать температуру выдержки до +18 °С. Во всех камерах поддерживают относительную влажность воздуха не более 80 %. В процессе созревания сыр не реже двух раз в месяц переворачивают. При

необходимости сыр переупаковывают. Общая продолжительность созревания сыра составляет 90 суток.

Массовая доля влаги в зрелом сыре должна составлять от 36 до 40 %. Оптимальное значение массовой доли влаги находится в пределах от 37 до 38 %. Оптимальная активная кислотность составляет 5,4-5,8 ед. pH.

Созревший сыр направляют для реализации. Он может реализоваться блоками (массой от 30 до 45 кг), а также фасованным на бруски и ломтики.

Советский сыр вырабатывают главным образом в предгорных и горных районах Алтайского, Краснодарского, Ставропольского краев, а также Грузии и Армении. Он имеет форму прямоугольного бруска (длина 48-50 см, ширина 18-20 см, высота 12-17 см) со слегка срезанными вертикальными гранями и выпуклыми боковыми поверхностями, масса — 12-16 кг. Верхняя и нижняя поверхности также могут быть слегка выпуклыми.

Вкус и запах сыра — выраженный, сырный, сладковатый, слегка пряный. Ему присуща пластичная, однородная консистенция. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы, равномерно расположенных по всей массе.

В отличие от швейцарского советский сыр вырабатывают только из пастеризованного молока. В нормализованное и пастеризованное молоко при температуре свертывания вносят водный раствор хлористого кальция из расчета 10—40 г безводной соли на 100 кг молока, а также бактериальную закваску. Смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 19 °Т.

Дозы и время внесения производственных заквасок устанавливают в зависимости от степени зрелости молока, активности заквасок и интенсивности развития молочнокислого процесса.

При выработке советского сыра используют бактериальные закваски, состоящие из лактококков, термофильных молочнокислых стрептококков (Str. thermophilus) и термофильных молочнокислых палочек (Lbc. helveticus, Lbc. lactis), препарат мезофильных молочнокислых палочек вида Lbc. plantarum, а также культуру пропионовокислых бактерий.

Количество вносимой производственной закваски:

лактококков — от 0,2 до 0,3 %;

термофильных молочнокислых культур, приготовленных с использованием препарата ТМБ, — от 0,3 до 0,6 %.

При использовании сухих заквасок термофильных молочнокислых палочек и стрептококков количество вносимой закваски составляет:

термофильного стрептококка — от 0,2 до 0,3 %;

термофильных молочнокислых палочек — от 0,1 до 0,3 %.

Сухую культуру пропионовокислых бактерий вносят непосредственно в молоко из расчета одна порция массой 0,50 (+0,05) г на 5000 кг перерабатываемого молока.

Сухой бактериальный препарат мезофильных молочнокислых палочек вида *Lbc. plantarum* вносят также непосредственно в молоко из расчета 0,30 (± 0,05) г на 5000 кг перерабатываемого молока.

Помимо бактериальной закваски и пропионовокислых бактерий необходимо вносить соли кальция из расчета от 10 до 40 г на 100 кг смеси и допускается применять селитру калия в количестве от 10 до 20 г на 100 кг смеси.

Молоко свертывается под действием сычужного фермента при температуре +32...+34 °С в течение 25-30 мин. Сгусток должен быть средней плотности. Его разрезают на кубики размером 10-12 мм, а затем приступают к постановке зерна.

При выработке советского сыра размер зерна несколько больше (5-7 мм), чем у швейцарского. Длительность постановки зерна составляет 15-25 мин в зависимости от плотности сгустка. После постановки зерна рекомендуется удалить 10-20 % сыворотки.

Когда сырные зерна приобретают необходимую твердость и сухость, приступают ко второму нагреванию, предварительно удалив 10 до 20 % сыворотки. Иногда к оставшейся сыворотке прибавляют подогретую воду из расчета от 5 до 15 % на 100 кг молока. Прибавлением воды снижают кислотность сыворотки, а также содержание молочного сахара. После постановки зерно вымешивают до определенной степени упругости и перед вторым нагреванием удаляют еще 10-20% сыворотки. При нормальном протекании молочнокислого процесса общая продолжительность разрезки сгустка, постановки и обработки зерна до второго нагревания составляет 50-70 мин, а нарастание кислотности сыворотки от момента разрезки до второго нагревания — от 0,5 до 1,5 °Т.

Температуру второго нагревания устанавливают в пределах +52...+55 °С в зависимости от степени обезвоживания сырной массы (более высокую при медленном обезвоживании). Кислотность сыворотки перед началом второго нагревания обычно бывает не выше +11 °С, а в конце — около +12 °С. Второе нагревание длится 20-30 мин в зависимости от качества молока и характера сгустка: при медленном обезвоживании продолжительность нагревания увеличивают, а при интенсивном — сокращают.

После второго нагревания сырную массу продолжают вымешивать в течение 40-60 мин. Если довести зрелость молока до определенного уровня, можно значительно сократить продолжительность всех ранее указанных процессов. Сырное зерно доводят вымешиванием до такой же степени клейкости, что и для швейцарского сыра. Основная часть сырного зерна в конце обработки должна иметь размер 3-5 мм.

При нормальном течении молочнокислого процесса нарастание кислотности сыворотки после второго нагревания обычно составляет от 0,5 до 1,0 °Т

Советский сыр формуют из пласта по общепринятой методике. Пласт подпрессовывают в течение 20-30 мин при давлении от 1 до 2 кПа (0,01-0,02 кгс/см^2), затем разрезают на бруски, количество которых определяют исходя из расчета 130-140 кг смеси молока на один брусок. При разрезании пласта необходимо учитывать стандартные размеры сыра и, изменяя высоту в возможных пределах (15-20 см), не допускать потерь сырной массы. Полученные бруски осторожно, не допуская разрыва пласта, укладывают в предварительно подготовленные формы. В формах бруски сырной массы выдерживают без давления в течение 20-50 мин; для самопрессования формы с сыром переворачивают. По окончании самопрессования формы с сыром вновь переворачивают, сыры маркируют и помещают под пресс.

Для прессования советского сыра применяют деревянные, выстланные влажными серпянками формы или металлические с перфорированными вставками (бессалфеточное прессование). Для того чтобы не образовалось наплывов на ребрах сыра, под крышку деревянных форм подкладывают металлические угольники.

Прессуют сыр в течение 4-6 ч при постепенном повышении давления от 10 до 60 кПа (от 0,1 до 0,6 кгс/см^2). Во время прессования, в зависимости от используемого дренажного материала, делают от одной до трех перепрессовок: через 30-60 мин; 1,5-2,5 ч и 3,5^1,5 ч

прессования. При последней перепрессовке сыр заворачивают в сухую серпянку.

Отпрессованный сыр должен иметь хорошо замкнутую поверхность и активную кислотность pH 5,5-5,7. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования — от 38 до 40 %. Температура воздуха в солильном помещении должна быть в пределах +8...+12 °С, относительная влажность — 90-92 %, концентрация рассола — 20-22 %. Оптимальная продолжительность посолки — 4-6 дней. После посолки сыры обсушивают на стеллажах в течение 1-3 суток.

Созревание советского сыра проводят в три стадии. После посолки и обсушки сыр в течение 15-25 суток выдерживают при температуре +10...+12°С и относительной влажности воздуха от 85 до 90%, а затем перемещают в бродильную камеру с температурой воздуха +20...+24 °С и относительной влажности от 90 до 95 %, где происходит основное брожение и образование рисунка в сыре.

Продолжительность нахождения сыра в бродильной камере — от 25 до 35 суток в зависимости от интенсивности процесса брожения. Признаки нормального брожения сыра: наличие незначительного подъема горизонтальных полотен, овала боковых сторон и характерного звука при простукивании, свидетельствующего об образовании рисунка. В бродильной камере каждые 5 суток сыр переворачивают. К концу брожения сыры затвердевают и приобретают прочную корку. Затем сыры переносят для дозревания в прохладную камеру с температурой +10...+12 °С и относительной влажностью 86-90 %. Если опасаются вторичного брожения, то снижают температуру до +9...+11 °С. В этой камере сыры остаются до полного созревания, во время которого образуется достаточно прочная корка.

В процессе созревания применяют разные способы ухода за поверхностью сыра: традиционный, созревание в полимерной пленке и комбинированных защитных покрытиях. При выборе способа ухода за сыром учитываются состояние поверхности, массовая доля влаги в сыре после прессования, условия созревания и реализации.

С целью сокращения затрат труда по уходу, а также снижения усушки за период созревания сыр упаковывают в полимерную пленку или применяют двухслойное комбинированное покрытие. Сыр упаковывают в пленку после выхода из бродильной камеры. Перед упаковкой проверяют состояние поверхности головки, не допуская к упаков-

ке сыры с увлажненной поверхностью и наличием плесени и слизи, а также с поврежденным поверхностным слоем и деформированные. Массовая доля влаги в сыре перед упаковкой должна составлять 37-39 %. Допускается упаковка сыра, имеющего влажность после прессования не более 39 %, в пленку на 4-6-е сутки после посолки и некоторого уплотнения поверхностного слоя.

Общий срок созревания советского сыра составляет 90 суток. Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги — от 36 до 38 %, поваренной соли — от 1,5 до 1,8 %, активная кислотность — pH 5,5-5,7.

Бийский сыр имеет форму бруска с квадратным основанием, размерами 26 х 26 см, высотой 12-15 см, массой 8-11 кг. Активная кислотность сыра после прессования равна pH 5,5-5,7. Вкус и запах сыра — выраженные сырные, слегка пряные, допускается кисловатый привкус. Его тесто нежное, пластичное, однородное по всей массе. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы разного диаметра. Способ производства бийского сыра близок к технологии советского сыра. Температура второго нагревания +50...+52 °С. Продолжительность созревания 60 суток.

Алтайский сыр имеет форму низкого цилиндра (диаметр 32-36 см, высота 12-16 см) со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями. Масса сыра 12-18 кг.

Вкус и запах сыра — выраженный сырный, сладковатый, слегка прянный. Ему присуща пластичная, однородная консистенция. Рисунок состоит из глазков круглой и слегка овальной формы, равномерно распределенных по всей массе сыра.

Алтайский сыр похож на швейцарский, но вырабатывается из пастеризованного молока.

При выработке алтайского сыра используют производственные закваски лактококков, термофильных молочнокислых палочек *(Lbc. helveticus, Lbc. lactis)* и термофильных стрептококков *(Str. termophilus),* а также культуры пропионовокислых бактерий и препарат мезофильных молочнокислых палочек *mmLbc. plantarum.* Количество вносимой закваски в смесь аналогично советскому сыру.

Молочная смесь с титруемой кислотностью не более 19 °Т свертывается при температуре от +32 °С до +34 °С. Основная часть зерна после постановки должна иметь размер 3-5 мм.

Технологические параметры производства алтайского сыра близки к советскому сыру. При его производстве ставится более мелкое зерно, которое после разрезки и измельчения сгустка должно иметь размер 3-5 мм, а в конце обработки — 2-4 мм. Температура второго нагревания равняется +50...+54 °С. Продолжительность обработки сырного зерна после второго нагревания при нормальном течении молочнокислого процесса составляет от 30 до 60 мин. Титруемая кислотность сыворотки в конце обработки не должна быть выше 19 °Т

Алтайский сыр формуют из пласта. Давление во время прессования постепенно увеличивается. Оптимальная массовая доля влаги после прессования — от 38 до 40 %. Применяют трехступенчатый температурный режим созревания, как в производстве советского сыра. После бродильной камеры сыр парафинируют.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого алтайского сыра: массовая доля влаги — от 36 до 37 %; активная кислотность — величина pH 5,4-5,6. Общая продолжительность созревания алтайского сыра 120 суток.

Карпатский сыр бывает двух размеров: большой (диаметр 58-60 см, высота 13-15 см, масса 45-50 кг) и малый (диаметр 32-35 см, высота 10-13 см, масса 12-15 кг). Форма — низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью, нижнее и верхнее полотна сыра могут также иметь небольшой подъем. Вкус сыра — умеренно выраженный, пряный, слегка сырный, допускается наличие слабой кислотности, тесто нежное, однородное по всей массе, с рисунком, состоящим из глазков круглой или овальной формы разных диаметров. Вырабатывается по технологии, близкой к технологии советского сыра. В его производстве применяется закваска мезофильных и термофильных молочнокислых стрептококков, а также молочнокислых палочек. Температура второго нагревания +48...+50°С. Массовая доля влаги после прессования 40^-2 %, активная кислотность — pH 5,5-5,7. Срок созревания — 50-60 суток.

Украинский сыр. Форма сыра — высокий цилиндр (высота 40-50 см, диаметр 15-18 см); масса 8-10 кг. Вкус и запах сыра — пряный, без посторонних привкусов и запахов, тесто эластичное. В его производстве применяется закваска, состоящая из термофильных молочнокислых стрептококков и молочнокислых палочек. Технология его производства близка к технологии советского сыра.

12.2. Ферментативные сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы, вырабатываемые в Беларуси

Химический состав сыров с ВТ2Н, вырабатываемых в Беларуси, приведен в табл. 12.3. Технологические параметры сыров с ВТ2Н, вырабатываемых в Беларуси (типа массдам), отражены в табл. 12.4.

Таблица 12.3. **Химический состав сыров с ВТ2Н, вырабатываемых в Беларуси**

Сыр	Содержание, %			Оптимальные пределы влаги
	жира в сухом веществе, не менее	влаги, не более	хлорида натрия, %	
Новые виды сыров с ВТ2Н				
Массдам	50±1,6	42	1,2-2,0	40—41
Тизенгауз	50±1,6	42	1,2-2,0	40-41
Столичный	45±1,6	44	1,5-2,5	41-42
Калошский	45+1,6	44	1,5-2,5	41-42
Эдамер-Премиум	50±1,6	43	1,5-2,5	40^11

Таблица 12.4. **Технологические параметры сыров с ВТ2Н, вырабатываемых в Беларуси (типа массдам)**

Показатель	Сыр с ВТ2Н, вырабатываемый в Беларуси (типа массдам)
1	2
Сырье: молоко коровье; молоко ОБМ	 Не ниже 1 сорта Кислотность не выше 20 °Т, полученное из молока не ниже 1 сорта
Закваски бактериальные мезофильно-термофильные	для сыров замороженные гранулированные для прямого внесения (Нидерланды); концентраты бактериальные отечественного и российского производства
Бактериальные культуры пропионовокислых бактерий	для сыров замороженные гранулированные для прямого внесения (Нидерланды); концентраты бактериальные отечественного и российского производства

Продолжение табл. 12.4

1	2
Молокосвертывающий фермент	препарат для сыроделия Milase (Нидерланды); порошок сычужный; препараты ферментные ВНИИМС
Пищевой краситель	натуральный краситель (Нидерланды); пищевые красители отечественного и российского производства
Кислотность молока перед свертыванием, °Т	18-19
Режим пастеризации: температура, °С; выдержка, с	74 (±2) 20-25
Доза $CaCl_2$ (безводный) на 100 кг молока	10-40
Доза закваски,%	Регламент фирмы-изготовителя
Доза фермента	Регламент фирмы-изготовителя
Температура свертывания, °С	30-35
Продолжительность свертывания, мин	25-35
Продолжительность разрезки и постановки, мин	15-25
Размер сырного зерна после постановки, мм	6(±1)
Удаление сыворотки: в процессе постановки, %; при вымешивании до второго нагревания, %	15 (±5) 15 (±5) допускается
Продолжительность обработки зерна, мин: до второго нагревания; в процессе второго нагревания; после второго нагревания	60 (±10) 20-30 20-60
Температура второго нагревания, °С,	52 (± 2) (46-50)
Доза вносимой воды, %	10-25

Продолжение табл. 12.4

1	2
Кислотность: от разрезки до второго нагревания, pH; в конце обработки, pH	6,5-6,6 6,4-6,5
Размер сырного зерна в конце выработки, мм	3-4
Формование: способ; продолжительность, мин	из пласта 20-30
Самопрессование, мин	20-50
Продолжительность прессования, ч	1,5 (2,0 (±1,0)) (определяется достижением требуемой кислотности сыра)
Давление при прессовании сыра: пресса вертикальные; тунельные пресса и баропресса	30 мин — 0,05кг/см^2; 30 мин — 0,1 кг/см^2; 30 мин — 0,2 кг/см^2 25 кПа
Влага в сыре после прессования, %	Не более 45 (46)
Величина pH сыра: после прессования; в 3-5 суток; в конце созревания	5,4-5,6 5,3-5,35 5,5-5,7
Посолка: в рассоле, суток; концентрация раствора, %; температура, °С; относительная влажность воздуха,%	1-3 не ниже 18 8-12 90-95
Обсушка сыра в солильном помещении, суток	2-3 суток при +10(±2)°С и относительной влажности воздуха 80-95 %
Продолжительность созревания, суток	

Окончание табл. 12.4

1	2
Режим созревания:	
холодильная камера:	
продолжительность, суток;	10-14
температура, °С;	10 (±2)
относительная влажность воздуха, %;	85-90
бродильная камера:	
продолжительность, суток;	14-21
температура, °С;	18-20(22)
относительная влажность воздуха, %;	90-95
холодильная камера:	
продолжительность, суток;	до конца созревания
температура, °С;	10-12
относительная влажность воздуха, %	80-85
Общая продолжительность созревания, суток	Не менее 35 (60, 90)

Примечание. При недостаточно качественном молоке допускается вносить азотнокислый калий или натрий (10-30 г на 100 кг молока).

Следует помнить, что признаками нормально выбродившего сыра являются незначительный подъем верхнего и нижнего полотен, овал боковой поверхности и характерный звук при простукивании, свидетельствующий об образовании рисунка.

12.3. Терочные сыры

Эти сыры отличаются твердой консистенцией. Применяются в измельченном виде в качестве приправ к разным блюдам, в основном к макаронам и овощным блюдам. Содержание влаги в них не превышает 51 % к сухому обезжиренному веществу. Наиболее известные представители этих сыров — пармезан, проволоне, сбринц, гранопедано, Некорино и др. Отличительной особенностью технологии их производства является использование заквасок из термофильных

молочнокислых палочек и стрептококков, высокотемпературная обработка сырного зерна и созревание при повышенном содержании поваренной соли и низкой массовой доле влаги (ниже 36 %). Они не имеют рисунка, поэтому нет потребности в «бродильной камере» при созревании.

К моменту свертывания титруемая кислотность молочной смеси составляет 20-23 °Т. Свертывание производят при температуре +32...+35 °С в течение 20-25 мин. Размер зерна после его постановки ***3-4*** мм. Как правило, второе нагревание производят двухступенчато: сначала устанавливается температура +43 °С, а потом повышается до +52...+58 °С. После прессования сыры подвергают более длительной посолке по сравнению с сырами с ВТ2Н. Эти технологические приемы направлены на интенсификацию обезвоживания сырной массы. Такие сыры созревают не менее 6 месяцев. Для интенсификации расщепления жира применяют молокосвертывающие ферментные препараты с более глубоко выраженной липолитической активностью.

12.4. Микробиологические процессы при созревании ферментативных сыров с высокотемпературной обработкой сырной массы

Сыры этой группы характеризуются тем, что в них процессы созревания протекают в основном под воздействием ферментных систем молочнокислых бактерий. Сычужный фермент при высокой температуре второго нагревания разрушается и не играет (или почти не играет) заметной роли в созревании таких сыров.

В швейцарском сыре наибольший объем микрофлоры наблюдается на вторые сутки и составляет 1154 млн КОЕ/г сыра. При этом молочнокислые палочки составляют 80 % общего количества уже на первые сутки. Схема микрофлоры происходит во время прессования и в первый день после него. Средний объем микрофлоры в первые 10 дней в этой группе составляет 470-500 млн клеток. После этого

периода (10 дней) объем микрофлоры резко снижается (в 5-6 раз) и в 40-дневном возрасте составляет 23 млн КОЕ/г а в 245-дневном — 14 млн КОЕ/г. Некоторое увеличение объема микрофлоры в сыре наблюдается в бродильной камере. В этот период количество бактерий увеличивается до 500 млн КОЕ/г сыра за счет пропионовокислых бактерий. В советском сыре максимальный объем микрофлоры наблюдался на третьи сутки.

Имеется некоторое различие и в соотношении молочнокислых палочек и лактококков. В отличие от швейцарского в советском сыре в течение всего периода созревания сохраняется более или менее постоянное, почти равное соотношение между палочками и стрептококками. Во второй половине созревания советского сыра преобладают мезофильные молочнокислые палочки. Резкое уменьшение количества микроорганизмов начинается с 10-дневного возраста и продолжается до конца созревания сыра. Активное развитие пропионовокислых бактерий происходит при созревании сыра в теплой камере. Их рост продолжается в течение всего последующего созревания. Они играют важную роль в образование вкуса и рисунка сыра и являются необходимым условием получения типичного советского и швейцарского сыра. При этом *Lbc. plantarum* стимулирует развитие в сыре пропионовокислых бактерий.

Иначе протекают микробиологические процессы в украинском сыре, так как в закваске содержится больше лактотококков, чем палочек, и температура второго нагревания ниже. Интенсивное развитие микрофлоры наблюдается во время обработки сырной массы и достигает максимума в первые дни созревания (на 2-3 сутки). Объем микрофлоры в это время составляет 3-3,5 млрд КОЕ/ г сыра. В процессе посолки количество бактерий увеличивается, после чего идет медленное уменьшение до конца созревания.

В терочных сырах и в сырах, которые после чеддеризации плавятся, объем микрофлоры резко уменьшается под влиянием высокой температуры плавления. В сыре остаются термостойкие палочки и в небольшом количестве — стрептококки. В дальнейшем остаточная микрофлора развивается слабо из-за низкой влажности сыров. В результате степень зрелости этих сыров незначительная, несмотря на длительный срок их созревания.

12.5. Ферментативные сыры с низкотемпературной обработкой сырной массы

12.5.1. Прессуемые сыры

К классическим твердым сычужным сырам с низкой температурой второго нагревания (НТ2Н) относят костромской, голландский брусковый, голландский круглый, ярославский, эстонский, Станиславский, буковинский, угличский, сусанинский, литовский и др. Их химический состав приведен в табл. 12.5.

Основными факторами, определяющими видовые особенности сыров этой группы, являются следующие:

применение бактериальных заквасок, состоящих в основном из мезофильных молочнокислых лактококков; при выработке днестровского и сусанинского сыров добавляют болгарскую палочку, Станиславского — ацидофильную палочку, эстонского — биопрепарат;

температура второго нагревания сырного зерна +36...+42 °С и зависит от вида сыра и способности зерна к обезвоживанию;

обеспечение влажности сыра после прессования 43-48 %;

Таблица 12.5. **Химический состав и возраст сыров с НТ2Н**

Сыр	Жир в сухом веществе, не менее %	Влага, не более %	Хлорид натрия, %	Возраст реализации, суток
Костромской	45	44	1,5-2,5	45
Голландский брусковый	45	44	1,5-3,0	60
Голландский круглый	50	43	1,5-3,0	75
Ярославский	45	44	1,5-2,5	60
Эстонский	45	44	1,5-2,5	30
Станислав-ский	45	46	2,0-2,5	60
Буковинский	45	44	1,5-2,5	30
Угличский	45	44	1,5-2,5	60
Сусанинский	45	48	1,0-1,8	15
Литовский	30	52	2,0-3,0	45

определенный уровень активной кислотности сырной массы на каждом этапе производства: в сыре после прессования pH 5,3-5,6; в трехсуточном возрасте — 5,2-5,25; в зрелом сыре — 5,1-5,4;

умеренное содержание в сырах поваренной соли: 1,5-2,5 %;

применение в процессе созревания температурных режимов (+10...+12 °С, +14...+16 °С и +10...+12 °С) для группы сыров типа костромского и голландского.

Созревание сыров этой группы проходит в основном под влиянием молочнокислой микрофлоры. Бактериальные закваски состоят из лактококков. Развитие молочнокислой микрофлоры предопределяется температурой второго нагревания, равной +38...+42 °С. Оптимальная влажность после прессования: 42-48 %, зрелых сыров — 40^44 %.

К сырам этой группы относятся и сыры пониженной жирности. Это литовский, минский сыр и др. Для выработки этих сыров используют пастеризованное, сыропригодное молоко. В целях улучшения технологических свойств молока в него вносят 20-30 % зрелого пастеризованного молока и хлористый кальций из расчета 15-30 г кристаллической соли на 100 кг молока.

Характерная особенность сыров пониженной жирности — это повышенная влажность сыра после прессования и зрелого продукта, что

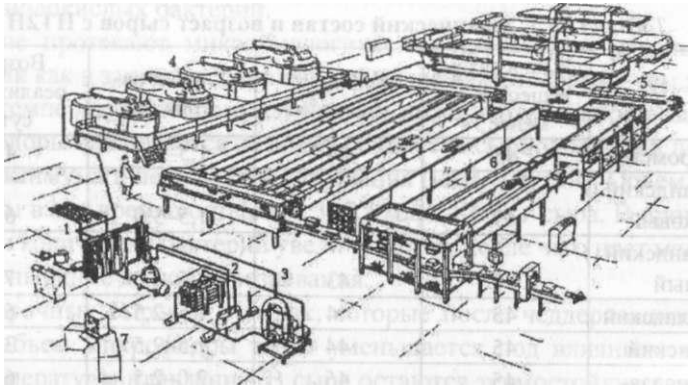


Рис. 12.1. Технологическая линия для изготовления сыра: *1* — пастеризация и нормализация по содержанию жира; *2* — нормализация по содержанию белка при помощи ультрафильтрации; *3* — удаление бактерий при помощи микрофильтрации; *4* — сыроизготовитель; 5 — распределение и подпрессовка сырной массы; б — прессование и обработка поверхности; 7 — главная система контроля процесса

достигается постановкой более крупного зерна, понижением температуры второго нагревания до +32...+37 °С и меньшей обсушкой зерна. Для сыров 30%-й жирности содержание влаги в сыре после прессования составляет 52-56 %, в зрелом продукте — 49-51 %, для сыров 20%-й жирности — 58-60 и 53-55 % соответственно.

Голландский сыр пользуется большим спросом у населения. Вырабатывают сыр в виде бруска длиной 24-30 см, ширина 12-15 см, высота 9-12 см и шаровидного цилиндра высотой 10-16 см и диаметром 12-16 см. Вес головки брускового сыра — 2,5-6,0 кг, круглого — 1,8-2,5 кг. Вкус и запах сыра — выраженный сырный, с наличием остроты и легкой кислотности. Его консистенция — пластичное тесто, слегка ломкое на изгибе, однородное. Рисунок состоит из глазков круглой, овальной или угловатой формы, равномерно расположенных по всей массе.

Голландский сыр вырабатывают из пастеризованного молока с применением чистых культур. Молоко должно быть нормальной зрелости (17-19 °Т). Особенно важно качество молока при выработке круглого голландского сыра. При производстве голландского брускового и круглого сыров технологические параметры близки, только для круглого сыра из-за его более высокой жирности сырной массы ставят более мелкие зерна и повышают температуру второго нагревания. В молоко добавляют комплекс чистой культуры молочнокислых лактококков в количестве от 0,5 до 1,0 и хлорид кальция — до 40 г на 100 кг молока. Молочная смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 20 °Т. Молоко свертывают при температуре +30...+34 °С в течение 25-35 мин. Готовый сгусток должен быть нормальной плотности и давать на расколе достаточно острые края с выделением прозрачной сыворотки. Разрезку сгустка и постановку зерна проводят в течение 15-25 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер 5-8 мм.

Во время постановки зерна из ванны (сыроизготовителя) удаляют 30-40 % сыворотки (от количества перерабатываемого молока) или 20-30 % — при условии дополнительного отлива перед вторым нагреванием. Для получения ровного зерна сгусток надо разрезать вначале медленно, плавно, а затем постепенно ускорять процесс.

После постановки зерно вымешивают до достижения определенной степени упругости. Перед вторым нагреванием дополнительно (если это требуется) отливают 15-25 % сыворотки.

При нормальном развитии молочнокислого процесса нарастание кислотности сыворотки с момента разрезки сгустка до второго нагревания составляет от 1,0 до 1,5 °Т. При слишком интенсивном развитии молочнокислого процесса рекомендуется вносить в смесь зерна с сывороткой в начале второго нагревания от 5 до 15 % пастеризованной воды (к количеству перерабатываемого молока).

Температуру второго нагревания устанавливают в зависимости от жирности сыра от +38...+42 °С, жирные сыры нагревают до более высокой температуры. Сырную массу можно нагреть сразу или постепенно в течение 10-20 мин. Если необходимо усилить молочнокислое брожение, то это время следует увеличить, а в противном случае — уменьшить.

В конце второго нагревания или сразу же после него проводят частичную посолку в зерне. Для чего в смесь сырного зерна с сывороткой вносят раствор поваренной соли из расчета 200-300 г соли на 100 кг перерабатываемого молока.

При замедленном обезвоживании зерна посолку сыра в зерне производить не рекомендуется. После второго нагревания сырную массу вымешивают до тех пор, пока зерно не приобретет достаточную упругость и не утратит в требуемой степени клейкости. При нормальном зрелом молоке вымешивание продолжается не более 20-60 мин, после чего приступают к формованию. Голландские сыры формуют из пласта. Толщину и размеры его устанавливают из расчета: примерно 24 кг смеси молока для одного круглого сыра 50%-й жирности и около 60 кг для одного брускового сыра. Кислотность сыворотки с момента второго нагревания и до конца обработки должна нарасти в пределах от 1 до 1,5 °Т и составлять к концу обработки зерна не более 16 °Т.

Голландский брусковый сыр формуют из пласта по общепринятой методике. Подпрессовывают образуемый пласт в течение 15-25 мин при давлении от 1 до 2 кПа (0,01-0,02 кгс/см^2), а затем разрезают на бруски, соответствующие размерам форм. Бруски сырной массы помещают в подготовленные формы и выдерживают от 20 до 50 мин для самопрессования. Прессуют сыр в течение 1,5-2,5 ч при постепенном повышении давления от 10 до 50 кПа (от 0,1 до 0,5 кгс/см^2). При необходимости через 30-60 мин с начала прессования сыр перепрессовывают. При использовании туннельных прессов и баропрессов

максимальное давление прессования не должно превышать 25 кПа (0,25 кгс/см^2), а продолжительность прессования может быть сокращена до 45-75 мин. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования — от 43 до 45 %, ее активная кислотность pH 5,5-5,8. Отпрессованные сыры солят. Концентрация рассола должна быть не менее 18 °Т Весь процесс посолки длится 2,0-3,0 суток в зависимости от размеров сыра: чем крупнее сыр, тем дольше его надо солить. Температура в солильном помещении должна быть +8...+12 °С, относительная влажность воздуха — 90-95 %. На 10-й день посолки соль проникает в сырную массу лишь на глубину 2-3 см и только на 45-60-й день равномерно распределяется по всей массе. После посолки сыры выдерживают от 2 до 3 суток в солильном отделении или специальном помещении для обсушки.

После обсушки сыр помещают на 12-14 суток в камеру созревания с температурой воздуха +10...+12°С и относительной влажностью от 85 до 90 %, затем на 1 месяц — в камеру с температурой воздуха +14...+16°С и относительной влажностью от 80 до 85%, а в дальнейшем до конца созревания сыр выдерживают при температуре +12...+14 °С и относительной влажности воздуха от 75 до 85 %. При отсутствии условий для ступенчатого созревания этот процесс от начала до конца осуществляют при температуре +10...+14°С и относительной влажности воздуха от 80 до 90 %. По мере появления на сырах плесени или слизи, но не позднее чем через 10-12 суток, сыры моют в теплой воде (температура +30...+40 °С), обсушивают и после этого вновь размещают на чистых сухих полках. Во время созревания сыры необходимо (с целью предупреждения деформации головки и подопревания корки) переворачивать в течение первых трех недель каждую неделю, а в последующий период — через каждые 10-14 суток. Голландский круглый сыр переворачивают в два раза чаще. В возрасте от 15 до 25 суток, после наведения на сырах достаточно прочной корки, их моют, обсушивают и парафинируют.

С целью сокращения затрат труда по уходу, а также снижения усушки за период созревания сыр на 10-14-е сутки упаковывают в пакеты из полимерной пленки или применяют двухслойное комбинированное покрытие.

Рисунок у голландского сыра начинает появляться в первые дни созревания и окончательно сформируется к 10-15-дневному возрас-

ту. Глазки бывают круглые и овальные, небольшие и частые. Зрелые сыры необходимо хранить при низкой температуре (0.. -5 °С). Общая продолжительность созревания голландского брускового сыра составляет 60 суток, а круглого — 75 суток. Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги — от 39 до 42 %; массовая доля поваренной соли — от 2,0 до 2,5 %; активная кислотность pH — 5,25-5,35.

Костромской сыр имеет форму низкого цилиндра, со слегка выпуклой поверхностью и округлыми гранями. Диаметр сыра — 24-28 см, высота — 8-11 см, масса — 3,5-7,5 кг. Вкус и запах сыра — умеренно выраженный сырный, кисловатый. Его консистенция — нежное тесто, пластичное, однородное. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы, равномерно расположенных по всей массе. Технологические параметры производства костромского сыра близки к технологии голландского брускового сыра. Кислотность молочной смеси перед свертыванием — не более 20 °Т.

Костромской сыр может вырабатываться из молочного концентрата, полученного ультрафильтрацией. Ультрафильтрацию ведут до массовой доли сухих веществ в концентрате, равной 13,5-15,0%, в том числе белка 4,0-4,5 % и жира 4,2-4,7 %. Это соответствует фактору концентрации от 1,4 до 1,5. Титруемая кислотность молочного концентрата перед переработкой на сыр должна быть не более 23 °Т. В случае его использования отлив сыворотки из сыроизготовителя не производят. Кислотность сыворотки до второго нагревания повышается на 1,0-2,0 °Т, а после него — 0,5-1,5 °Т. Если кислотность сыворотки повышается слишком интенсивно, в начале второго нагревания в смесь сыворотки с водой рекомендуется вносить от 10 до 15 % пастеризованной воды. Дозировка поваренной соли во время частичной посолки сырного зерна составляет 200-300 г на 100 л смеси. Сыр формуется из пласта. Самопрессование продолжается 20-50 мин. Во время прессования давление постепенно повышают от 10 до 45 кПа (0,1-0,45 кгс/см^2). Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования — от 44 до 46 %. Общая продолжительность созревания не менее 45 суток. Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги — от 40 до 42 %, активная кислотность — pH 5,25-5,35.

12.5.2. Сыры с НТ2Н, вырабатываемые в Беларуси

В Беларуси помимо классических сыров с НТ2Н (голландский, костромской, буковинский) вырабатывают и другие сыры в соответствии с нормативными документами: СТБ 1373 «Сыры сычужные твердые. Технические условия», ТУ 10.02.00028493.327 «Сыр российский», ТУ конкретных предприятий.

Химический состав и возраст сыров с НТ2Н приведены в табл. 12.6.

Таблица 12.6. **Химический состав и возраст сыров с НТ2Н**

Сыр	Жир в сухом веществе, %	Влага, не более %	Поваренная соль, %	Возраст, суток
Северный	55 (±1,6)	45	2,0-2,5	30
Витьбич	50 (±1,6)	44	1,5-3,0	30
Гномик	50 (±1,6)	43	2,0-3,0	35
Русский	45 (±1,6)	44	1,3-2,3	45
Пошехонский	45 (±1,6)	43	1,5-2,5	45
Буковинский	45 (±1,6)	44	1,5-2,5	30
Сельский	45 (±1,6)	44	1,5-2,5	30
Минский	30 (±1,6)	45	1,5-2,0	30
Российский	50 (±1,6)	43	1,3-1,8	60
Российский молодой	50 (±1,6)	44	1,5-2,5	40
Российский особый	50 (±1,6)	46	1,5-2,5	15
Губернаторский	50 (±1,6); 55 (±1,6)	46 44	1,3-2,5	30
Эльтермани	50 (±1,6); 55 (±1,6)	50 48	1,3-2,5	25
Монастырский	45 (±1,6)	44	1,5-2,5	20

Российский сыр имеет выраженный сырный слегка кисловатый вкус и запах, консистенцию нежную, пластичную, рисунок состоит из глазков неправильной, угловатой, щелевидной формы. Поверхность сыра ровная, без подкоркового слоя. Продукт имеет форму цилиндра или прямоугольного бруска. Высота цилиндра — 10-16 см, диаметр — 21-28 см, масса — 4,7-11,0 кг. Брусок имеет длину 32-34 см, ширину 15-17 см, высоту 10-12 см и массу 5,0-7,5кг.

В отличие от сыров голландского и костромского российский сыр традиционно относят к сырам с НТ2Н и интенсивным уровнем развития заквасочной микрофлоры на стадии выработки до посолки.

При производстве сыра российского молоко нормализуют, пастеризуют при температуре +76 °С с выдержкой 15-20 с и охлаждают до температуры свертывания. При применении традиционных заквасок, состоящих из кислото- и ароматообразующих лактококков, их вносят в пастеризованное молоко в количестве 0,5-1,5 %. Молочная смесь перед переработкой на сыр должна иметь титруемую кислотность 20-21 °Т. При недостаточной скорости молочнокислого процесса дополнительно вносят закваску мезофильных молочнокислых палочек виде *Lbm. plantarum* в количестве до 0,2 %. При выработке сыра из молочного концентрата процесс ультрафильтрации ведут до массовой доли сухих веществ в концентрате 14-16 %, в том числе белка 0,5-1,0 %, жира — 4,5-5,0 %, что соответствует фактору концентрации от 1,5 до 1,6. Кислотность молочного концентрата перед переработкой на сыр должна быть не более 23 °Т. Сгусток для российского сыра должен быть плотным. Разрезку сгустка и постановку зерна проводят в течение 10-20 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер 6-8 мм. В процессе постановки зерна отливают 20-40 % сыворотки от объема перерабатываемого молока. При производстве сыра из молочного концентрата слив сыворотки не производят.

После постановки зерно вымешивают в течение ЗО^Ю мин до достижения определенной степени упругости. При нормальном протекании молочнокислого процесса нарастание кислотности сыворотки с момента разрезки сгустка до второго нагревания составляет от 1 до 2 °Т. Температуру второго нагревания устанавливают в пределах +41...+43°С, продолжительность нагревания 20-40 мин в зависимости от активности молочнокислого процесса. Продолжительность вымешивания зерна после второго нагревания зависит от свойств молока, способности зерна к обезвоживанию и нарастания кислотности сыворотки. При нормальном протекании молочнокислого процесса кислотность сыворотки за весь процесс обработки зерна должна нарасти на *2-4* °Т. При производстве сыра из молочного концентрата нормальным считается нарастание кислотности сыворотки в пределах от 1,5 до 3,5 °Т. При слишком интенсивном развитии молочнокислого процесса рекомендуется в начале второго нагревания вносить от 5 до

10 % пастеризованной воды с учетом воды в рассоле, вносимом при посолке в зерне. Преобладающий размер готового к формованию зерна — 5-7 мм. При нормальном течении молочнокислого процесса продолжительность обработки зерна после второго нагревания составляет от 30 до 50 мин. Общая продолжительность обработки зерна с момента разрезки сгустка— 120-160 мин. Общий объем удаленной сыворотки — 55-65 %. Вносят раствор поваренной соли из расчета 300-700 г соли на 100 кг перерабатываемого молока. Зерно вымешивают для просаливания в течение 20-25 мин и начинают формование сыра.

Российский сыр формуют насыпью. Длительность процесса формования — 10-20 мин. Наполненные сырной массой формы оставляют в течение 1-5 ч без нагрузки для самопрессования массы. При необходимости за это время производят одно или два переворачивания. Перед прессованием сыр маркируют. Прессуют сыр от 4 до 12 ч летом и от 6 до 18 ч в другие периоды года при следующем давлении. Первые 1,5-2 ч прессования давление составляет от 10 до 15 кПа (от 0,1 до 0,15 кгс/см^2), затем делают перепрессовку, давление повышают до 30—40 кПа и выдерживают сыр при этом давлении до конца прессования. При необходимости еще через 1,5-2,5 ч делают вторую перепрессовку. При использовании туннельных прессов давление более 25 кПа (0,25 кгс/см^2) поднимать не рекомендуется. Длительность процесса самопрессования и прессования российского сыра определяется прежде всего достижением активной кислотности в сыре после прессования в пределах от 5,2 до 5,3 ед. pH. Кроме того, отпрессованный сыр должен иметь хорошо замкнутую поверхность. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования — от 13 до 45 %.

Сыр солят в рассоле, имеющем температуру +8...+12 °С, в течение 2-3 суток. После обсушки сыр помещают на 10-14 суток в камеру с температурой +10...+12 °С и относительной влажностью воздуха от 75 до 85 %, затем на 16-20 суток — в камеру с температурой +13...+15°С и относительной влажностью воздуха от 80до 85%. Оставшееся до окончания срока созревания время сыр выдерживают при температуре +10...+12 °С. При отсутствии условий для ступенчатого созревания этот процесс можно осуществлять при температуре +10...+14 °С и относительной влажности воздуха от 75 до 85 %.

Во время созревания, в целях предупреждения деформации головки, сыры необходимо переворачивать в течение первых трех недель

каждую неделю, а в последующий период — через каждые 10-14 суток. Общая продолжительность созревания российского сыра составляет 60 суток.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги — от 40 до 42 %, активная кислотность 5,25-5,35 ед. pH.

Технологические параметры новых видов с НТ2Н, вырабатываемых в Беларуси, представлены в табл. 12.7.

Таблица 12.7. **Технологические параметры новых видов сыров с НТ2Н**

Показатель	Наименование сыра			
	Губернаторский	Российский сыр	Эльтерманн	Монастырский
1	2	3	4	5
Сырье: молоко коровье; молоко ОБМ	Не ниже 1 сорта с содержанием соматических клеток не более 500 000 Кислотность не выше 20 °Т, полученное из молока не ниже 1 сорта с содержанием соматических клеток не более 500 000			
Закваски бактериальные мезофильные(мезофильно-термофильные)	бактериальные концентраты отечественного и российского производства; закваски для сыров замороженные гранулированные прямого внесения (Нидерланды); закваски бактериальные «Энтеросан», «Генезис» (производство Болгария) и другие по действующему удостоверению о государственной гигиенической регистрации Министерства здравоохранения Республики Беларусь и регламенту фирм-изготовителей			
Молокосвертывающий фермент	порошок сычужный; препарат для сыроделия Milase (Нидерланды); молокосвертывающие ферментные препараты ВНИИМС и другие молокосвертывающие препараты отечественного производства по действующим нормативным документам или			

Продолжение табл. 12.7

1	2	3	4	5
	импортного производства, разрешенные Министерством здравоохранения Республики Беларусь к применению при изготовлении данного вида продукта			
Пищевой краситель	краситель пищевой «Аннато»; красители пищевые по действующему удостоверению о государственной гигиенической регистрации Министерства здравоохранения Республики Беларусь и регламенту фирмы-изготовителя			
Кислотность молока перед свертыванием, °С	18-21			
Температура пастеризации, °С (выдержка, с)	74 (±2) (20-25)			
Доза $CaCl_2$ (безводный) на 100 кг молока, г	10-40			
Доза закваски	**Регламент фирмы-изготовителя**			
Доза фермента				
Температура свертывания, °С	32-34	33-37	30-32	33-37
Продолжительность свертывания, мин	25-35			
Продолжительность разрезки и постановки, мин	15-25			
Размер сырного зерна после постановки, мм	7(±1)	7 (±2)	9(±1)	7 (±2)
Вымешивание до второго нагревания	20 (±10)	20 (±10)	30 (±10)	20 (±10)
Удаление сыворотки, % от объема перерабатываемого молока	25 (±10)	30 (±10)	50 (±5)	15 (±5) допускается
Добавление воды, % от объема перерабатываемого молока	5-10 (допускается)	5-10 (допускается)	20 (±2)	5-10 (допускается)

Продолжение табл. 12. 7

1	2	3	4	5
Температура второго нагревания, °С	39-42	40-42	37-39	
Продолжительность второго нагревания, мин	30 (±10)	15-30	15-30	10-20
Вымешивание после второго нагревания, мин	40 (±10)	20 (±10)	30-60	20-60
Частичная посолка в зерне г	300 (±100)	750 (±50)	300 (±200)	300 (±100) (допускается)
Вымешивание после посолки, мин	20 (±5)	20 (±5)	20 (±5)	20 (±5)
Способ формования	насыпью			
Продолжительность формования и самопрессования, мин	15 (±5)	15 (±5)	15 (±5)	10 (±5)
Прессование до достижения pH,ч	5,2-5,3 (4-16)	5,2-5,4 (1-6, допускается 12)	5,2-5,8 (1-5)	5,2-5,4 П-61
Влага сыра после прессования, %	42-44 (50 % жирности); 41-43 (55 % жирности)	42-44	43-44	45-48
Посолка в рассоле: продолжительность, суток; концентрация раствора, %; температура рассола, °С; относительная влажность воздуха, %	1-3,5; не ниже 18; 8-12; 9-95			

Окончание табл. 12.7

1	2	3	4	5
Обсушка сыра в солильном помещении, суток	2-3 (при ±10 (±2) °С и относительной влажности воздуха 80-95 %)			
Режим созревания:				
продолжительность (кондиционный возраст), суток;	30	15	25	20
температура, °С;	12 (±2)	13 (±2)	12 (±2)	13 (±2)
относительная влажность воздуха, %	80-90	75-85	75-85	80-90
Хранение сыра:				
температура, °С;	0...+4	-4...0; (0-8)	-4Л.0; (0-8)	-4...0; (0-8)
относительная влажность воздуха, %;	80-85	85-90 (80-85)	85-90 (80-85)	85-90 (80-85)
срок годности, суток	90	30	30	30

Форма, размер и масса сыров отражена в табл. 12.8.

По органолептическим показателям сыр должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 12.9.

Такие сыры в кондиционном возрасте выпускаются в реализацию без подразделения на сорта. Возраст сыра определяют с даты формования.

По сравнению с классическими сырами с НТ2Н новые виды сыров, как правило, имеют более короткий срок созревания, что достигается за счет совместного использования специально подобранных бактериальных заквасок.

В состав таких заквасок помимо молочнокислых лактококков входят молочнокислые палочки мезофильные и (или) термофильные. Кроме того, молокосвертывающие ферментные препараты, а также технологические приемы, в совокупности обеспечивающие ускорение процесса протеолиза белков и других биохимических изменений сырной массы при созревании.

Таблица 12.8. **Форма, размер и масса сыров**

Наименование сыра	Форма	Размер, см				Масса, кг
		длина	ширина	высота	диаметр	
Губернаторский	Низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями. При бессалфеточном прессовании допускаются более острые края			8-18	24-28	3,5-10,0
	Прямоугольный брусок со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями. При бессалфеточном прессовании допускаются более острые края	24-30	11-15	6-16		2,5-7,0
Российский особый	Низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями			10,0-16,0	24,0-28,0	4,7-11,0
	Прямоугольный брусок со слегка выпуклыми боковыми поверхностями и округленными гранями. Допускается выпуклость верхней и нижней поверхности	35,0-37,0 24,0-30,0	26,0-28,0 12,0-15,0	8,0-10,0 9,0-12,0	-	8,0-10,0 2,5-6,0
Эльтермани	**Низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями. Допускается легкая выпуклость верхней и нижней поверхностей**	10-16	24-28	4,7-11,0	-	-
		8-11	24-28	3,5-7,5	-	-
		5-10	10-15	0,15-1,8		
Монастырский*	Низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями			10,0-16,0	24,0-28,0	4,7-11,0

* Сыр может иметь разную форму: низкого цилиндра, прямоугольного бруска или бруска с квадратным основанием, с иными размерами и массой.

Таблица 12.9. **Органолептические показатели сыров**

Показатель	Наименование сыра			
	Губернаторский	Российский особый	Эльтермани	Монастырский
Внешний вид	Корка ровная, без повреждений, покрытая специальными парафиновыми, полимерными, комбинированными составами или полимерными пленками под вакуумом, плотно прилегающими к поверхности сыра. Допускается незначительная деформация головки	Корка ровная, тонкая, без повреждений и толстого подкоркового слоя, покрытая парафиновыми (или полимерными, или комбинированными) составами или полимерными пленками под вакуумом, плотно прилегающими к поверхности сыра. Поверхность сыра чистая		Коркаровная, без повреждений, покрытая специальными парафиновыми, полимерными, комбинированными составами или полимерными пленками под вакуумом, плотно прилегающими к поверхности сыра. Допускается незначительная деформация головки
Вкус и запах	Умеренно выраженный сырный, слегка кисловатый без посторонних привкусов и запахов, допускается легкая пряность	Умеренно выраженный сырный, слегка кисловатый, без посторонних привкуса и запаха	Умеренно выраженный сырный, с легким прянosладковатымпривкусом и кислинкой. Допускается наличие легкой горечи	Умеренно выраженный сырный, слегка кисловатый, без посторонних привкуса и запаха
Консистенция	Тесто нежное, пластичное, однородное по всей массе	Тесто нежное, пластичное, однородное по всей массе. Допускается слегка плотное тесто	Тесто нежное, пластичное, однородное по всей массе. Допускается слегка плотное, ломкое на изгибе	Тесто нежное, пластичное, однородное по всей массе. Допускается слегка плотное тесто
Рисунок	На разрезе сыр имеет рисунок, состоящий из глазков неправильной, угловатой и щелевидной формы, неравномерно расположенных по всей массе сыра			
Цвет теста	От белого до светло-желтого, равномерный по всей массе			

12.5.3. Сыры с НТ2Н пониженной жирности

Минский сыр. Отличительными особенностями этого сыра являются быстрая выработка сырного зерна (40-50 мин не включая свертывания); ускоренное созревание, которое по ранее применяемой технологии достигалось за счет применения активизированной бактериальной закваски и гидролизата (биопрепарата). В настоящий период ускорение созревания сыра достигается за счет использования специальных заквасок, включающих в своем составе помимо лактококков молочнокислые палочки.

При производстве сыра по классической технологии с использованием гидролизата, последний готовится по специально разработанной технологии. Его вносят в молоко в количестве 0,3-0,5 %, а также бактериальную закваску (0,7-0,8 % от количества смеси). Для обеспечения высокого влагосодержания готового сыра применяется пониженная температура второго нагревания (+35...+37 °С) и ставится более крупное зерно, чем у сыров с НТ2Н. Эти приемы позволяют понизить интенсивность синерезиса во время обработки сырного зерна. Кислотность сыворотки к концу второго нагревания не должна превышать 13 °Т, а ее прирост к концу обработки зерна не должен быть более 1-1,5 °Т. Гидролизат способствует интенсивному развитию ароматообразующих молочнокислых бактерий, дающих невысокий выход молочной кислоты, поэтому не достигается высокая активная кислотность и создаются хорошие условия для микробиологических и протеолитических превращений параказеинового комплекса сыра. Максимальное количество молочнокислых бактерий в минском сыре, превышающее 1 млрд клеток в 1 г сыра, достигается к 5-7-дневному возрасту. Ароматообразуюшие молочнокислые стрептококки составляют около половины всей микрофлоры на протяжении всего периода созревания. В конце созревания число бактерий составляет сотни миллионов в одном грамме. Отношение оптимальной влажности зрелых сыров к содержанию белка составляет 0,53-0,58. Продолжительность созревания этого сыра составляет 30 дней. Минский сыр выпускается в реализацию высшим и I сортом с коркой, покрытой сплавом или пленкой.

Литовский сыр имеет форму голландского брускового сыра. Вес головки — 2,5-6,0 кг. Вкус и запах сыра — слабовыраженный сыр-

ный, кисловатый, допускается легкая горечь и слабокормовой привкус. Консистенция — плотная или слегка ломкая на изгибе. Рисунок — неравномерный, состоит из глазков неправильной, угловатой или щелевидной формы, расположенных по всей массе сыра; допускается отсутствие рисунка.

При выработке литовского сыра допускается повышение температуры пастеризации молока до +78...+82 °С с выдержкой 15-20 с для молока с высокой бактериальной обсемененностью, но имеющего кислотность не более 18 °Т. Нормализацию молока по жиру допускается производить пахтой до 20 % от общего количества нормализованной смеси и свежими подсырными сливками. Литовский сыр вырабатывается как из обычной молочной смеси, так и после ее ультрафильтрационной обработки.

В случае применения ультрафильтрации данный процесс осуществляют при температуре +45...+55 °С (допускается и при температуре +8...+10 °С) до массовой доли сухих веществ в молочном концентрате 12,5-13,5 %, в том числе белковых веществ 4,5-5,5 %. Кислотность молочного концентрата должна быть не более 23 °Т. В полученный молочный концентрат вносят от 0,2 до 0,5 % мезофильной стрептококковой закваски и подвергают его созреванию при температуре +8...+12 °С в течение 10-14 ч. С целью улучшения сычужной свертываемости концентрата рекомендуется перед созреванием внести в него 0,04 % хлористого кальция в виде 40%-го раствора. Созреванию в обязательном порядке подвергают не менее 50 % перерабатываемого на сыр молочного концентрата. Также может быть использован сухой комплексный молочный концентрат, полученный с использованием ультрафильтрации. В этом случае оптимальное содержание белка в смеси составляет 3,9-4,1 %. Титруемая кислотность молочной смеси перед свертыванием — от 20 до 22 °Т, а молочного концентрата— не более 25 °Т. При необходимости в молоко перед свертыванием допускается вносить калий или натрий азотнокислый из расчета 10-30 г соли на 100 кг молока. Температура свертывания +30...+32 °С, продолжительность — до 40 мин.

Первоначально сгусток режут на кубики размером от 15 до 20 мм. Затем осторожно ведут постановку зерна. Преобладающий размер сырного зерна после постановки — 8-10 мм. Во время постановки зерна удаляют 20-40 % сыворотки от количества перерабатываемого

молока. Для предупреждения развития излишне высокой кислотности сырной массы в случаях, если кислотность сыворотки ко второму нагреванию повышается более чем на 1,5 °Т, в смесь перед нагреванием вносят от 10 до 15 % пастеризованной воды (к количеству перерабатываемого молока). Второе нагревание смеси зерна с сывороткой проводят до температуры +35...+37 °С в течение 10-12 мин. После второго нагревания зерно вымешивают в течение 15-25 мин. В конце обработки зерна дополнительно удаляют от 20 до 30 % сыворотки и производят частичную посолку из расчета 200-300 г поваренной соли на 100 кг молока. При выработке литовского сыра из молочного концентрата, полученного методом ультрафильтрации, удаления сыворотки дополнительно не производят. Литовский сыр формуют двумя способами: из пласта или насыпью. Используя первый способ, применяют режимы, принятые для голландского брускового сыра. При втором способе зерно освобождают на отделителе от сыворотки и насыпают в подготовленные формы, в которых оно уплотняется. Оптимальная влажность после прессования — от 54 до 56 %. Сыр солят при температуре +8...+12 °С в течение 2-3 суток. Во время созревания применяют способы ухода, принятые для сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания. Продолжительность созревания 45 дней.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого литовского сыра: массовая доля влаги — от 49 до 51 %; активная кислотность — 5,4-5,5 ед. pH.

12.5.4. Прессуемые сыры с чеддеризацией сырной массы

Технология производства этой группы сыров отличается высоким уровнем молочнокислого брожения. Достигается оно внесением в молочную смесь активных по кислотообразованию штаммов молочнокислых бактерий и поддержанию оптимальной температуры для их развития. Типичным представителем этой группы сыров является сыр чеддер.

Сыр чеддер. Его физико-химические показатели: жира в сухом веществе сыра — не менее 50 %, влаги — не более 44 %, соли — 1,5-2,5 %. Сыр имеет форму прямоугольного бруска (длина — 27-29 см, ширина — 11-13 см, высота сыра — 8-10 см, масса — 2,5-4,0 кг).

Вкус и запах — умеренно выраженные сырные, кисловатые, допускается легка прянность. Тесто пластичное, однородное во всей массе, слегка несвязное и ломкое. На разрезе сыра рисунок отсутствует или допускается незначительное число мелких щелей, пустот. Сыр не имеет корки. Реализуется упакованным под вакуумом в термоусадочную пленку.

Сыр чеддер вырабатывают из коровьего пастеризованного молока, достаточно зрелого, кислотностью 21-22 °Т. Бактериальная закваска для сыра чеддер состоит из штаммов Lc. cremoris (90-95 %), Lc. lactis (5-10 %) и Lbc. plantarum (0,15-0,3 %) и не содержит ароматобразующей микрофлоры. Сыр вырабатывают из пастеризованного молока. В случае внесения заквасок в активной форме (традиционный способ) их вносят в количестве от 1,0 до 2,5 %; при применении заквасок прямого способа внесения — согласно рекомендациям фирм-изготовителей заквасок.

Технология производства сыра чеддер кроме высокого уровня молочнокислого процесса на стадии варки сыра предусматривает также созревание сырной массы до ее посолки и формования, т. е. *чеддеризацию* — интенсивное сбраживание заквасочной микрофлорой молочного сахара с накоплением значительного количества молочной кислоты и ее взаимодействии с белковым комплексом, в результате чего сырная масса приобретает слоисто-волокнистую структуру и способность к плавлению.

Температуру свертывания молока устанавливают в пределах +30...+33 °С. Свертывание осуществляют раствором молокосвертывающего препарата, приготовленным по общепринятой методике. Количество вносимого препарата должно обеспечивать свертывание молочной смеси за 25-35 мин. Готовый сгусток должен быть нормальной плотности и давать на расколе достаточно острые края с выделением прозрачной сыворотки. Разрезку сгустка и постановку зерна проводят в течение 10-20 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер 6-8 мм. При применении традиционных заквасок и нормальном развитии молочнокислого процесса кислотность сыворотки перед вторым нагреванием составляет от 15 до 17 °Т Температуру второго нагревания устанавливают в пределах +38...+40 °С, продолжительность нагревания — 30—40 мин. Если скорость нагревания регулировать трудно и температура повышается быстрее, чем это требуется, то нагревание ведут ступенчато в три прие-

ма (по 10-14 мин каждый): вначале от +30 °С до +33 °С и, наконец, от +36 °С до +40 °С. Кислотность сыворотки к концу нагревания должна быть в пределах 16-18 °Т. По окончании второго нагревания сырное зерно продолжают вымешивать до готовности. Окончание обработки зерна определяют по его упругости и клейкости. Сыворотка в конце обработки должна иметь кислотность в пределах от 18 до 19 °Т.

После обработки сырного зерна его вместе с оставшейся сывороткой самотеком или насосом подают в формовочный аппарат, где образованный пласт толщиной от 25 до 30 см выдерживают под слоем сыворотки в течение 20-30 мин до достижения кислотности сыворотки 25-27 °Т. Затем сыворотку удаляют, а сырный пласт разрезают на бруски размером 250 х 243 мм, которые направляют на чеддеризацию.

Чеддеризацию сырной массы осуществляют за счет поддержания высоких температур самой сырной массы (+30...+35 °С) и воздуха производственных помещений (+28...+30 °С) при проведении этого процесса. Чеддеризацию проводят 1-2 ч в специальных тележках, пока кислотность выделившейся сыворотки не достигает 60-70 °Т, pH 5,2-5,4. Содержание влаги к концу процесса снижается до 42-43 %, в результате чего создаются оптимальные условия для интенсивного развития молочнокислой микрофлоры.

Интенсивное сбраживание молочного сахара способствует накоплению значительного количества молочной кислоты, играющей важную роль в создании специфических, органолептических свойств сыра чеддер. Под действием молочной кислоты в сырной массе накапливается монокальцийпараказеинат, а избыток молочной кислоты соединяется с кальцием и образует молочнокислый кальций. В результате чеддеризации консистенция готовой сырной массы благодаря такому процессу становится мягкой, тягучей, расслаивается на тонкие листообразные слои (т. е. слоисто-волокнистая). Приплюснутая форма глазков — косвенный показатель окончания чеддеризации. Сырная масса при нагревании в воде с температурой +95...+98 °С приобретает способность вытягиваться в длинные тонкие нити.

После чеддеризации сырную массу режут (измельчают) на кусочки размером в сечении от 1,5 до 2,0 см и длиной от 3 до 4 см. Измельченную сырную массу солят. Соль вносят из расчета 200-250 г на 100 кг перерабатываемого молока. Количество соли должно составлять от 2,0 до 2,5 % к количеству чедцеризованной сырной массы. Соль

равномерно распределяют в сырной массе. Для обеспечения равномерной посолки внесение соли должно быть строго связано с подачей сырной массы в устройство для дробления. Сыр чеддер формуют в прямоугольные блоки массой 18-20 кг. Для формования используют специальное оборудование и перфорированные формы. Перед прессованием сырную массу выдерживают в формах в течение 20-30 мин для самопрессования и равномерного просаливания, затем маркируют и помещают под пресс. Прессуют сыр в течение 12-14 ч при давлении от 75 до 85 кПа (от 0,75 до 0,85 кгс/см^2) без перепрессовок. Оптимальное значение массовой доли влаги в сыре после прессования составляет от 39 до 42 %, активная кислотность — 5,2-5,4 ед. pH.

Перед созреванием сыр упаковывают в пакеты из полимерной пленки под вакуумом с термообработкой. Созревание сыра в течение первых 1-1,5 месяцев проводят при температуре +10...+13 °С, далее до конца созревания — при температуре +6...+8 °С.

Общая продолжительность созревания сыра чеддер составляет 3 месяца.

Перед реализацией блоки сыра освобождают от пленки, при необходимости обрабатывают их поверхность (моют, обсушивают) и разрезают на 6 брусков размером 27-29х11-13х8-10 см. Полученные бруски сыра упаковывают в пакеты из полимерной пленки под вакуумом.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги — от 37 до 39 %, активная кислотность — 5,0-5,2 ед. pH.

12.6. Рассольные сыры

Сыры рассольные на территории Республики Беларусь могут вырабатываться из коровьего молока а также овечьего, козьего, отвечающего требованиям нормативной документации, утвержденной в установленном порядке, предъявляемым к молоку для сыроделия.

Сыры рассольные вырабатываются следующих видов: столовый, столовый свежий, имеретинский, сулугуни, брынза, молдавский и другие (ТУ РБ 00028493.406-95 и ТУ предприятий).

Отличительной особенностью рассольных сыров, вырабатываемых в Беларуси (в отличие от классических), является сравнительно

низкое содержание в них поваренной соли: 2-4 (5) % против 7-8 %, что обусловлено спросом населения, предпочитающего менее соленый сыр (табл. 12.10).

Таблица 12.10. **Физико-химические показатели сыров**

Наименование сыра	Массовая доля, %		
	жира в сухом веществе	влаги, не более	соли поваренной
Столовый	40 (±1,6)	50	от 2 до 4
Столовый свежий	40 (±1,6)	53	от 1 до 3
Имеретинский	45 (±1,6)	52	от 2 до 5
Сулугуни	45 (±1,6)	50	от 1 до 5
Брынза	45 (±1,6)	53	от 2 до 4
Молдавский	40 (±1,6)	60	от 2 до 4

Примечание. Допускается в брынзе при хранении ее после достижения кондиционной зрелости повышения массовой доли поваренной соли до 7 %.

По форме, размерам и массе сыры должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 12.11.

Таблица 12.11. **Форма, размер и масса рассольных сыров**

Наименование сыра	Форма	Размер, см				Масса, кг
		длина	ширина	высота	диаметр	
1	2	3	4	5	6	7
Столовый, столовый свежий	Прямоугольный брусок со слегка выпуклыми боковыми поверхностями и округленными гранями	24-30	12-15	10-14		3,0-6,5
	Низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями. Допускается легкая выпуклость верхней и нижней поверхности			8-11	24-28	3,5-7,5

Окончание табл. 12.11

1	2	3	4	5	6	7
Имеретинский	Брусок прямоугольной формы	18-20	8-10	6-7		1,0-1,5
	Цилиндр со слегка выпуклыми боковыми поверхностями и округленными гранями			3-5	14-17	0,5-1,2
Сулугуни	Низкий цилиндр со слегка округленными гранями			2,5-3,5	15-20	0,5-1,5
	Цилиндр	-		2,5-6,5	13-20	0,5-1,5
	Брусок прямоугольной формы	15-17	10-12	5-7		0,5-1,5
Брынза	Брусок с квадратным основанием, может быть разрезан по диагонали	10-11	10-11	7-9		0,5-1,5
	Низкий цилиндр	-	-	2,5-3,5	15-20	0,5-1,5
Молдавский	Прямоугольный брусок	26-30	13-15	10-12	–	3,4-5,5

Примечание. Допускаются куски брынзы не менее 200 г в количестве до 10 %.

По органолептическим показателям сыры должны соответствовать требованиям — указанным в табл. 12.12.

Для производства рассольных сыров в качестве заквасочной микрофлоры могут применяться закваски бактериальные для сыров, концентрат бактериальный сухой мезофильных молочнокислых лактококков, препарат бактериальный для рассольных сыров; препарат бактериальный БП-Углич 4 и другие бактериальные препараты, предназначенные для производства сыров и разрешенные к применению Министерством здравоохранения Республики Беларусь. Из ферментов для свертывания молока могут применяться сычужный порошок, пепсин пищевой говяжий, пепсин пищевой свиной, ферментные препараты ВНИИМС и другие молокосвертывающие препараты, предназначенные для сыроделия и разрешенные к применению Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Таблица 12.12. Органолептические показатели рассольных..сыров

Показатель	Наименование сыра				
	Столовый, столовый свежий	Имеретинский	Сулугуни	Брынза	Молдавский
1	2	3	4	5	6
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный с привкусом пастеризации, в меру соленый. Для зрелого сыра допускается легкая горечь и кислотость	Чистый, кисломолочный, умеренно соленый	Чистый, кисломолочный, умеренно соленый	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов, в мерз соленый	Чистый, кисломолочный, слегка острый, в меру соленый
Консистенция	Однородная по всей массе сыра, несколько уплотненная к поверхностному слою, слегка ломкая при изгибе. Для зрелого сыра допускается плотная консистенция	Умеренно плотная, слегка ломкая	Плотная, слегка слоистая, эластичная	Тесто нежное умеренно плотное слегка ломкое, не крошливое	Тесто эластичное, слегка ломкое, но не крошливое
Цвет теста	От белого до слабо-желтого, равномерный по всей массе	От белого до слабо-желтого, равномерный по всей массе			От белого до кремового, равномерный по всей массе
Рисунок	При разрезе сыр имеет пустоты различной формы и размеров. Допускается отсутствие рисунка	На разрезе сыр имеет рисунок, состоящий из глазков круглой, овальной и угловатой формы	Рисунок отсутствует. Допускается наличие небольшого количества глазков и пустот неправильной формы		На разрезе сыр имеет глазки сплюснутой овальной, щелевидной формы

Примечание. В брынзе при ее хранении после достижения кондиционной зрелости допускается появление острого, соленого и кисловатого вкуса.

Сыры (целые головки, бруски, сегменты и ломтики) упаковывают под вакуумом в тару потребительскую, изготовленную из ленты полипропиленовой, в пленку термоусадочную из полимерных материалов, пленку поливинилиденхлоридную «Повиден» и другие виды упаковочных материалов, разрешенные Министерством здравоохранения Республики Беларусь для использования. Допускается сыры рассольные (кроме столового) упаковывать в бочки деревянные вместимостью 25, 50, 100 $дм^3$ с заливкой доверху рассолом. При этом разрешается применение пленочных мешков-вкладышей путем завязывания, закрепления клипсами или другими соответствующими способами.

Сыры выпускаются в реализацию без подразделения на сорта в возрасте (не менее):

столовый — 15 суток;

столовый свежий — 5 суток;

имеретинский — 1 сутки;

сулугуни — 1 сутки;

брынза — 20 суток;

молдавский — 5 суток.

Сыры рассольные (кроме сыра столового) на предприятии-изготовителе хранятся в бассейнах или бочках, залитых водным раствором соли, с концентрацией 16—18 % — для брынзы, с концентрацией 14-18 % — для имеретинского и сулугуни, с концентрацией 13-15 % — для молдавского, при температуре +4 (±2) °С. Допускается использование кислосывороточного рассола кислотностью от 60 до 70 °Т, приготовленного с соблюдением всех требований подготовки сыворотки и проверки качества рассола. Продолжительность хранения сыров в бассейнах или упакованными в бочки при указанных условиях составляет: для брынзы — 75 суток, имеретинского — 15 суток, сулугуни — 25 суток, в том числе на предприятии-изготовителе: брынзы — 20 суток, имеретинского — 7 суток, сулугуни — 15 суток.

Сыры рассольные хранятся на стеллажах или в затаренном виде при температуре +4 (±2) °С и относительной влажности воздуха 87 %. Уход за сыром, хранящимся на стеллажах, производится систематически путем сухой обтирки и переворачивания сыров. При хранении сыров в упакованном виде, ящики с сыром укладывают в штабеля. Между сложенными штабелями оставляют проход шириной 0,8-1,0 м.

При этом торцевые стороны ящиков, с нанесением на них маркировки, должны быть обращены к проходу. При хранении сыра столового на стеллажах головки сыра должны быть положены в один ряд.

Продолжительность хранения сыра молдавского для предприятия-изготовителя составляет не более 5 суток после созревания, а для предприятий торговли не более 25 суток — для сыра в бочках и 5 суток — для сыра в пленке.

Продолжительность хранения сыров сулугуни, имеретинского, упакованных в ящики, — не более *5* суток; сыра сулугуни, упакованного под вакуумом, — не более 17 суток, в том числе на предприятии-изготовителе — 3 суток.

Продолжительность хранения брынзы в ящиках не более 12 суток, после достижения кондиционной зрелости, в том числе на предприятии-изготовителе — не более 3 суток.

Продолжительность хранения сыров при указанных условиях (не более): столового — 15 суток, столового свежего — 9 суток, в том числе на предприятии-изготовителе: столового — 5 суток, столового свежего — 3 суток.

Срок годности рассольных сыров соответствует срокам хранения. При этом возможно изменение срока годности сыров в зависимости от особенностей производства, которое осуществляется изготовителем продукции по согласованию с Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Сыр столовый, столовый свежий. Пастеризацию молочной смеси на сыр осуществляют при температуре +83...+90 °С с выдержкой 20-23 с. Температура свертывания +35...+37 °С. Кислотность молочной смеси перед свертыванием не более 20 °Т Для производства сыра используется бактериальная закваска с применением лактококков Lc. lactis, Lc. cremoris, Lc. diacetilactis, молочнокислых палочек вида Lbc. casei. Количество вносимой закваски перед свертыванием составляет 1-2 % от количества молочной смеси. Продолжительность свертывания смеси 25-35 мин. Разрезку сгустка осуществляют до размера зерна 20-30 мм, оставляют в покое на 3-5 мин для закрепления сгустка и осторожно ведут постановку зерна в течение 15-20 мин до размера 5-8 мм. Затем производят вымешивание в течение 25-35 мин с целью более полного выделения сыворотки и уплотнения сырного зерна. После вымешивания удаляют 30-35 % сыворотки. Температуру

второго нагревания устанавливают в пределах +38...+40 °С. Продолжительность второго нагревания 10-12 мин. Обсушку зерна производят при непрерывном вымешивании в течение 33-38 мин. Продолжительность вымешивания зерна после второго нагревания определяется способностью к обезвоживанию с таким расчетом, чтобы содержание влаги в сыре после прессования было в пределах 52-58 %. Кислотность сыворотки в конце обработки сырного зерна должна составлять 16-18 °Т. После обсушки зерна удаляют 30-35 % сыворотки и производят частичную посолку сырной массы. Формование сыра производят из пласта или наливом. В первом случае пласт подпрессовывают в течение 15-20 мин под давлением 1 кг на 1 кг сырной массы. При формовании наливом после заполнения форм производится самопрессование сыра в течение 25-30 мин, после чего сыры переворачивают, маркируют, накрывают крышками и прессуют 40-60 мин при нагрузке 8-20 кг на 1 кг сырной массы 0,08-0,20 кг/м^2 или 8-20 КПа. Это соответствует давлению в пневмоцилиндре пресса по показанию манометра 0,3-0,7 атм. При установке на каждом ярусе пресса по две головки сыра давление прессования соответствует 0,7-1,4 атм. Через 20-30 мин от начала прессования сыры перепрессовывают. Величина pH сыра после прессования должна быть в пределах 5,35-5,75. Сыр солят в рассоле с концентрацией поваренной соли 18-20 %, температурой +10...+12 °С. При этом сыр столовый свежий солят в течение 1-3 суток, а сыр столовый — в течение 2-4 суток. После посолки сыр обсушивают на стеллажах в солильном помещении при температуре +10...+12 °С и относительной влажности воздуха 93-95 %. Созревание сыра столового производят в камерах с температурой +10...+12 °С и относительной влажностью воздуха 85-87 % в течение 5 суток для сыра столового свежего, 15 суток — для столового. Созревание сыра рекомендуется вести в полимерных пленках или покрывать полимерно-парафиновыми сплавами. Перед упаковкой в пленку или покрытием сплавом рекомендуется производить тепловую обработку путем погружения сыра в горячую воду температурой +75...+80 °С в течение 3-4 с. Значение pH сыра в 8-суточном возрасте — 5,25-5,40, в 15-суточном — 5,28-5,35.

Сыр имеретинский. При производстве сыра имертинского пастеризацию молочной смеси осуществляют при температуре +71...+72 °С с выдержкой 20-25 с. Температура свертывания +31 ...+36 °С. Кис-

лотность молочной смеси перед свертыванием при использовании коровьего молока не более 21 °Т, при использовании смеси коровьего с овечьим в соотношении 1:1, 3:1 кислотность — в пределах 22-25 °Т. Для производства сыра используется бактериальная закваска молочнокислых лактококков. Количество вносимой в молочную смесь закваски перед свертыванием составляет 0,7-2,0 %. Продолжительность свертывания — 30-35 мин. Готовый сгусток разрезают на куски размером 10-15 мм, затем производят вымешивание зерна в течение 20-25 мин в зависимости от его уплотнения. Перед вторым нагреванием удаляют 50 % сыворотки от объема смеси. Температуру второго нагревания устанавливают в пределах +37 (±1) °С от синеретических свойств сырного зерна. Продолжительность нагревания 10-15 мин. Продолжительность вымешивания зерна после второго нагревания составляет 15-35 мин и определяется с таким расчетом, чтобы содержание влаги в сыре после самопрессования было в пределах 52-54 %. Готовое зерно должно быть умеренно плотным, упругим и мягким. Кислотность сыворотки к концу обработки зерна должна быть в пределах 19-22 °Т После обсушки зерна удаляют 30-40 % сыворотки от объема смеси. Сыр формуют наливом. Заполненные зерном формы сразу же переворачивают. Через 25-35 мин переворачивание повторяют, удаляя серпянку. Третье переворачивание проводят через 1 ч после второго, а последующие — через 2 ч. Самопрессование длится 3,5^1,0 ч. Значение pH сыра после самопрессования 5,1-5,2. Сыр солят в рассоле с концентрацией 16-20 % и температурой +8...+12 °С в течение суток. Сыр после посолки созревает в рассоле с концентрацией 16-20 % и температурой +8...+12 °С в течение суток. Кислотность готового в реализацию сыра составляет 4,9-5,1 ед. pH.

Сыр сулугуни. Его особенностью производства, в отличие от других рассольных сыров, является проведение чеддеризации и плавления сырной массы. Пастеризацию молочной смеси осуществляют при температуре +71...+72 °С с выдержкой 20-25 с. Допускается проводить пастеризацию при температуре +75 (±1) °С с выдержкой 20-25 с. В пастеризованную и охлажденную до температуры +31...+35°С смесь вносят закваску в количестве 0,7-2,0 %, и молоко созревает до кислотности 20-23 °Т Затем в смесь вносят раствор хлористого кальция из расчета от 10 до 40 г безводной соли на 100 кг молока. Свертывание смеси осуществляют молокосвертывающим препара-

том при температуре +31...+35 °С. Продолжительность свертывания 30-35 мин. Готовый сгусток должен быть плотным, упругим, давать ровный излом с острыми краями и выделять светлую сыворотку. Разрезку сгустка и постановку зерна производят механическими ножами-мешалками. Сгусток разрезают на полосы и оставляют в покое на 1-2 мин для выделения сыворотки. Постепенно скорость разрезки увеличивают. Разрезку сгустка и постановку сырного зерна продолжают 5-7 мин до получения зерна размером 10-20 мм. Затем более интенсивно — до размеров зерна 6-15 мм. При этом одновременно проводится второе нагревание до температуры +36...+38 °С. В конце обработки удаляют 70-80 % сыворотки, осевшее зерно сдвигают в пласт и подпрессовывают. Серпянку с сырным зерном завязывают и оставляют в течение 8 (±3) мин для самопрессования. Толщина пласта сырной массы должна быть в пределах 25-30 см. После самопрессования пласт сырной массы прессуют в течение 15-20 мин. Показатель активной кислотности сырной массы должен составлять от 5,5 до 5,7 ед. pH. После подпрессовки пласт оставляют в ванне под слоем сыворотки для чеддеризации. Продолжительность чеддеризации составляет от 30 мин до 2 ч. Температуру сырной массы поддерживают в пределах +35...+38 °С. Чеддеризацию проводят до достижения титруемой кислотности сырной массы от 140 до 160 °Т, активная кислотность сырной массы — в пределах 5,0-5,2 ед. pH. Показателем зрелости сырной массы является проба на плавление: нарезанные кусочки сырной массы толщиной от 2 до 4 мм погружают в горячий рассол температурой +75...+80 °С в течение 16-20 с, а затем массу растягивают. Хорошо чеддеризованная масса не выделяет мутной жидкости, слипается, при растягивании вытягивается в эластичную тонкую нить. Чеддеризованную сырную массу режут на бруски и подают в аппарат, где происходит измельчение сырной массы, посолка и плавление в горячем рассоле температурой +70...+80 °С, с концентрацией поваренной соли 9,0-12,0 %. Хорошо вымешанную тягучую сырную массу помещают в формы для сыра и устанавливают на стеллажи высланные серпянкой. В процессе формования сыр переворачивают 3-4 раза. Продолжительность формования не должна превышать 3 ч. Сформованные головки в формах подаются в камеру хранения с температурой воздуха +6...+12 °С. Упаковывают сыр в термоусадочную пленку (автомат SUPER MAX или др.).

Максимальное количество микрофлоры сырная масса содержит после чеддеризации. Процесс созревания сыра сулугуни происходит в основном в период чеддеризации, поэтому протеолитическая активность бактериальной закваски имеет большое значение. При нормальном ведении технологического процесса в сыре сулугуни накапливается значительное количество растворимых форм азота. Так, в свежем сыре растворимого азота содержится 5,3 %; небелкового — 2,9 %; а в 15-дневном — 14,7 % и 9,6 % соответственно.

Брынза. Кислотность коровьего молока перед свертыванием должна быть не выше 2ГТ, а в смеси с овечьим, козьим — 21-25 °Т. В пастеризованное молоко вносят бактериальную закваску в количестве 0,8-1,2%. Температура свертывания +28...+33°С, продолжительность — 40-70 мин. Готовый сгусток режут на кубики размером сторон 15-20 мм и после остановки осторожно производят вымешивание. В зависимости от состояния сгустка вымешивание зерна длится 15-20 мин. При быстром обезвоживании зерна и нарастании кислотности сыворотки продолжительность вымешивания необходимо сократить. Кислотность сыворотки при этом должна быть на 6-7 °Т ниже кислотности молока при его свертывании. Температура второго нагревания +33 °С. Размер готового зерна 10-15 мм. Сыр формуют насыпью в групповых формах. Самопрессование продолжается 4-5 ч при температуре +18...+20°С. Рекомендуется сырную массу подпрессовывать при давлении 5-10 кПа в течение 1,5-2 ч. Влажность сыра после самопрессования 57-61 %, pH 5,3-5,4. В конце прессования чеддеризация должна быть завершена, что определяется кислотностью сыворотки 64-70 °Т, сырной массы — 140-160 °Т. После прессования брынзу охлаждают до возможно низкой температуры, поливая сыр холодной водой температурой +8...+10 °С. Охлаждать бруски можно на формовочном столе или в ванне с холодной водной с температурой в вышеуказанных пределах в течение 1-2 ч. После охлаждения бруски брынзы помещают в бассейн с рассолом концентрацией 18-22 %, при температуре +10...+12°С. Допускается укладка брынзы в два ряда, не больше. Поверхность кусков верхнего ряда брынзы нужно посыпать солью. Через 5-7 суток сыр переносят в кислосывороточный рассол температурой +8...+12 °С, где его выдерживают 13-15 суток до упаковывания. Концентрация сывороточного рассола в период посолки должна быть 14-18%, а во время хранения — 12-13 %. В случае использования кислосывороточного рассола

брынза получается более мягкой и кисловатой. Влажность зрелого сыра должна быть не более 53 %, активная кислотность — 5,20-5,35 ед. pH. После посолки брынзу укладывают в деревянные бочки. Бруски брынзы укладываются по возможности плотно, получаемые пустоты по окружности бочки закладываются половинками брусков, получаемых разрезанием по диагонали. Затем бочки плотно закрываются верхним дном и через отверстие в них заливается рассол. Зрелая брынза в бочках при необходимости хранится в камерах с температурой воздуха +6...+8 °С.

12.7. Самопрессующиеся сыры с копчением сырной массы

Кабардинский сыр. Продукт должен содержать жира не менее 45 % в сухом веществе, влаги не более 40 % и соли 3-5 %. Сыр имеет чистый, несколько острый вкус со специфическим привкусом и запахом копчения, консистенция однородная, допускается легкая крошливость. Рисунок состоит из глазков неправильной формы. Сыр формуется в виде низкого цилиндра с закругленной боковой поверхностью диаметром 18-20 см, высотой 6-8 см и массой 1,5-2 кг.

В пастеризованную и нормализованную смесь добавляют бактериальную закваску в количестве до 0,5 %. Готовый сгусток разрезают ножами на кубики размером 8-9 мм. Величина готового сырного зерна к концу постановки должна быть 6-8 мм. Температура второго нагревания устанавливается на +4...+6 °С выше температуры свертывания. Продолжительность нагревания 5-10 мин при непрерывном вымешивании. Продолжительность обработки сгустка с момента начала его резки до готовности зерна 35-40 мин. Готовое зерно выкладывают, предварительно удалив сыворотку, сетчатыми ковшами в слегка конические плетеные корзины, выстланные салфетками из редкого полотна или серпянки. После наполнения форм сыр оставляют для самопрессования на 6-8 ч, периодически переворачивая его. Температура помещения, где происходит самопрессование сыра, должна быть +15...+20 °С. После посолки сыру дают обсохнуть в течение суток и помещают в коптильную камеру, в которой поддерживается температура +15...+20°С, продолжительность копчения 4-6 дней. Для копчения сыр укладывают на решетку и во время копчения его

переворачивают 4-6 раз для сохранения формы. Лучшим материалом для копчения сыра являются опилки из древесины лиственных пород, не содержащих смолистых веществ. После копчения сыр помещают на сутки в помещение с температурой +15...+18 °С для постепенного охлаждения. Затем его моют теплой водой, обсушивают одни сутки и помещают в камеру для созревания при температуре +14 °С. Сыр реализуют в возрасте не менее 25 дней со дня его выработки.

12.8. Микробиологические процессы при созревании сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы

При созревании сыров этой группы основная роль принадлежит мезофильной заквасочной микрофлоре, развивающейся внутри сыра. Посторонняя поверхностная микрофлора (плесень, слизь и др.) может изменить характер созревания, поэтому при ее появлении сыры моют.

В первые дни созревания таких сыров общее количество микроорганизмов достигает 1-2,5 млрд КОЕ/г. Так, в голландском сыре в первые 10 дней общее количество микроорганизмов колеблется в пределах от 2 до 4 млрд КОЕ/г, при этом из них наибольшую часть составляют лактококки — 2-2,5 млрд КОЕ/г. Уровень молочнокислых палочек на 10-30-й день достигает 60-200 млн КОЕ/г; только в 1,5-2-месячном возрасте их количество увеличивается до 300-400 млн КОЕ/г.

В сырах типа чеддер в первые сутки после прессования отмечается максимальный объем микрофлоры, количество микроорганизмов достигает 2-4 млрд КОЕ/г, при этом большинство из них составляют лактококки. Затем до конца созревания общее количество бактерий снижается.

В созревании российского сыра главная роль принадлежит молочнокислым микроорганизмам. Максимальное количество бактерий в этом сыре отмечается в 5-суточном возрасте, в дальнейшем идет постепенное их уменьшение до конца созревания. Наряду с лактококками в созревании российского сыра принимают участие молочнокислые палочки типа Lbc. casei, Lbc. plantarum, которые проявляют свою активность в основном во втором периоде созревания, т. е. в 1,0-1,5-месячном возрасте. Их развитие ведет к более глубокому расщепле-

нию белков сырной массы с образованием специфического для российского сыра слегка кисловатого сырного вкуса с легким пряным привкусом и ароматом диацетила.

Развитие микрофлоры в рассольных сырах характеризуется постепенным ростом общего количества бактерий до определенного максимального значения и последующим уменьшением его в дальнейшем. В традиционных рассольных сырах наибольшее количество микрофлоры наблюдается после самопрессования или прессования и достигает 2 млрд КОЕ/г сыра. Такой объем микрофлоры сохраняется в течение 5-7 дней созревания сыра в рассоле. В первые 5-10 дней молочный сахар и лимонная кислота сбраживаются, накапливаются белковые продукты распада. В дальнейшем, по мере того как поваренная соль все больше диффундирует в сырную массу, микробиологические и биохимические процессы в сырах замедляются. К концу пребывания сыра в рассоле количество бактерий в нем снижается до нескольких сотен миллионов КОЕ/г.

В свежих рассольных сырах развитие микрофлоры так же претерпевает изменения, как и в традиционных. Однако из-за повышенного содержания влаги микробиологические и биохимические процессы протекают в них более интенсивно. Максимум в развитии микрофлоры свежих рассольных сыров приходится на 3-5 день созревания и достигает 2-4 млрд КОЕ/г. В дальнейшем наблюдается постепенное уменьшение количества микрофлоры.

Для сыров с чеддеризацией и плавлением сырной массы характерно активное протекание молочнокислого брожения в процессе выработки сыра. При содержании в смеси перед свертыванием молока 50-100 млн КОЕ/г к началу чеддеризации объем микрофлоры увеличивается в 4-5 раз и составляет 200-400 млн КОЕ/г, а к концу чеддеризации достигает 1,2-2,8 млрд КОЕ/г.

12.9. Полутвердые самойрессующиеся сыры

К классическим полутвердым сычужным сырам с низкой температурой второго нагревания, созревающим при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры сырной слизи, относят сыры латвийский, пикантный, пятигорский и каунасский.

Химический состав этих сыров представлен в табл. 12.13.

Латвийский сыр вырабатывается с содержанием жира в сухом веществе 45 %, пикантный — 55 %, пятигорский — 50 %, каунасский — 30 %. Все сыры вырабатываются из пастеризованного молока. Подготовленное молоко температурой +30...+34 °С свертывается молокосвертывающим ферментом в течение 30-40 мин, причем более низкую температуру и длительное свертывание применяют при выработке каунасского (низкожирного) сыра.

Готовый сгусток режут, дробят, обсушивают, удаляют из аппарата выработки сырного зерна сыворотку (до 60 %) и проводят второе нагревание зерна до температуры +36...+40 °С (для жирных сыров) и+30...+34°С (для низкожирных сыров) в зависимости от кислотности молока и активности бактериальных заквасок.

Таблица 12.13. **Химический состав сыров, созревающих при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры слизи**

Сыр	Содержание, %		
	жира в сухом веществе	влаги, не более	хлорида натрия
Латвийский	45 (± 1,6)	48	2,0-2,5
Пикантный	55 (± 1,6)	44	2,0-2,5
Пятигорский	50 (± 1,6)	46	1,5-2,0
Каунасский	30 (± 1,6)	52	2,0-3,0

При выработке таких сыров проводится частичная посолка в зерне, а сырная масса формуется способом налива или насыпью с применением индивидуальных или групповых форм (для сыров пикантный и пятигорский массой 1-1,6 кг). В результате формования наливным способом или насыпью в этих сырах образуются глазки неправильной, угловатой и щелевидной формы. При правильном ведении технологического процесса выраженных пороков рисунка практически не наблюдается. Рисунок, состоящий из глазков неправильной формы, в значительной степени препятствует образованию пороков, обусловленных интенсивным газообразованием во время созревания сыров. В пустотах сырной массы, образовавшихся во время формования, скапливается часть избыточного газа, который удерживается в них вследствие противонаправленного давления сырного теста. При раз-

витой системе полостей сырная масса обладает значительной аккумуляционной способностью в отношении газа, не допускающей образования пустот, значительно превышающих размеры нормальных глазков. При дальнейшем созревании газы, испытывающие внутри сыра некоторое давление, диффундируют наружу.

При выработке латвийского, пятигорского и каунасского сыров используют бактериальные закваски мезофильных молочнокислых стрептококков, пикантного — бактериальную закваску для масла, пятигорского — бактериальную стрептококковую закваску с добавлением штаммов культуры Lbc. helveticum. В созревании сыров этой группы участвует микрофлора сырной слизи, состоящая из плесеней Oidium lastis, дрожжей и B. linens, которые культивируются на поверхности сыров. Повышенное содержание влаги в сырах и сохранение ее во время созревания, вследствие высокой относительной влажности воздуха в камерах созревания, способствует интенсивному протеканию микробиологических процессов. Количество бактерий в сырной массе в первые дни созревания составляет 1-10 млрд КОЕ в 1 г сыра. Основную массу микрофлоры составляют молочнокислые бактерии. Невысокая температура обработки сырного зерна способствует интенсивному развитию лактококков, вследствие чего они в это время являются преобладающей частью микрофлоры. В дальнейшем после разложения молочного сахара общее количество лактококков уменьшается. На поверхности сыра в первые дни созревания (вследствие кислой среды и высокой относительной влажности воздуха) бурно развиваются плесени рода Oidium lactis и дрожжи рода Torulopsis и Mycoderma. Количество дрожжей на 1 $см^2$ поверхности сыра в начале созревания исчисляется десятками миллионов, а в конце созревания — миллионами и сотнями тысяч. Наибольшее количество плесеней бывает в начале созревания. В процессе жизнедеятельности плесени интенсивно разлагается молочная кислота, понижается активная кислотность поверхностных слоев сыра. По мере снижения активной кислотности с нарастающим темпом начинают развиваться микрококки и протеолитические бактерии сырной слизи. Этому процессу также способствует накопление витаминов и ростовых веществ, образующихся в результате отмирания и автолиза дрожжей. В состав микрофлоры слизи кроме дрожжей и плесеней входят B. linens, B. bruneum, B. limburgensis, Micrococcus varians, Micrococcus

freudenreihii, Micrococcus caseolyticus, Micrococcus limburgensis, а также молочнокислые бактерии. Протеазная активность микрофлоры слизи возрастает по мере созревания. Протеазы B. linens, продуцирующиеся в прижизненный период, расщепляют параказеин до полипептидов и аминокислот. Наряду с этим интенсивно выделяется аммиак вследствие дезаминирования азотистых веществ. Наибольшее количество протеолитических бактерий слизи (сотни миллиардов на 1 $см^2$ поверхности сыра) бывает в сыре 3-недельного возраста. В последующем протеолитические бактерии начинают отмирать.

Во время созревания регулируют развитие слизи на поверхности сыра, которая появляется через 6-8 суток после посолки. До этого сыры перетирают влажной салфеткой и переворачивают через каждые 2-3 дня. В последующем слизь растирают каждые 3-5 дней с одновременным переворачиванием головок сыра. Нельзя допускать чрезмерно обильного развития слизи, которая ведет к размягчению корки и порче сыра, а также подсыхания поверхности сыра. В последнем случае может развиться плесень, увеличатся потери от усушки сыра. Консистенция сыров этой группы, созревающих со слизью на поверхности, характеризуется меньшей твердостью и упругостью и большей пластичностью, чем твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания аналогичной жирности.

Сыры, достигшие кондиционного возраста, перед упаковкой в пергамент, пленку или перед парафинированием обсушивают (латвийский сыр) или обмывают (пикантный, пятигорский, каунасский), а затем обсушивают.

Сыр латвийский. Форма сыра — брусок с квадратным основанием длиной и шириной 14-15 см, высотой 7-9 см. Масса головки сыра— 1,5-2,5 кг. Вкус и запах — выраженный сырный, острый, слегка амминный. Тесто пластичное, нежное, однородное. Рисунок состоит из глазков угловатой или овальной формы, расположенных по всей массе. Корка ровная, покрытая тонким слоем слизи.

Его вырабатывают из пастеризованного молока, по классической технологии сыров, созревающих при участии микрофлоры сырной слизи. Перед свертыванием молоко должно быть более зрелым, чем при изготовлении голландского сыра, и иметь кислотность 20-22°Т Свертывание проводится при температуре +32...+34 °С в зависимости от степени зрелости молока. Зерно ставят сравнительно

крупным — 8-10 мм. Принятые параметры обработки сгустка и зерна, температурно-влажностный режим созревания обеспечивают высокую влажность продукта — 42-43 %.

Латвийский сыр формуют наливом. Оптимальная влажность сыра перед посолкой 45-47 %, активная кислотность pH 5,2-5,3. В конце посолки в сыре сбраживается основная масса молочного сахара и устанавливается наиболее высокая активная кислотность за весь период созревания. После посолки на поверхности сыра развивается аэробная микрофлора, состоящая из бактерий, дрожжей и плесеней, которая потребляет кислоту и осуществляет нейтрализацию излишка молочной кислоты. В результате снижения кислотности на поверхности сыра создаются условия для последующего развития микрофлоры слизи, для которой среда должна быть менее кислой и может доходить до нейтральной или слабощелочной, оптимальной для действия протеолитических ферментов (pH 6,7-7,0). Микрофлора слизи осуществляет активный протеолиз белков, вследствие чего образуются водорастворимые азотсодержащие компоненты (вплоть до аминокислот и аммиака). Образовавшиеся протеолитические ферменты с поверхности сыра диффундируют в глубинные слои, интенсифицируя расщепление белков. Параллельно происходит диффузия щелочных продуктов протеолиза, которые понижают активную кислотность сырной массы. Повышение pH способствует улучшению консистенции и ускорению протеолиза белков сыра. Таким образом, микрофлора слизи не только обусловливает интенсивный процесс созревания в поверхностном слое сыра, но и положительно влияет на вторую стадию созревания во внутренних слоях сыра. Необходимо также отметить, что аэробная микрофлора сыров обладает большой липолитической активностью. Продукты липолиза также участвуют во вкусообразовании.

Уход за сыром в процессе созревания состоит в переворачивании сыра, поддерживании поверхности его в умеренно влажном состоянии, предотвращении появления плесени и перетирании слизи, образующейся на его поверхности. При переворачивании сыр каждый раз помещают на сухую полку. Первое перетирание влажной салфеткой, смоченной в теплой воде, производят через 5-7 суток после посолки. В течение первого месяца слизь растирают каждые 5-7 суток для равномерного распределения ее и подражания в умеренно влажном

состоянии поверхности сыра. В дальнейшем перетирания производят через каждые 10-12 суток. С появлением желтой слизи корка становится эластичной, мягкой. Созревавший сыр должен иметь корку, покрытую тонким слоем влажной, но не жидкой сырной слизи. По достижении кондиционной зрелости сыр обтирают, слегка обсушивают в упаковочном помещении и завертывают в пергамент или подпергамент. Продолжительность созревания — 60 суток. Оптимальная массовая доля влаги зрелого сыра от 42 до 43 %, активная кислотность pH 5,4-5,5.

Некоторые виды сыров (пикантный, пятигорский, каунасский), созревающие при участии микрофлоры слизи, вырабатываются по модифицированной технологии латвийского сыра. Чтобы получить продукт менее острый по вкусу и запаху, слизь с головки сыра удаляют во второй половине созревания. Эти сыры имеют более короткий срок созревания, который в основном обеспечивается повышением влажности. Если у латвийского зрелого сыра соотношение между белком и влагой составляет 0,56, то у сыров пикантного и пятигорского оно равняется 0,45-0,49. Для сыра каунасского пониженной жирности это соотношение равно 0,55, при этом влажность каунасского сыра после прессования на 7-8 % выше, чем у латвийского. Установлено, что с понижением содержания жира в сухом веществе на 10 % оптимальная влажность зрелого продукта должна быть выше на 3-4 %. В сырах пониженной жирности создаются условия для большей интенсивности развития микрофлоры по сравнению с сырами повышенной жирности. Это обусловливается не только пониженной температурой второго нагревания, но и повышенной влажностью; для этого сырное зерно ставится довольно крупным (1-1,5 см), его обработка проводится при температуре, близкой к температуре свертывания. Поскольку температура второго нагревания при умеренной кислотности не влияет на количество связанной воды, то обеспечивается достаточно высокое содержание свободной влаги, которая является средой для протекания микробиологических и биохимических процессов. Этот фактор способствует интенсификации накопления вкусовых и ароматических веществ и улучшению консистенции сыра. Второе нагревание проводят водой, пастеризованной при температуре +75...+80 °С. Количество воды, необходимой при выработке пикантного сыра, составляет 15-20 % от количества смеси, при выработке пятигорского — 5-7 %. Температура второго нагревания по-

нижается с уменьшением содержания жира в сыре. Для пикантного сыра она составляет +38...+40 °С, пятигорского — +36...+38 °С. Это связано в первую очередь со значительным улучшением синеретических свойств сычужного сгустка при понижении в нем жира.

Формование пикантного и пятигорского сыров проводят наливным способом. Сыры пикантный и пятигорский имеют форму прямоугольного бруска. Их вкус и запах менее острый, чем у латвийского сыра, консистенция мягкая. Сыры после обсушки и наведения корки покрывают парафинополимерным сплавом или могут упаковать в пленку. Продолжительность созревания сыра пикантного малого — 35 дней, пикантного большого — 45 дней, пятигорского — 15 дней.

Каунасский сыр. В производстве каунасского сыра допускается нормализация смеси молока пахтой в количестве до 20 % вместо обезжиренного молока, а также применение свежих подсырных сливок. Если кислотность сыворотки повышается до 15-16 °Т, то добавляют пастеризованную воду с таким расчетом, чтобы перед формованием кислотность сыворотки была 13-14 °Т. При этом имеется в виду, что при добавлении воды в количестве 5 % кислотность сыворотки понижается приблизительно на 1 °Т. Частичную посолку в зерне проводят за 15-20 мин до конца его обработки. Предварительно перед посолкой в зерне удаляется сыворотка в количестве 30 %. Продолжительность вымешивания зерна с сывороткой обусловливается его способностью к обезвоживанию с таким расчетом, чтобы содержание влаги перед посолкой соответствовало 53-55 %. Сыры формуют насыпью или наливным способом при давлении 10-20 кПа в течение 0,5-1 ч. Уход за сыром во время созревания заключается в регулировании развития слизи. Перед реализацией она удаляется мойкой. После наведения корки сыры покрывают парафинополимерным сплавом или упаковывают в пленку. Продолжительность созревания сыра — 35 дней.

По сходной технологии вырабатывают сыры нямунас и рамбинас.

12.10. Мягкие сыры

Микрофлора, применяемая при выработке и созревании, определяет вид и характерные особенности мягких сыров, обусловливает направленность микробиологических, биохимических процессов, протекающих в молоке и сырной массе, а также влияет на образование вкуса и запаха сыра, его физико-химический состав.

В зависимости от вида применяемых бактериальных культур — плесеней, микрофлоры сырной слизи, участвующих при выработке и созревании, — мягкие сыры подразделяют на следующие группы:

сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и белой плесени, развивающейся на поверхности сыра (русский камамбер, белый десертный);

сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий, а также белой плесени и микрофлоры сырной слизи, развивающихся на поверхности сыра (смоленский, любительский зрелый);

сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры сырной слизи, которая развивается на поверхности сыра (дорогобужский, калининский, дорожный);

сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и голубой плесени, которая развивается в тесте сырной массы (рокфор);

сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий (любительский, нарочь).

Их химический состав представлен в табл. 12.14.

Таблица 12.14. **Химический состав мягких сыров**

Сыр	Содержание, %		
	жира в сухом веществе	влаги, не более	поваренной соли, не более
Русский камамбер	60 (±1,6)	55	2,5
Белый десертный	50 (±1,6)	65	2,5
Смоленский	45 (±1,6)	50	2,5
Любительский зрелый	50 (±1,6)	50	2,5
Дорогобужский	45 (±1,6)	50	2,5
Калининский	50 (±1,6)	50	2,5
Дорожный	50 (±1,6)	48	2,5
Рокфор	50 (±1,6)	48	5,0
Любительский	50 (±1,6)	58	2,0

Главные моменты технологии мягких сыров, отличающие ее от технологии твердых сыров, следующие:

высокая зрелость молока (22-25 °Т) и продолжительное свертывание;

основной процесс выделения сыворотки из сырной массы происходит при низкой температуре (свертывания молока и обсушки сырной массы совмещаются);

разрезают сгусток мельче, чем при производстве твердых сыров;

создают большую удельную поверхность сыра, придавая ему малые размеры или обеспечивая сообщение с наружной атмосферой внутренних полостей;

используют аэробную микрофлору для понижения кислотности сырной массы.

В производстве мягких сыров применяется более высокая температура пастеризации молока, внесение повышенных доз бактериальных заквасок (из расчета 1,5-2,5 % активизированной закваски), включающих кислотообразующие и ароматобразующие молочнокислые лактококки (для отдельных видов и молочнокислые палочки), получение более плотного сгустка, постановку сырного зерна большего размера (15-20мм русский камамбер, пятигорский, рокфор и др.), отсутствие второго нагревания сырного зерна. Сыворотка при производстве таких сыров отделяется от сырного зерна путем самопрессования, и только при выработке отдельных видов сыров применяется слабое прессование при давлении 1-5 кПа. Во время формования и самопрессования интенсивно протекает процесс молочнокислого брожения, в результате которого уже в первые дни созревания в сырной массе сбраживается молочный сахар, а активная кислотность достигает pH 4,2-4,5; при этом накапливается большое количество молочной кислоты, которая в последующем задерживает развитие молочнокислых бактерий. Без нейтрализации излишка молочной кислоты созревание сыра практически останавливается. Это положение относится ко всем мягким сырам. Для устранения излишка молочной кислоты, тормозящего созревание сыра, заложены условия в самом сыре, на поверхности которого всегда развивается аэробная микрофлора, сначала предпочитающая высокую кислотность и понижающая ее (дрожжи, плесени), затем ее сменяет микрофлора, предпочитающая менее кислую, нейтральную и щелочную реакцию питательной среды (щелочеобразующая микрофлора сырной слизи). Развитие микрофлоры, сменяющейся таким образом, сопровождается образованием значительного количества соединений^ нейтрализующих молочную кислоту. Повышая pH среды, такие соединения снова создают благоприятные условия для развития

молочнокислых микроорганизмов и действия вырабатываемых ими протеолитических ферментов. В результате такого взаимодействия белки сырной массы расщепляются с образованием большого количества растворимых азотистых соединений, главным образом пептидов. При этом аминокислот в таких сырах, по сравнению с твердыми (полутвердыми) сычужными сырами, накапливается сравнительно мало.

Мягкие сыры вырабатывают небольших размеров с высокой удельной поверхностью, что усиливает влияние поверхностной микрофлоры на процесс созревания. Уход за коркой мягких сыров направлен на то, чтобы обеспечить развитие на ее поверхности микробиологических процессов, сопровождающихся разрушением и связыванием молочной кислоты. Так как понижение количества молочной кислоты происходит с поверхности, то там раньше возникают условия, способствующие развитию процессов созревания. Таким образом, созревание большинства мягких сыров происходит от поверхности головок сыра к центру.

Многие мягкие сыры, в отличие от твердых, имеют нежную мягкую консистенцию и более повышенное содержание влаги в готовом продукте.

12.10.1. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и поверхностной белой плесени

Русский камамбер вырабатывают с применением плесени *Penic. candidum,* которая определяет вид сыра. Плесень растет на поверхности сыра и образует довольно толстый белый пушистый слой мицелия, внедряющийся в поверхностный слой сырного теста. При развитии плесень потребляет молочную кислоту, в результате чего кислотность сырной массы снижается. Плесень способна также частично разлагать белки сыра. Нормальное развитие на поверхности сыра культурной плесени придает ему специфические грибные вкус и запах. Он имеет форму низкого цилиндра диаметром 6-10 см, высотой 2-3 см и массой 0,13 кг.

В пастеризованное молоко при температуре +8...+10 °С добавляют 0,3-0,5 % закваски и оставляют на созревание в течение 10-14 ч. Кислотность молока перед свертыванием — 21-22 °Т. Культуру плесени *Penic. candidum* добавляют из расчета 380-400 $см^3$ водной суспензии спор плесени на 1 т молочной смеси. Самопрессование продолжается 10-16 ч, во время которого сыры три раза переворачивают.

Влажность сыров перед посолкой 53-55 % и активная кислотность pH 4,7-4,8. Их солят в 18-20%-м рассоле в течение 60-90 мин. После обсушки сыры созревают при температуре+10...+12 °С и относительной влажности воздуха в течение 7-12 суток. Влажность зрелого сыра 48-50 % и активная кислотность pH 4,9-5,2. Сыр русский камамбер при более длительной выдержке в процессе созревания (20-25 дней) становится более выраженным с острым грибным вкусом и аммиачным запахом, активная кислотность сыра снижается до pH 5,5-5,8.

Уход за сырами, созревающими при участии белой плесени, состоит в наблюдении за ее развитием, своевременном ограничении ее роста и соблюдении санитарных правил, исключающих заражение поверхности сыра посторонними плесенями. После созревания каждую головку сыра режут пополам, заворачивают в фольгу и укладывают по две половинки в индивидуальные коробки.

Вкус и запах зрелого сыра — чистый, кисломолочный или кисломолочный со слегка грибным или выраженным грибным привкусом и легкой горечью; консистенция — нежная, однородная по всей массе или слегка мажущаяся в подкорковом слое, с наличием небольшого ядра (не более 1,5 см) в центре из более плотного сырного теста. Сыр рисунка не имеет, поверхность его покрыта белой плесенью. Белый десертный сыр вырабатывают по сходной технологии.

12.10.2. Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых и щелочеобразующих бактерий сырной слизи и плесеней

Любительский зрелый сыр вырабатывают из пастеризованного молока по технологической схеме сыра бри. В созревании принимают участие помимо молочнокислых бактерий микрофлора сырной слизи Brevibact. linens и белая плесень. Форма сыра — низкий цилиндр с диаметром 13-15 см и высотой 4—7 см. Его масса — 0,8-1,2 кг.

Подготовленную смесь свертывают при температуре +29...+32 °С в течение 40-60 мин, а в случае слабого молочнокислого процесса — и до 90 мин. Довольно плотный сгусток разрезают на кубики, вымешивают в течение 15-20 мин и после закрепления заполняют в формы наливом. Самопрессование проводят при температуре +16...+18°С в течение 16—24 ч с тремя переворачиваниями.

Сыры лучше солить в рассоле в течение 2 ч, а сыры, предназначенные для созревания, — даже 3 ч, используя для этой цели этажеры. Концентрация рассола должна быть 20-22 %, температура +12...+13 °С. После посолки сыры выдерживают в том же помещении в течение 2 дней, при этом два раза переворачивают. После этого сыры переносят в помещение с температурой +12...+15 °С и относительной влажностью воздуха 80-85 %. В этом помещении сыры обсеменяют культурой Brevibact. linens (микрофлора слизи) и спорами плесеней Penic. album и Penic. candidum, если они не внесены в молоко.

На 6-8-й день на поверхности сыров начинает достаточно обильно развиваться белая плесень. Тогда сыры перекладывают на сплошные щитки и переносят в камеру с температурой +11...+12 °С и относительной влажностью воздуха 88-92 %. Объем плесени постепенно уменьшается, и появляется слизь, которая в дальнейшем покрывает всю поверхность. В этой камере сыры созревают 2-3 недели.

Если сыр реализуется в свежем виде, он почти не имеет корочки, его поверхность покрыта легким пушком белой плесени, вкус и запах кисломолочные, слегка острые. Цвет теста от белого до слабо-желтого; консистенция маслянистая, мягкая; на разрезе сыр не имеет рисунка. В зрелом состоянии у сыра тонкая корочка, покрытая тонким слоем красновато-желтой слизи с очагами белой или голубовато-зеленой плесени. В зрелом сыре развивается острый пикантный вкус с легким грибным привкусом. Тесто бывает мягкое, но допускается наличие уплотненного ядра размером 1,5 см.

Кроме любительского сыра в эту группу входят также сыры *охотничий и смоленский.*

Приемы ухода за сырами направлены на культивирование плесени, наблюдение за ее развитием, своевременное ограничение роста плесени и создание условий для развития микрофлоры сырной слизи.

12.10.3. Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых и щелочеобразующих бактерий сырной слизи

Сыр дорогобужский имеет форму куба со слегка выпуклыми боковыми поверхностями и слегка округленными гранями (высота — 7-8 см, длина — 9 см, ширина 9 см). Масса сыра — 0,5-0,7 кг.

Сыр формуют наливом, применяя специальные формовочные столы. Посолку проводят в рассоле концентрацией 18-20 % в течение 12 ч.

Срок созревания дорогобужского сыра составляет 40 дней. В процессе созревания необходимо следить за развитием слизи. При температуре выше +15 °С сыр быстро покрывается слизью, но бывает излишне мягким. Нормальная температура созревания не должна превышать +11...+14°С, процесс протекает несколько медленнее. Повышенная влажность сырной массы и большое содержание в ней молочного сахара содействуют значительному росту молочнокислых бактерий в сыре, количество которых в первые 2-5 дней созревания достигает 7-8 млрд клеток в 1 г сыра. В дальнейшем высокая кислотность замедляет развитие молочнокислых бактерий. Однако развивающаяся на поверхности микрофлора (дрожжи, плесени, микрококки и др.) нейтрализует излишек молочной кислоты. Микрофлора сырной слизи и их ферменты разлагают белок с образованием щелочных продуктов, которые проникают внутрь сыра и снижают кислотность сырной массы. В сырной слизи содержатся дрожжи, палочки (Bact. linens, Bact. casei limburgensis, Bact. bruneum), микрококки, кокки и др. Созревание сыров этой группы происходит с поверхности внутрь сыра. В эту группу сыров также входят сыры калининский и дорожный. Зрелый сыр обсушивают, заворачивают в пергамент, затем — в фольгу либо целлофан.

Готовый сыр имеет мягкую, мажущуюся, маслянистую, ровномерную по всей массе консистенцию, острый, слегка аммиачный, специфический вкус. Допускается ядро из более уплотненного сырного теста размером не более 1,5 см. Разрешается наличие незначительного количества равномерно распределенных по тесту мелких сплющенных глазков. Цвет теста от белого до слабо-желтого (кремового), ровный по всей массе, а в ядре — белый.

В зрелом дорогобужском сыре содержится 21,63 % общего белка; 11,7 % растворимого азота, что составляет более 54 % к общему; 0,83 % аминокислот.

12.10.4. Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых бактерий и голубой плесени

Сыр рокфор — один из самых распространенных мягких сыров. Его разновидности: итальянский, горгонзола, английский стильтон,

датский голубой сыр и др. Типичный рокфор готовят из цельного овечьего молока, но в последнее время во многих странах его стали вырабатывать из коровьего молока. У сыра остро соленый, пикантный, перечный вкус и специфический запах. Тесто нежно-маслянистое, слегка крошливое, от белого до слабо-желтого цвета, по всему тесту на расстоянии 1,5-3 см от боковой поверхности равномерно распределена сине-зеленая плесень. Типичный вкус рокфора обусловливают в основном продукты распада жира. Сыр имеет форму цилиндра диаметром 17-20 см, высотой 9-11 см. Масса сыра — 2,0-2,5 кг.

Молоко для рокфора должно быть достаточно зрелым (24-25 °Т — для коровьего и 28-32 °Т — для овечьего). Добиваются этого добавлением 1-2 % чистых культур молочнокислых бактерий. Культуру плесени вносят в молоко после бактериальной закваски. Сухой порошок плесени из расчета 2-3 г на 100 л молока высыпают в охлажденную кипяченую воду, взбалтывают, оставляют на 5-10 мин, фильтруют через один слой марли и вносят в молоко. Свертывание проводят при температуре +29...+32 °С в течение 30-40 мин (по технологической инструкции разрешается 60-80 мин). Сгусток должен быть плотным. Его разрезают на кубики размерами 12-15 мм, после чего сырную массу вымешивают в течение 40-120 мин, каждые 10-15 мин делают остановки, давая ей возможность уплотняться.

К концу обработки кислотность сыворотки достигает 22-26 °Т при использовании овечьего, 18-20 °Т — при использовании коровьего молока. Когда зерно достигает достаточной плотности, вымешивание прекращают. Затем приступают к формованию. Сыр формуют наливом или насыпью. Формы заполняют сырной массой слоем толщиной 3-4 см. Если в молоко плесень не внесена, каждый такой слой посыпают небольшим количеством порошкообразной сухой культуры плесени *Penic. roqueforti,* отступая от краев сырной массы на 1,5-2 см. На одну головку сыра требуется от 1 до 1,5 г плесени.

Во время формования сырная масса не должнаостывать, поэтому температуру помещения надо поддерживать на уровне+18...+20°С. После формования сыры подвергают самопрессованию в течение 3-4 ч и обсушке. Для последнего переносят сыры в теплое помещение (парильню), где выдерживают 35-45 ч. Там сыры переворачивают вначале через 3 ч, затем через 8 и в конце прессования через 10-12 ч. Температура парильни +18...+22°С, а относительная влажность воздуха 90-95 %.

В период обсушки молочнокислый процесс достигает максимума, вследствие чего сыры дают некоторую усадку. Влажность сыра в это время бывает 47-51 %, при этом он приобретает запах свежего кислого теста. Активная кислотность должна быть pH 4,6^,8.

После обсушки сыры достают из форм, обмывают чистой холодной или теплой (+18...+20°С) водой и приступают к посолке. Для этого сыры помещают в насыщенный рассол (концентрации не менее 20 %) температурой не выше +8...+10°С на 4-5 суток. Лучше солить сыры в контейнерах. После посолки сыр должен иметь несколько больше содержание соли, чем в конце созревания. Затем сыры слегка обмывают и укладывают на ребро на специальных подставках для обсушки в течение суток. После этого прокалывают насквозь (от верхнего до нижнего круга) для доступа воздуха. Перед прокалыванием поверхность сыра зачищают, а плоские стороны соскабливают, чтобы не допустить попадания поверхностной микрофлоры сырной слизи внутрь сыра. На каждом сыре делают от 30 до 40 сквозных проколов специальной машиной (диаметр игл равен 3 мм). При медленном развитии плесени сыры прокалывают еще раз

Созревает рокфор в камерах при температуре +6...+9 °С, относительной влажности воздуха 90-95 % и постоянном притоке воздуха (суточный обмен его — не менее двукратного). Сыры укладывают на ребро на расстоянии 2-3 см один от другого. В процессе созревания необходимо следить, чтобы не образовались слизь и плесень на стеллажах, предупреждать слипание отверстий и деформацию головок. Сыры поворачивают вокруг их оси один раз в два дня.

При нормальных условиях плесень начинает развиваться на 7-10-е сутки после прокалывания. Слизь и плесень удаляют с поверхности сыра соскабливанием, не закрывая наружных отверстий. За период созревания операцию повторяют 2-3 раза. При сильном разрастании плесени отверстия закрывают и переворачивают сыры, ставя их с ребра на полотно. Нежелательно проникновение слизи в сыр, так как она придает ему своеобразный привкус.

Сыр созревает под влиянием молочнокислых бактерий, их ферментов, при участии плесени Penic. roqueforti. Плесень расщепляет жир в сыре и вызывает глубокий распад белков, благодаря чему он приобретает характерные специфические вкус и запах. Созревание длится два месяца. Период высокой температуры предназначен для усиления

молочнокислого процесса. Выдержка при низкой температуре имеет цель — созревание сыра при умеренном развитии плесени и действии ее ферментов, в частности липазы. При высокой температуре созревания липаза вызывает настолько сильное расщепление жира, что сыр получает прогорклый вкус. При низкой же температуре в сыре накапливаются продукты расщепления жира, придающие специфический вкус, сходный со вкусом перца, который особенно ценится у сыров этой группы. Образованию нормальных свойств способствует также высокая концентрация соли в сырной массе.

Хранить рокфор необходимо при низких температурах: первые 1-1,5 месяца при+3...+5 °С, а в дальнейшем — при+1...+3 °С. Для предупреждения излишней усушки зрелый рокфор после предварительного соскабливания слизи и плесени, а также обсушки завертывают в подпергамент или восковку, а затем — в фольгу или целлофан. Упаковывают сыры в ящики с перегородками, по 12-16 головок в каждый.

12.10.5. Мягкие сыры, полученные с применением молочнокислых бактерий

Сыр любительский. Технологический процесс производства любительского сыра включает следующие операции: подготовку молока к свертыванию, свертывание молока, обработку сгустка и формование, самопрессование и посолку сыра.

Нормализованное по жиру молоко пастеризуют при температуре +75 (±1) °С с выдержкой 22 (±2) с. В молоко добавляют активизированную бактериальную закваску молочнокислых лактококков (традиционный способ) в количестве от 0,7-2,0 % от массы перерабатываемого молока и хлорид кальция, 10-30 г безводной соли на 100 кг молока, оставляют при температуре свертывания до нарастания кислотности смеси 23 (±1) °Т, а затем вносят молокосвертывающий фермент. Молоко свертывают при температуре +30 (±2) °С в течение 55 (±5) мин. При медленном развитии молочнокислого процесса продолжительность свертывания может быть увеличина до 90 мин. Готовый сгусток разрезают на кубики размером 2 х 2 х 2 см, вымешивают в течение 15-20 мин и оставляют в покое, а затем сливают 30 % сыворотки. Далее продолжают вымешивание еще в течение 15 мин, снова сливают дополнительно 22 (±2) % сыворотки и выливают в формы,

которые устанавливают на поддоны, выстланные фильтрующей тканью (серпянкой). Формование проводят в металлических цилиндрических или квадратных формах. Самопрессование проводят при температуре +17(±1) °С. Общая продолжительность самопрессования сыра составляет 8 ч. Для ускорения обезвоживания сырной массы и придания сыру правильной формы в процессе самопрессования его периодически переворачивают (2-3 раза).

Массовая доля влаги в сыре после самопрессования составляет 68 (±1) %. Сыр солят в рассоле (температура +10...+12 °С) с концентрацией поваренной соли 20 (±2) % в течение 1,5-2 ч. После посолки сыр обсушивают в камере с температурой воздуха +6 (±2) °С в течение 5 ч и направляют на упаковку.

Брынза «Могилевская». Этот сыр относится к группе мягких ферментируемых сыров и изготавливается из нормализованного пастеризованного молока, путем свертывания его молокосвертывающим ферментным препаратом, с использованием закваски мезофильных молочнокислых лактококков и молочнокислой ацидофильной палочки, с последующей обработкой полученного сгустка, формованием, прессованием, в том числе в системе бестканевых форм автоматизированной линии OBRAM, и предназначается для непосредственного употребления в пищу. В зависимости от жира брынзу «Могилевская» изготавливают с массовой долей жира в сухом веществе 30 и 40 %, влаги не более 68 и 64 % соответственно. Массовая доля поваренной соли 0,8-2,5 %.

Таблица 12.15. **Форма, размер и масса сыра брынза «Могилевская»**

Форма	Размеры, см				Масса, кг
	длина	ширина	высота	стороны основания	
Низкая треугольная призма с закругленными гранями. Допускается легкая выпуклость поверхностей и небольшие деформации			3-5	9,5-10,5 8,5-9,5	100-500
Прямоугольный брусок. Допускаются небольшие деформации поверхностей	до 15	до 10	до 5		100-700

Таблица 12.16. **Органолептические показатели сыра**

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Поверхность гладкая, допускаются отпечатки перфорации
Вкус и запах	Чистый кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов, умеренно соленый
Консистенция	В меру плотная, однородная по всей массе сыра, тесто слегка ломкое на изгибе
Рисунок	Отсутствует, допускается наличие небольшого количества пустот и щелей
Цвет теста	От белого до светло-кремового, равномерный по всей массе

По форме, размерам и массе сыр должен соответствовать характеристикам, указанным в табл. 12.15. Органолептические показатели сыра приведены в табл. 15.16.

Особенностью производства брынзы «Могилевская» по сравнению с другими мягкими свежими сырами является совместная активизация заквасочной микрофлоры сухих и (или) глубокозамороженных бактериальных культур DVS для сыров с НТ2Н (состоящих из мезофильных молочнокислых лактококков и ацидофильной палочки) зарубежного производства и молокосвертывающего фермента на стадии выработки сыра (в сыроизготовителе), а также полная посолка в зерне, что позволяет получить пробиотический продукт высокой биологической ценности (содержание ацидофильной палочки КОЕ не менее 10^6/г) и снизить материальные расходы на покупку бактериальных заквасок и молокосвертывающие ферменты.

12.11. Кисломолочные сыры

Производство кисломолочных сыров отличается от сычужных способом коагуляции казеина. В первом случае казеин в молоке коагулируется при помощи молокосвертывающих ферментов, в результате действия которых он переобразуется в параказеиновый комплекс. Во втором случае используют кислотное, кислотно-сычужное и термокислотное свертывание молока. Технология получения кисломолочных сыров, где используется кислотное и кислотно-сычужное свертывание белков, близка к технологии творога.

Кисломолочные сыры обычно реализуются в свежем виде, их консистенция является мягкой. Отличаются высокой кислотностью и влажностью.

Химический состав основных видов свежих кисломолочных сыров приведен в табл. 12.17.

Таблица 12.17. Химический состав сыров

Сыр	Массовая доля, %		
	жира в сухом веществе	влаги, не более	поваренной соли, не более
Чайный	50 (±1,6)	57	1,0
Клинковый	30 (±1,6)	64	2,0
Нежный	60 (±1,6)	68	1,2
Таежный	45 (±1,6)	60	2,0
Сосновский	40 (±1,6)	65	2,0
Городской	40 (±1,6)	62	1,0
Адыгейский	45 (±1,6)	60	2,0
Белковый	30 (±1,6)	65	1,5
Свитанак	30 (±1,6)	62	1,5
Сыр из козьего молока	30 (±1,6)	67	1,5
Домашний	20 (±1,6)	80	1,0
Сливочный:			
сладкий;	40 (±1,6)	56	-
острый	50 (±1,6)	65	1,5
Волжанка	40 (±1,6)	60	1,0

Изменять активную кислотность в широких пределах, в отличие от ферментируемых (сычужных) сыров, не представляется возможным. Вследствие этого, а также по причине отсутствия процесса созревания сырной массы в них не накапливается значительного количества водорастворимых форм белка. Разница между мягкими сычужными и мягкими кисломолочными сырами в отношении образования вкуса и запаха значительно меньше, чем разница между твердыми сычужными и твердыми кисломолочными сырами, особенно если вырабатывать мягкие кисломолочные сыры из жирного творога.

В производстве кисломолочных сыров представляется возможным использовать высокую температуру пастеризации до ±85 °С, что исключено в технологии сычужных сыров. Это позволяет повысить выход и улучшить консистенцию.

При производстве сыра адгейского применяется термокислотная коагуляция при температуре порядка ±93...±95°С, что обеспечивает полный переход сывороточных белков в продукт. Эта температура совмещена с температурой пастеризации сырной массы.

К сырам, получаемым с использованием термокоагуляции белков молока, относится белковый, свитанак, сыр из козьего молока.

В производстве кислотно-сычужных сыров представляется возможным использовать вкусовые наполнители растительного происхождения (тмин, чеснок, столовую зелень, папаротник и др.). Также мягкие сыры могут вырабатываться с использованием растительных соевых белков и с пробиотическими свойствами, с применением биологически активных добавок, а также бифидобактерий.

Сливочные сыры являются продуктом комбинированного состава. В их производстве применяется кислотно-сычужный творог, который смешивается с наполнителями (сахар, желатин), расплавленный сыр и дрь /

Сыр чайный. Его вырабатывают из пастеризованного, нормализованного^молока и выпускают в реализацию только свежим. Вкус кисломолочный, слегка солоноватый, чистый. Тесто однородное, нежное, от белого до слабо-желтого цвета.

Молоко нормализуют, пастеризуют и охлаждают до температуры ±30...±32°С и вносят 1,5-2,5% закваски молочнокислых бактерий (лактококков) и хлорида кальция — 10 г на 100 кг молока. После внесения чистых культур примерно через 1-1,5 ч добавляют водный раствор молокосвертывающего фермента активностью 100 000 ед. в количестве 1 г на 1 т молока. Молоко сквашивается при ±30...±32 °С в течение 6—9 ч. Для уменьшения отстоя сливок и потерь жира с сывороткой можно первые 1,5-2 ч перемешивать молоко. Готовый сгусток должен иметь кислотность 70-75 °Т, а кислотность сыворотки — не менее 40-45 °Т Сгусток разрезают на кубики, оставляют на 20-30 мин для уплотнения, а затем выкладывают в бязевые мешки для самопрессования. В течение 1,5-2 ч сыворотка отделяется, после чего сырную массу подпрессовывают в течение 1,5-2 ч. Температура помещения (камеры) для прессования не должна превышать ±8 °С. После прессования сырную массу смешивают в смесителе с 1,2 % соли и выдер-

живают 30 мин для ее полного растворения. Готовую массу фасуют в потребительскую упаковку вместимостью 100-500 г.

К этой подгруппе также относятся сыры нежный, таежный, сосновский и городской. Отличительной особенностью первых двух сыров является высокая температура пастеризации молока, равная +82...+88 °С. Их выпускают в реализацию в виде сформованных головок.

\/ Сыр клинковый сшшньш. Производят этот сыр как кислотно-сычужным способом, так и кислотным. Вкус чистый, кисломолочный, в меру соленый. Цвет — от белого до светло-желтого, равномерный по всей массе, рисунок отсутствует. По внешнему виду — это клинок с закругленными или плоскими гранями длиной 12-21 см, шириной острого конца 4-7 см, тупого конца 9-14 см, высотой 3-5 см. Масса продукта не более 1,2 кг.

При производстве клинкового сыра кислотно-сычужным способом подготовку молока к сквашиванию осуществляют практически аналогично сыру чайному. Продолжительность сквашивания 6-10 ч, при этом доза активизированной бактериальной закваски составляет 1-5 %. При применении кислотного способа дозу бактериальной закваски, с целью ускорения процесса сквашивания, увелчивают до 10 % от массы смеси.

Полученный готовый сгусток должен иметь кислотность 70-80 °Т; разрезают его на кубики размером по ребру около 2 см. Сразу после разрезки сгусток подогревают до +35.. .+38 °С, осуществляя его осторожное перемешивание. Выделившуюся сыворотку в объеме 40-60 % от объема смеси сливают и далее сгусток с оставшейся сывороткой подают на пресс-тележку, выстланную серпянкой, или используют другие виды оборудования для отделения сыворотки. Сгусток подвергают самопрессованию до влажности 72-76 %, но не более 1 ч, после чего сырную массу раскладывают в чистые холщевые мешочки, завязывают и направляют на прессование, продолжительность которого 3-6 ч. Давление пресса сначала — из расчета 6 кг на 1 кг массы; через 1-2 часа — 12 (15) кг на 1 кг массы. Отпрессованный продукт достают из мешочков.

Посолку сыра можно проводить двумя способами:

1) натиранием (2-3-кратное) солью поверхности отпрессованного сыра;

2) посолкой сырной массы в сыроизготовителе после слива 40-60 % сыворотки или в пресс-тележке при влажности сырной массы 72-76 %. После внесения соли проводят перемешивание для ее равномерного распределения.

После прессования и посолки сыры упаковывают в потребительскую тару, охлаждают в камере до температуры +4 (±2) °С и направляют в реализацию.

\J Сыр домашний. Это кисломолочный сыр, который не подвергается длительному созреванию. По составу он близок к маложирному творогу. Отличается от последнего зернистой структурой с достаточно плотной консистенцией зерен. Особенность технологии сыра заключается в подготовке обезжиренного сырного зерна, обладающего некоторой плотностью. Готовое зерно предварительно промывают питьевой пастеризованной водой и охлаждают до +6...+8 °С. Подготовленное сырное зерно смешивают со сливками 13-15 % жирности температурой +1...+4 °С. В сливках, подготовленных к переработке, предварительно растворяют поваренную соль (в среднем 10 кг на 1 т смеси), сливки пастеризуют при +95...+97 °С с выдержкой 20-25 с. Пастеризованные сливки охлаждают до +30 °С, при этой температуре гомогенизируют при давлении (1225-1274>10^{4}Па и охлаждают до +1...+4 °С. После смешивания со сливками сыр домашний температурой +4...+6 °С оставляют на 2 ч для впитывания сливок в зерно и более равномерного их распределения. После этого сырная масса перемешивается и фасуется.

\/ Слшн**)Ч11ы^_сь1г^** вырабатывают из творога, полученного кислотно-сычужным способом. Продукт имеет нежную, пастообразную, маслянистую консистенцию.

После сквашивания сгусток насосом направляют на сепаратор для творога. Полученную белковую массу влажностью 79-80 % охлаждают на трубчатом охладителе до +10...+12 °С. После этого ее смешивают со сливками, вкусовыми наполнителями и стабилизатором желатином. Затем масса гомогенизируется и фасуется в полистироловые коробки массой до 125 и 250 г. Фасованные сыры транспортируют в холодильные камеры, где они в течение 3-4 ч охлаждаются до +4...+5 °С.

12.11.1. Кисломолочные сыры, вырабатываемые термокислотной коагуляцией

Сыр адыгейский. Сыр адыгейский вырабатывают из нормализованного по жирности пастеризованного молока кислотностью не выше 20 °Т путем свертывания его кислой молочной сывороткой, с последующей специальной обработкой. Т. И. Шингаревой установлено, что кислотность молока, идущего на производство адыгейского сыра, должна быть не более 18 °Т, так как большая кислотность значительно увеличивает пригарообразование при тепловой обработке молока и снижает выход продукта на 5-7 %. Что касается других требований к молоку как сырью, оно должно соответствовать молоку не ниже второго сорта, при этом созревания молока не проводят.

Оптимальная кислотность сыворотки-коагулянта 85-120 °Т, так как более низкая кислотность увеличивает потери белков с сывороткой из-еа снижения степени их использования, а более высокая — отрицательно сказывается на консистенции продукта, приводя к его чрезмерной усушке и получению продукции с неодинаковыми физико-химическими показателями. Для ускорения нарастания кислотности сыворотки в нее добавляют до 1 % закваски, приготовленной на чистых культурах болгарской палочки.

В пастеризованное молоко при температуре +93...+95 °С путем разбрызгивания по его поверхности вносят сыворотку-коагулянт в количестве 8-10 % объема смеси. Образующийся после термокислотной коагуляции хлопьевидный сгусток выдерживают при +93...+95 °С до 5 мин и приступают к формованию путем выкладывания горячего скоагулированного белкового сгустка в индивидуальные формы (традиционно применяются плетеные из лозы корзиночки). Сыворотка должна выделяться желтовато-зеленоватого цвета, кислотностью от 20 до 33 °Т. После формования сыр подвергают самопрессованию в течение 10-15 мин. За это время сыр один раз переворачивают, слегка встряхивая форму. После самопрессования производят посолку поверхностей сыра сухой солью из расчета не более 2 % соли в готовом продукте. Формы с сыром направляют в камеры с температурой +8...+10 °С, где выдерживают 16-18 ч. За это время для лучшего просаливания и обсушки сыр в формах переворачивают 1-2 раза.

Продолжительность хранения не более 7 суток (в том числе на предприятиях — не более 3 суток). Температура помещения для хранения сыра должна быть не ниже 0 °С и не выше +8 °С при относительной влажности не более 85 %.

Форма сыра — низкий цилиндр диаметром 18-22 см, высотой 5-6 см. Масса сыра 1-1,5 кг. Вкус сыра слегка кисловатый, в меру соленый, консистенция нежная, несколько уплотненная, рисунка нет. Допускаются на разрезе сыра глазки и пустоты.

При производстве адыгейского сыра термокоагуляцию молока проводят в небольших по объему емкостях, что позволяет быстро отделять образуемый сгусток от сыворотки и получать качественный продукт. Исследованиями, проведенными под руководством Т. И. Шингаревой, установлено, что применение для производства адыгейского сыра емкостей большого объема (сыродельные ванны, сыроизготовители) увеличивает продолжительность выдержки сгустка с сывороткой при температуре коагуляции (из-за увеличения продолжительности отделения сыворотки) до 25-30 мин. При этом массовая доля влаги в полученном сгустке снижается на 5-7 %, а массовая доля жира в сыворотке может достигать 0,6-0,8 %. Это увеличивает риск получения продукта, нестандартного по физико-химическим показателям, крошливой консистенцией и снижает вкусовые качества сыра. Этих недостатков лишены разработанные под руководством Т. И. Шингаревой технологии сыров майский, могилевский.

Сыр майский, могилевский. Эти сыры вырабатывают из пастеризованного и нормализованного молока путем свертывания его кислой молочной сывороткой с последующей обработкой. В отличие от адыгейского сыра, с целью увеличения степени использования молочного сыра и получения более нежной консистенции, применяют гомогенизацию молока. Кроме того, при их производстве значительно снижена доля ручного труда (формование и др.), посолку проводят на стадии варки в сыроизготовителе, что обеспечивает равномерность просаливания по всей массе готового продукта, улучшая органолептические показатели сыров.

По физико-химическим показателям сыры должен отвечать требованиям, указанным в табл. 12.18.

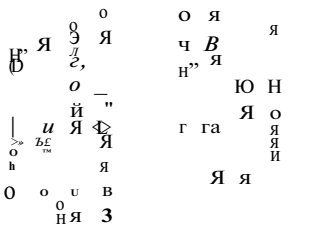
По органолептическим показателям сыр должен соответствовать требованиям, приведенным в табл. 12.19.

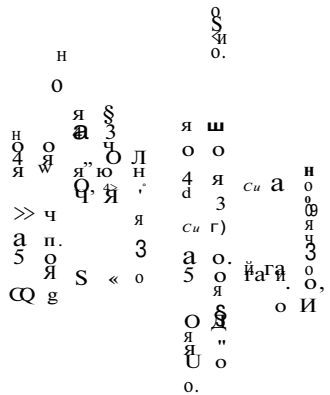
Таблица 12.18. **Химический состав сыров**

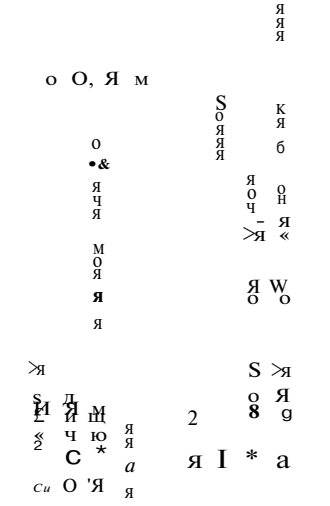
Вид сыра	Массовая доля, %			
	жира в сухом веществе	влаги, не более	соли поваренной	специй
Сыр «Майский»	40 (±1,6)	66	до 1,5	-
Сыр мягкий «Могилевский» без специй	30 (±1,6)	68	до 1,5	
	35 (±1,6)	66	до 1,5	-
	40 (±1,6)	65	до 1,5	-
	45 (±1,6)	62	до 1,5	-
	50 (±1,6)	58	до 1,5	-
Сыр мягкий «Могилевский» со смесью специй	30 (±1,6)	68	до 1,7	0,2-0,25
	35 (±1,6)	66	до 1,7	0,2-0,25
	40 (±1,6)	65	до 1,7	0,2-0,25
	45 (±1,6)	62	до 1,7	0,2-0,25
	50±1,6	58	до 1,7	0,2-0,25

Для изготовления таких сыров применяют молоко коровье кислотностью не более 19 °Т. В качестве коагулянта используют кислую молочную сыворотку (кроме казеиновой), для достижения требуемой кислотности коагулянта (90-140 °Т) сыворотку ферментируют, применяя закваски бактериальные термофильных молочнокислых палочек, включая ацидофильную, разрешенные к применению Министерством здравоохранения Республики Беларусь, а также приготовленные традиционным способом закваски термофильных микроорганизмов прямого способа внесения. При этом для ускорения ферментации молочной сыворотки при использовании последних применяют их активизацию согласно способу, разработанному авторами (патент Республики Беларусь, 2007 г.). В качестве специй могут быть использованы: петрушка, паприка, чеснок, красная смесь специй, зеленая смесь специй, бекон, смесь специй, получаемые по импорту или отечественного производства, разрешенные к применению Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

При производстве сыров отобранное по качеству молоко нормализуют по массовой доле жира. Нормализованную смесь гомогенизируют и пастеризуют при температуре ±92 (±2) °С без выдержки. Допускается выдержка при этой температуре от 10 до 30 мин. Затем осуществДяют термокоагуляцию. Образующийся хлопьевидный сгусток выдерживают. Выделившуюся сыворотку кислотностью 16-25 °Т







в количестве от 70 до 75 % удаляют из сыроизготовителя. Посолку сырной массы производят после коагуляции белка и удаления части сыворотки, путем внесения пастеризованного раствора поваренной соли в количестве, обеспечивающей в готовом продукте нормативные показатели.

Сыр формуют наливом в групповых или индивидуальных формах, а также в пласте, используя формовочный аппарат, пресс-тележки или другие емкости для прессования. Сырную массу разливают в формы или самотеком подают в формовочный аппарат, пресс-тележку или другую емкость, выстланую серпянкой, и осуществляют самопрессование и подпрессовку до достижения требуемой влажности продукта. Затем (для сыров со специями) поверхность сыра натирается специями. Упакованный сыр доохлаждают в холодильной камере до температуры +6 (+2) °С и направляют в реализацию. Срок годности сыра составляет не более семи суток с даты изготовления.

12.12. Производство сыров для плавления

Сыры для плавления бывают нежирные и жирные.

К жирным сырам для плавления относят сыры типа российского 30%-й и 40%-й жирности, сыр ускоренного созревания 40%-й жирности, сыр без созревания и без посолки типа голландского 40%-й жирности и др.

К нежирным сырам для плавления относятся сыры типа голландского, костромского и российского, сыр нежирный ускоренного созревания, сыр без созревания типа голландского и др.

12.12.1. Особенности производства нежирных сыров для плавления

Сыры для плавления нежирные. Сырьем для производства нежирных сыров служит обезжиренное молоко или обезжиренное молоко в смеси с пахтой в соотношении 8:2. Для производства таких сыров используют действующее на сыродельных предприятиях оборудование для натуральных жирных сыров.

Вырабатывают нежирные сыры *для плавления* типа голландского, костромского и российского, сыр нежирный ускоренного созревания.

Особенностью производства таких сыров является обеспечение их выработки с более высоким содержанием влаги, чем у жирных сыров данной группы. Достигается это применением следующих технологических параметров: повышенная кислотность молока перед свертыванием; более низкая температура свертывания молока; меньшая степень дробления сгустка и сырного зерна; меньшая продолжительность обработки и обсушки сырной массы.

Основные технологические параметры производства нежирных сыров приведены в табл. 12.20.

Таблица 12.20. **Параметры производства нежирных сыров для плавления**

Параметр	Сыры нежирные			
	типа голландского и костромского	типа российского	ускоренного созревания	без созревания
1	2	3	4	5
Кислотность смеси перед свертыванием, °Т	22-25	22-24	20-24	20-23
Доза $CaCl_2$ безводного на 100 кг молока, г	20-40			
Доза закваски, % от перерабатываемого молока	1,5-2,5	1,5-2,5	2,0-3,0	1,5-2,5
Температура свертывания молока, °С	28-32	30-32	28-32	28-32
Продолжительность свертывания, мин	30-35	30-40	30-35	30-35
Продолжительность разрезки сгустка и постановки сырного зерна, мин	10-15			
Размеры сырного зерна, мм	8-10	8-10	6-8	8-10
Продолжительность обработки сырного зерна до второго нагревания, мин	10-15			
Продолжительность второго нагревания, мин	10-15	8-10	10-15	10-15

Продолжение табл. 12.20

1	2	3	4	5
Температура второго нагревания, °С	32-35	34-36	32-34	32-35
Продолжительность вымешивания сырного зерна после второго нагревания, мин	20-30			
Общая продолжительность обработки сырного зерна	50-75	50-70	50-75	50-75
Количество вносимой воды во время второго нагревания, % от количества перерабатываемого молока	5-15			
Количество поваренной соли, добавляемой в зерно при частичной посолке, г на 100 кг смеси	200-300	300-500		
Продолжительность выдержки сырного зерна в сыворотке после частичной посолки, мин	25-30	25-30		
Кислотность сыворотки в конце обработки сырного зерна,	15-17	18-19	18-20	15-16
Чеддеризация сырной массы: продолжительность, ч; кислотность сыворотки в конце чеддеризации, °Т	-	-	1,0-1,5 55-60	-
Внесение в измельченную сырную массу: сухой поваренной соли, кг; динатрийфосфата, кг	-	-	2-2,5 3,0-3,5	-
Продолжительность самопрессования, мин	30^10	40-60		30-40
Прессование: продолжительность, ч; давление, кПа	2,0-3,0 5-10	4,0-5,0 20-30	0,5-0,8 15-20	1,5-2,0 15-20
Продолжительность посолки в рассоле, суток	2-3	2-3		2-3

Окончание табл. 12.20

1	2	3	4	5
Созревание: общая продолжительность, суток; температура, °С	30 12-15	30 13-15	15 18-20	5 12-15
Относительная влажность воздуха, %	80--85			
Значение pH сыра: после прессования; перед реализацией	5,1-5,2 5,2-5,3	5,1-5,2 5,2-5,3	5,1-5,2 5,2-5,3	5,1-5,2 5,2-5,3
Массовая доля поваренной соли в сыре, %	2--3			
Массовая доля влаги в сыре, %: **после прессования;** **в готовом продукте**	57-60 55-58	55-60 52-55		57-60 55-57

Для управления консистенцией сыров необходимо регулировать кислотность обезжиренного молока. При производстве таких сыров используют зрелое сырье с титруемой кислотностью перед свертыванием 21-25 °Т. Если консистенция становится крошливой, кислотность молока понижают до 21-22 °Т. При излишне грубой, плотной, груборезистентной консистенции в последующих варках применяется зрелое сырье кислотностью 23-25 °Т.

Основной отличительной особенностью при производстве сыра нежирного *ускоренного созревания* является интенсификация молочнокислого процесса, которая достигается большим внесением бактериальной закваски и ее активизацией, проведением чеддеризации до pH 5,1-5,2 с последующим измельчением сырной массы и дроблением на волчке. После измельчения массу подают в смеситель (фаршемешалку), туда же вносят поваренную соль из расчета на 100 кг сырной массы 2-2,5 кг соли и 3-3,5 кг двухзамещенного фосфорнокислого натрия, растворенных в 12-14 кг предварительно пропастеризованной и охлажденной до +55...+60 °С воды. Все перемешивают в течение 25-30 мин. Затем сырную массу (pH 5,4-5,5) плотно укладывают в бочки (кадки) массой 50, 100 кг и подпрессовывают в течение 1-1,5 ч. Возможно формование в виде блоков массой 14-19 кг, тогда

подпрессовка длится 40-60 мин. Затем сыр переносят в камеру для охлаждения, где выдерживают 16-18 ч при +10...+12 °С, далее достают из форм, обсушивают, упаковывают в полимерные мешки под вакуумом или покрывают парафинополимерным сплавом и направляют на созревание.

12.12.2. Особенности производства жирных сыров для плавления

Жирные сыры для **плавления типа российского 30%-й и 40 %-й жирности.** Основные отличия в технологии российского сыра для плавления следующие: пониженное содержание жира в сухом веществе продукта, составляющие 30 и 40 % вместо 50 % в российском сыре; интенсификация молочнокислого процесса внесением повышенной дозы бактериальной закваски (1,5-2,5 %) и активизацией ее; выдержка сыра после посолки в рассоле в течение 8-10 суток при температуре +13...+14 °С; дальнейшая выдержка до конца созревания сыра: 40%-й жирности — при температуре +10...+12 °С, 30%-й жирности— при температуре +12...+14 °С. Продолжительность созревания сыров 30 суток.

Сыр ускоренного созревания 40 %-й жирности. При выработке сыра используется закваска (1-2 %), состоящая из культур молочнокислых и ароматообразующих стрептококков, а также дополнительная закваска в количестве 0,5-1 %, приготовленная из культур Lbm. helveticum.

Чеддеризация сырной массы осуществляется при температуре +25..+30 °С в течение 60-90 мин до достижения ею активной кислотности pH 5,1-5,3. Готовую чеддеризованную сырную массу подают в смеситель (фаршемешалку), туда же вносят (из расчета на 100 кг сырной массы) 2,0-2,5 кг поваренной соли и 3,0-3,5 кг двузамещенного фосфорнокислого натрия, растворенных в 12-14 кг предварительно пастеризованной и охлажденной до +55...+60 °С воды. Сырную массу с растворами солей перемешивают в течение 25-30 мин для лучшего растворения солей и набухания белков.

Тестообразную сырную массу плотно укладывают в бочки (кадки) массой 50 и 100 кг с запрессовкой ее для устранения воздушных пустот. Поверхность сырной массы покрывают парафинополимерным сплавом.

При формовании сырной массы блоками массой 14-19 кг сыр прессуют в течение 30-40 мин, а затем в формах переносят в камеры для охлаждения до+10...+12 °С. После охлаждения в течение 16-18 ч достают из форм и обсушивают в течение 2-3 суток. После обсушки сыры покрывают парафинополимерным сплавом или упаковывают с вакуумированием в полимерные мешки с герметической заделкой концов мешка термосваркой или клипсами. Сыр созревает при температуре +18...+20 °С и относительной влажности воздуха 80-85 % в течение 15 суток, после чего его направляют на переработку в плавленые сыры.

Сыр свежий без созревания типа голландского 30%-й и 40%-й жирности. Этот сыр предназначается для переработки в пастообразные плавленые сыры. Особенность его технологии — интесификация молочнокислого процесса внесением повышенной дозы (1,5-2,5%) бактериальной закваски и ее активизацией. Сыр вырабатывается по технологии, аналогичной технологии голландского брускового сыра, с содержанием в нем влаги после прессования 42-43 %, в сыре 5-суточного возраста — 40-41 %. Свежий сыр не солят и отгружают на переработку в плавленые сыры не позднее 5 суток после их выработки.

Сыр хранят на заводах плавленых сыров при температуре +3,0...+3,8 °С не более 15 суток. При необходимости длительного хранения (3-6 месяцев) допускается его замораживание и хранение при температуре -8...-10 °С.

12.12.3. Сырные продукты

Технологии сырных продуктов предусматривают использование сухого молока в осенне-зимний период, что позволяет сгладить сезонность производства, обеспечивают экономию сырья на 5-7 %, рациональное использование молочного жира, уменьшение себестоимости продукта по сырью на 15-25 %, получение продукта с органолептическими показателями высокого качества.

Производство сырных продуктов может быть организовано на действующем сыродельном оборудовании и не требует для их осуществления особых условий, при этом дополнительное оборудование необходимо только для приготовления эмульсии растительного жира, растворения сухого молока, гомогенизации эмульсии и восстановленного молока.

Сырный продукт «Деревенский». Полутвердый сырный продукт с низкой температурой второго нагревания, с массовой долей жира в сухом веществе 50 или 45 % Форма сыра — низкий цилиндр массой от 4,7 до 11,0 и от 0,5 до 1,5 кг. Вырабатывают с 50%-й или 30%-й заменой молочного жира растительным жиром «Акобленд». Продолжительность созревания сыра — 25 суток. Предназначен для непосредственного употребления в пищу населением всех возрастных групп.

Сырный продукт «Урожайный». Полутвердый сырный продукт с низкой температурой второго нагревания, с массовой долей жира в сухом веществе 30 или 45 % Форма сыра — низкий цилиндр массой от 3,5 до 7,5 кг или прямоугольный брусок массой от 2,5 до 6,5 кг. Продолжительность созревания сыра — 25 суток. Предназначен для непосредственного употребления в пищу населением всех возрастных групп.

Глава 13. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЫРОВ

При оценке качества зрелого сыра любого вида устанавливают его соответствие требованиям нормативной документации (СТБ 1373 и др.).

Если сыр подразделяется на сорта, по результатам органолептической оценки его относят к соответствующему сорту, указанному в табл. 13.1.

Таблица 13.1. **Сортность сыра в зависимости от общей балльной оценки**

Показатель	Сорт	
	высший	первый
Общая оценка, баллов	100-87	86-75
Оценка по вкусу и запаху, баллов, не менее	37	34

Сыры по органолептическим показателям качества, состоянию упаковки и маркировки оценивают по 100-балльной шкале в соответствии с требованиями СТБ 1373, приведенными в табл. 13.2.

Таблица 13.2. **Оценка органолептических показателей качества сыра, упаковки и маркировки**

№ п/п	Показатель и его характеристика	Скидка баллов	Балльная оценка
1	2	3	4
Вкус и запах (45 баллов)			
1	Отличный	0	45
2	Хороший	1-2	44-43
3	Хороший вкус, но слабо выраженный аромат	3-5	42-40
4	Удовлетворительный (слабо выраженный)	6-8	39-37
5	Слабая горечь	6-8	39-37
6	Слабокормовой	6-8	39-37
7	Кислый	8-10	37-35

Продолжение табл. 13.2

1	2	3	4
8	Кормовой	9-12	36-33
9	Затхлый	9-12	36-33
10	Горький	9-15	36-30
11	Салистый привкус	10-13	35-32
	Консистенция (25 баллов)		
12	Отличная	0	25
13	Хорошая	1	24
14	Удовлетворительная	2	23
15	Твердая (грубая)	3-9	22-16
16	Резинистая	5-10	20-15
17	Несвязная (рыхлая)	5-8	20-17
18	Крошливая	6-10	19-15
19	Колющаяся (самокол)	4-15	21-10
	Цвет (5 баллов)		
20	Нормальный	0	5
21	Неравномерный	1-2	4-3
	Рисунок (10 баллов)		
22	Нормальный для данного вида сыра	0	10
23	Неравномерный (по расположению)	1-2	9-8
24	Рваный	3^1	7-6
25	Щелевидный	3-5	7-5
26	Отсутствие глазков	3	7
27	Мелкие глазки (меньше 5 мм в поперечнике)	0-1	10-9
28	Сетчатый	4-5	6-5
29	Губчатый	5-7	5-3
	Внешний вид (10 баллов)		
30	Хороший с нормальным овалом или осадкой	0	10
31	Удовлетворительный	1	9
32	Поврежденное парафиновое или комбинированное покрытие	1-2	9-8
33	Поврежденная корка	2-4	8-6
34	Слегка деформированные сыры	2-4	8-6
35	Подопревшая корка	3-6	7^1

Окончание табл. 13.2

1	2	3	4
	Упаковка и маркировка (5 баллов)		
36	Хорошая	0	5
37	Удовлетворительная	1	4

Примечание. При наличии двух или нескольких пороков по каждому из показателей таблицы балльной оценки («вкус и запах», «консистенция», «рисунок», «внешний вид») скидка делается по наиболее обесценивающему пороку.

На рис. 13.1 представлен внешни вид сыров на разрезе.

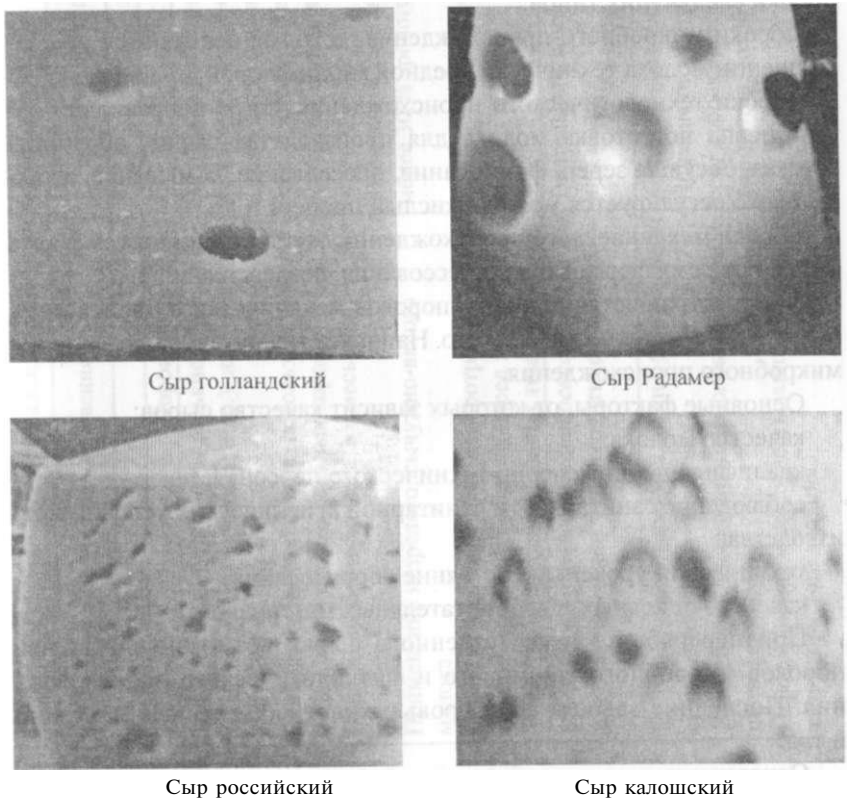


Рис. 13.1. Внешний вид сыров на разрезе

13.1. Пороки сыров

Пороками сыров являются отклонения от идеальных органолептических свойств и физико-химических показателей, регламентируемых нормативной документацией. О пороках не следует говорить отвлеченно, их характеристику необходимо связать с причинами, вызывающими появление пороков, и на этом основании принять меры по улучшению качества продукта.

В производственном цикле получения сыров могут наблюдаться пороки следующих типов:

пороки микробного происхождения, которые появляются при загрязнении молока технически вредной микрофлорой;

пороки технологического происхождения, когда неправильно организована подготовка молока для производства сыров, обработка сгустка, обсушка зерен, формование, прессование, созревание, а также плохо регулируется молочнокислый процесс и др.;

пороки механического происхождения, когда повреждается форма сыров во время формования, прессования, созревания и др.

Легко устраняются причины пороков механического происхождения, труднее — технологического. Наиболее трудно устранить пороки микробного происхождения.

Основные факторы, от которых зависит качество сыров:

качество молока;

квалификация инженерно-технического персонала;

соблюдение санитарных и санитарно-гигиенических условий производства;

технический уровень и состояние оборудования;

качество основных и вспомогательных материалов;

При переработке некачественного сырья возможно появление пороков микробного, кормового и физиологического происхождения. Последние зависят от здоровья животных, периода лактации и т. д.

Основные пороки сычужных сыров приведены в табл. 13.3.

Таблица 13.3. **Пороки сычужных сыров**

Порок	Причина возникновения	Меры по предупреждению и устранению
1	2	3
Пороки вкуса и запаха		
Горький вкус	Животным скармливаются горькие корма (с полынью, горьким люпином и др.), или они получают много гороха	Тщательный контроль качества сырья Не следует применять для производства сыров молоко с привкусом кормов, а также загрязненного протеолитической (психротрофной) микрофлорой, которая интенсивно пептонизирует белки
	Для производства сыров использовали аномальное или молоко больных коров	Влючение в состав нормализованной смеси не менее 30 % зрелого молока
	Попадание бактериофага в смесь молока для производства сыров	
	Применение незрелого, сычужно-вялого молока	
	Молоко очень загрязнено психротрофными бактериями и долго хранилось перед пастеризацией при низких положительных температурах	Тщательный контроль температуры пастеризации молока
	Молоко загрязнено *S. tammococcus*, которым характерны сильные протеолитические свойства	Контроль качества поступающих компонентов. Применение активных бактериальных заквасок, доброкачественных молокосвертывающих ферментов, солей кальция
	Применение поваренной соли, загрязненной сульфатами натрия и магния	
	Применение неактивного молокосвертывающего фермента	
	Передозировка молокосвертывающего фермента и хлористого кальция	

Продолжение табл. 13.3

1	2	3
	Плохое регулирование молочнокислого процесса, в результате чего в сыр попадает излишнее количество соли молочной кислоты (лактата кальция), вызывающей горько-кислый вкус сыра	Следует тщательно регулировать молочнокислый процесс, не увеличивать продолжительность обработки сырного зерна, особенно в зимний период
	Сыры созревают при температуре ниже +8..+10 °С. В них накапливаются горкие полипептиды, которые не успевают расщепляться на более простые соединения	Соблюдение оптимальных режимов созревания
Кислый вкус (наблюдается, когда в сыре содержится излишнее количество молочной кислоты)	Излишне высокое содержание влаги и соответственно — большое количество лактозы, перешедшей в сыр	Регулирование температуры второго нагревания и молочнокислого процесса во время обработки сырного зерна путем внесения пастеризованной воды при обработке сырного зерна. Контроль активной кислотности сыра после прессования
	Применение закваски, в которой недостаточно ароматообразующих микроорганизмов	**Тщательный контроль качества сырья и бактериальных заквасок.** **Необходимо постоянно контролировать качество закваски. Не следует перерабатывать молоко, в котором много соматических клеток**
	Производство сыра из анормального молока	
	Недостаточное содержание белков в молоке (обычно весной)	
	Излишнее количество активной закваски	
	Использование молока с высокой кислотностью	

Гнилостный вкус и запах	Использование молока, зараженного гнилостной микрофлорой, которая производит фенол, индол, сероуглерод и другие соединения	Строгий контроль качества молока Необходимо придерживатся установленных режимов пастеризации
	Недостаточная посолка сыра	Следует уточнить продолжительность посолки
	Использование молока с антибиотиками, подавляющими жизнедеятельность молочнокислых бактерий. Недостаточная кислотность сырной массы, в результате чего в ней развивается технически вредная микрофлора	Обеспечение нормального молочнокислого процесса во время производства сыра Контроль активной кислотности сырной массы после прессования
Затхлые вкус и запах	Проявляются в результате жизнедеятельности гнилостной микрофлоры Производство сыра из анормального молока	Применение только сыропригодного молока, тщательный контроль качества молока Ежедневный контроль молока на содержание соматических клеток
Недостаточная кислотность сырной массы	Применение молока, зараженного гнилостной микрофлорой, бактериями группы кишечной палочки, дрожжами	Соблюдение режимов производства
	Использование некачественного рассола	Применение доброкачественного рассола. Соблюдение требуемых режимов посолки и концентрации рассола
	Несвоевременное переваричивание сыров, хранение в сырохранилищах с плохой вентиляцией	Поддержание оптимального гидротермического режима воздуха
	Слишком интенсивное развитие сырной слизи	Регулирование развития микрофлоры слизи. Использование антагонистической закваски в межсезонье

Продолжение табл. 13.3

1	2	3
Прогорклый вкус	Излишний распад молочного жира под действием липолитических ферментов. Активнее процесс проходит в более жирных сырах Молоко излишне загрязнено психротрофными бактериями и долго хранилось перед пастеризацией при низких положительных температурах	Регулирование развития микрофлоры слизи и другой липолитической микрофлоры. Не следует использовать молоко с повышенным содержанием психротрофной микрофлоры
	Использование молока, зараженного маммококками, а также дрожжами, продуцирующими липазу	**Тщательный контроль качества поступающего молока. Не следует допускать примеси стародойного молока и молозива**
	Применение молока стародойных коров, молозива и примеси маститного молока	
	Хранение сыров в температуре выше +8 °С	Соблюдение оптимальных режимов хранения сыров
Кормовой привкус	Использование молока с привкусом кормов	Усиление органолептического контроля качества молока
Аммиачный вкус и запах	Развитие протеолитической микрофлоры, в том числе слизи в случае излишней влажности сыра	Обеспечение оптимального режима созревания твердых сыров
	Слишком быстрое развитие щелочеобразующей микрофлоры в сырах, созревающих с сырной слизью	Регулирование развития слизи
Салистый вкус	В молоке находится излишнее количество анаэробной лактатосбраживающей микрофлоры	Количество анаэробной лактатсбраживающей микрофлоры в сыром молоке не должно превышать 10 спор в 1 мл молока

Слабо выраженный вкус и запах	Такой порок встречается при медленном созревании сыров, что может быть вызвано следующим из факторов Слабое развитие молочнокислого процесса. Применение малоактивной закваски Недостаточная влажность сыров Излишнее количество пастеризованной воды внесено в сырное зерно на стадии его обработки Низкая температура созревания	Правильный подбор бактериальных заквасок Применение активных заквасок Регулирование протекания молочнокислого процесса во время обработки сырного зерна Не следует допускать пересола сыров Температура созревания должна быть выше +10 °С
Творожистый вкус	Применение слишком кислого молока Созревание сыров при низких температурах	Меры по предупреждению порока аналогичны мерам по устранению порока «кислый вкус»
Пороки консистенции		
Грубая, твердая консистенция	Недостаточная влажность сыра Слишком высокая температура второго нагревания Излишняя обсушка зерна	Соблюдение оптимальных технологических параметров, обеспечивающих оптимальное содержание влаги и активной кислотности сыров после прессования. Регулирование молочнокислого процесса путем внесения пастеризованной воды в сырную массу
	Низкая температура созревания Излишнее количество соли	Соблюдение режима созревания сыра. Не следует допускать пересола сыра
Колющаяся консистенция (самокол)	Повышенная кислотность молока Малое количество ароматообразующей микрофлоры в закваске Слишком интенсивный молочнокислый процесс во время обработки зерна. Переход в сыр излишнего количества молочного сахара	Контроль качества сырья Применение доброкачественной закваски Регулирование молочнокислого процесса во время обработки зерна. Регулирование молочнокислого процесса путем внесения пастеризованной воды в смесь зерна и сыворотку

Продолжение табл. 13.3

1	2	3
Крошливое тесто	Повышенная кислотность молока Излишняя кислотность сырной массы	Контроль качества сырья, отказ от использования молока излишней зрелости. Применение активной закваски, не допуская передозировки. Регулирование молочнокислого процесса путем внесения пастеризованной воды в сырную массу
	Замораживание сыров	Не следует допускать замораживания сыров при транспортировке и хранении
Резинистая, ремнистая консистенция	Недостаточная кислотность и влажность сырной масы	Обеспечение требуемой влажности и кислотности сыров после прессования. Можно использовать рекомендации по предупреждению пороков «грубая, твердая консистенция»
Мажущая консистенция	Излишняя влажность сырной массы Перезревание сыра	Не следует использовать сычужновялое молоко с повышенным содержанием соматических клеток. Применение активных заквасок. Наблюдение за правильным течением молочнокислого процесса. Соблюдение требуемой влажности и кислотности сырной массы после прессования
Пороки рисунка		
Отсутствие рисунка (слепой сыр)	Слабое развитие молочнокислых ароматообразующих бактерий Применение бактериальной закваски с недостаточным видовым составом ароматообразующей микрофлоры В перерабатываемом молоке мало лимонной кислоты	Контроль качества и видовой состав заквасок на наличие ароматообразующих бактерий Применение зрелого молока с кислотностью, не превышающей оптимальной величины Обеспечение температуры созревания сыра согласно технологическим нормативам
	Переработка незрелого молока Низкая температура посолки и созревания	
Щелевидный рисунок	Является начальной стадией появления порока «самокол». Слишком высокая кислотность сырной массы Оседание сыра при хранении сыра при высоких температурах	Меры предотвращения такие же, как порока консистенции «самокол»
Рваный, сетчатый, броженный или губчатый рисунок	Развитие в сыре бактерий группы кишечной палочки, анаэробных лактатосбраживающих бактерий и дрожжей, обладающих сильным газообразованием	Контроль качества перерабатываемого молока и эффективность пастеризации Устранение источников обсеменения молока и сырного зерна технически вредной микрофлорой Понижение температуры посолки
Ранее вспучивание	Активная деятельность бактерий группы кишечной палочки или дрожжей	Контроль режима пастеризации. Тщательная мойка и дезинфекция оборудования. Применение активной закваски, внесение калия или натрия азотнокислого
Позднее вспучивание	Активная деятельность анаэробных лактатосбраживающих спорообразующих бактерий	В сборном молоке количество спор анаэробных лактатосбраживающих бактерий не должно превышать 10 ед. в 1 мл молока. Применение бактофугирования поступающего молока
Пустотный рисунок	Наличие воздуха в сырной массе Пустотный рисунок не является пороком для сыров, формуемых насыпью или наливом	Формование пласта под сывороткой, не допуская попадания воздуха. Не следует нарушать целестности головки во время формования и прессования
Внутренние свищи	Молоко повышенной кислотности Пониженная клейкость сырного зерна и повышенная кислотность сырной массы после прессования Развитие дрожжей в начальном периоде созревания сыра	Вырабатывание сыра из молока кислотностью до 20 °Т. Обеспечение нормального протекания молочнокислого процесса Исключение попадания дрожжей в молочную смесь и зерно во время формования

Продолжение табл. 13.3

1	2	3
Пороки внешнего вида		
Подкорковая плесень	Нарушение замкнутости корки сыра, которое бывает когда: свертываемое молоко и сыворотка покрыты пеной; сыры плохо прессуются (недопрессовка, слишком короткая продолжительность и др.)	Следует избегать образования пены на поверхности Подпрессовывание пласта под слоем сыворотки. Соблюдение режимов прессования
	Излишняя кислотность сырной массы	Регулирование кисломолочного процесса на стадии выработки сыров
	Поверхность сыра недостаточно посолена, сыры плохо переворачиваются	Правильное расположение сыров в контейнерах при посолке
	Нарушение санитарного состояния поверхности сыра и камер для созревания	Наблюдение за санитарным состоянием камер созревания, оборудования и инвентаря. Применение фунгистатических материалов и др.
Осповидная плесень	Излишняя влажность камер созревания сыров	**Поддержание требуемых режимов и надлежащего санитарно-гигиенического состояния помещений. При появлении порока сыры после мойки выдержать 2-3 мин в горячей воде тем-**
	Плохое санитарно-гигиеническое состояние помещений, появление плесневых грибов типа *Oospora*	
Коричневые пятна	На поверхности сыров развиваются протеолитические бактерии, попадающие из воды	Применение воды, отвечающей тебованиям стандарта. Использование фунгистатических материалов
	Попадание на поверхность сыров ржавчины	Обеспечение надлежащего санитарно-гигиенического состояния оборудования, камер созревания сыров

Коричнево-черные пятна	Развитие плесневых грибов *Clodosporium* на поверхности сыров	**Гарантирование нормального развития слизи на поверхности сыра для мягких сыров, созревающих с участием микрофлоры сырной слизи. Применение фунгистатических препаратов Необходимо следить за чистотой воздуха помещений (количественным и качественным составом микрофлоры)** **Обеспечение нормальной работы циклонов башенных сушилок сухого молока, так как дрожжи развиваются в скоплениях сухого молока на крышах помещений и с воздухом попадают в производственные помещения. Обеспечение качественного упаковывания в полимерные пленки**
Розово-оранжевые или желтые пятна	Развитие микроскопических грибов типа *Penicilium* на поверхности сыров	
Розовые пятна под полимерной пленкой	Негерметичность полимерной упаковки способствует развитию микроскопических грибов и дрожжей, продуцирующих красноватую слизь на поверхности сыров	
Увлажнение поверхности сыров под полимерной упаковкой	Излишняя кислотность и влажность сыров	Соблюдение технологического процесса. Гарантирование нормальной влажности и кислотности сыров
Подопревшая корка	Излишняя влажность в камерах созревания. Пересол сыров. Несвоевременное переворачивание сыров. Парафинирование сыра со слабой или слизистой коркой. Развитие гнилостной микрофлоры на поверхности сыров	Обеспечение нормального ухода за сырами при посолке и созревании. Парафинировать сыры следует только после наведения нормальной корки
Трещины на повехности	Недостаточно эластичная и однородная корка сыров. Излишняя обсушка сырного зерна. Интенсивная обсушка сыра в камерах созревания	Не следует допускать потери клейкости сырным зерном во время обработки Не допускать сквозняков при обсушке сыров после посолки. Относительная влажность воздуха должна быть не ниже 80 %. Использование

Окончание табл. 13.3 W3

1	2	3
	Излишняя кислотность сырной массы Плохое прессование сыров (пониженное давление) Повышенная концентрация соли в сырах	при созревании сыров полимерных пленок и других покрытий Наблюдение за правильным течением технологического процесса на стадии выработки сыров
Деформированные сыры	Плохая разрезка сырного пласта Плохое прессование и посолка сыров Слишком высокая температура и относительная влажность воздуха в камерах для созревания	Обеспечение выполнения требуемых параметров на всех стадиях производства Обеспечение требуемых температурно-влажностных режимов в камерах созревания сыров
Осыпающийся парафиновый слой	Парафинирование сыров с недостаточно наведенной коркой Парафинирование сыров с тонкой коркой или излишне охлажденных Низкая температура парафино-полимерных сплавов	Парафинирование сыров с нормальной коркой Температура парафинируемых сыров должна быть выше +10 °С Температура парафино-полимерных сплавов должна быть оптимальной
Пороки цвета теста		
Белые пятна в сырной массе	Запресовка сыворотки в сырную массу из-за неоднородной обработки сырного зерна Плохое распределение бактериальной закваски в нормализованном молоке Повышенное давление в начале пресования	Внесение бактериальной закваски с учетом рекомендаций фирм-поставщиков заквасок Соблюдение режимов прессования
Мраморность сырной массы	Попадание сырного зерна предыдущих варок в пласт	Не следует допускать смешивания сырного зерна различных варок
	Некачественная частичная посолка сырного зерна	Соблюдение режимов посолки сыра
	Примесь маститного молока	Не следует допускать попадания в смесь маститного молока

	Неравномерное распределение красителя, краситель внесен в сырное зерно	Краситель вносится в нормализованное молоко до внесения молокосвертывающего фермента, осуществляется достаточно эффективное перемешивание
Ореол (телевизор)	Неравномерное распределение красителя внутри головки сыра Недостаточная зрелость сыров Высокие значения pH и (или) влажность сыров до посолки, что сопровождается быстрой потерей влаги и растворимого в ней красителя с поверхностных слоев сыра в рассол	Соблюдение оптимальных режимов производства сыров

13.2. Система важных точек управления в производстве ферментативных сыров

Качество ферментируемых сыров определяют органолептические, физико-химические и микробиологические показатели, энергетическая, пищевая и биологическая ценность, а также безопасность продукта для здоровья потребителей. Последный из упомянутых факторов является одним из определяющих качество сыра.

Качество ферментируемых сыров формируется во время технологического процесса их производства и зависит от многих факторов. Управляя процессом их производства, представляется возможным использовать систему НАССР, определяющую, оценивающую и контролирующую факторы риска, от которых зависит безопасность сыра для здоровья потребителей. Она относится к проблеме управления качеством. В системе НАССР под фактором риска подразумеваются физический, химический и биологический факторы, которые могут стать причинами безопасности сыра. Этот фактор может наблюдаться и проявлять себя во время технологического процесса.

К *биологическим* факторам риска относятся патогенные бактерии и их токсины, вирусы, микроскопические грибы и микотоксины. Они могут вызвать отравления или инфекции, поэтому необходимо принять меры к их уничтожению, а также предохранению или уменьшению вызываемой безопасности. Также нужно предотвратить образования токсинов и повторного микробного загрязнения.

Химические факторы риска — это химические загрязнения (тяжелые металлы и др.), токсичные вещества (пестициды, кислоты, минеральные масла, моющие средства и др.), остатки ветеринарных лекарств. Одних из химических средств в сыре не должно быть, а количество других — ограничено. Если их содержание превышает допускаемый предел, возможно отравление.

Физические факторы риска — частицы стекла, металла или пластмассы, насекомые, личные вещи обслуживающего персонала.

Оценка этих факторов риска охватывает не только технологический процесс, но и основные и вспомогательные материалы, предварительную обработку сырья, его транспортировку, подготовку, реализацию продукта и др. Система оценки факторов риска и их контрольная система предназначена для обеспечения качества продукта, а не только для определения качества предназначенного для реализации сыра. Ее преимущество состоит в том, что она может быть использована при замене части оборудования или во время применения новой технологии.

Таким образом, производимая продукция не должна быть опасной для здоровья людей в физическом, химическом и биологическом аспекте. Система НАССР должна охватить все вопросы безопасности сыра.

Цель НАССР — сосредоточить внимание на контроле важных точек управления (ВТУ). В тех случаях, когда идентифицированный фактор риска должен быть управляемый, но ВТУ не обнаружена, может быть пересмотрен технологический процесс и применение НАССР.

В связи с вышеизложенными положениями составлена технологическая схема производства сыров с нанесением ВТУ. Схема с учетом факторов риска выглядит следующим образом:

приемка сырого молока — химические, биологические показатели;

хранение молока — биологические;

пастеризация и нормализация — биологические;

созревание молока и наполнение сыроизготовителей — биологические;

подготовка закваски и подача в сыроизготовитель — биологические;

добавление молокосвертывающего фермента, хлористого кальция и других пищевых добавок — химические, биологические;

свертывание молока, обработка сырного сгустка и зерна — биологические;

формование сыра, прессование и посолка — биологические;

обсушка, упаковка в пленку и созревание — химические, биологические и физические.

Схема технологического процесса может быть видоизменена в зависимости от вида вырабатываемого сыра с учетом особенностей его производства. Она является основой системы НАССР. Эту диаграмму следует совмещать с описанием параметров технологического процесса. Тогда каждый ее этап будет состоять из двух частей технологических параметров, анализа факторов риска и ВТУ.

После определения ВТУ устанавливаются параметры, которые следует соблюдать и контролировать.

Глава 14. ПЛАВЛЕНЫЕ СЫРЫ

14.1 Общие сведения о плавленых сырах и применяемом сырье

Первые плавленые сыры начали вырабатывать в Швейцарии в 1911 г., называя их коробочными, консервированными, для туристов и только в 30-х гг. их назвали плавлеными. Жир в плавленых сырах находится в виде эмульсии с размером отдельных жировых шариков 11-12 мкм, а в гомогенизированных плавленых сырах — до 4 мкм, т. е. плавленые сыры обладают повышенной дисперсностью жира и легко усваивается организмом человека. Кальций и фосфор в плавленых сырах находится в соотношении 1:1, т. е. в близком к оптимальному (1:1,5), в то время как в сычужных сырах содержание кальция превышает фосфор, и эти компоненты усваиваются несколько хуже.

В Беларуси, согласно СТБ 1748 принята следующая терминология:

плавленый сыр — это молочный или молочный составной пищевой продукт, изготовляемый из молока и (или) творога с использованием молочных продуктов, эмульгирующих солей или структурообразователей, с добавлением или без добавления пищевых продуктов, пищевых добавок путем измельчения, перемешивания, плавления и эмульгирования смеси для плавления.

плавленый сырный продукт — это пищевой продукт изготавливаемый по технологии плавленого сыра, но из молока, и (или) молочных продуктов, и (или) побочных продуктов переработки молока с добавлением или без добавления немолочных жиров и (или) белков, используемых с целью частичной или полной замены отдельных составных частей молока, и (или) других компонентов немолочного происхождения, с массовой долей сухих веществ молока в сухих веществах продукта не менее 20 %.

Российскими учеными предложена классификация плавленых сыров, которая 'предусматривает два подхода к их разделению по группам (Н. П. Захарова, Россия). Первый подход (технологический) основан на системном анализе процесса производства плавленого сыра с целью определения основных операций, играющих главную роль в формировании видовых показателей. Второй подход (товароведческий) базируется на результатах исследований физико-химических и органолептических показателей продукта.

Согласно *технологической классификации* выделено пять видовых групп плавленых сыров: сыры плавленые; сыры плавленые сладкие; сыры плавленые копченые; сыры плавленые пастеризованные; сыры плавленые сухие. При этом составление смеси рассматривается как технологическая операция, приводящая к образованию видовых подгрупп.

Каждую из пяти вышеуказанных видовых групп можно разделить на четыре видовые подгруппы: на основе молочного сырья без вкусовых наполнителей; на основе молочного сырья с вкусовыми наполнителями; с включением компонентов немолочного происхождения (комбинированные) без вкусовых наполнителей; с включением компонентов немолочного происхождения (комбинированные) со вкусовыми наполнителями.

По *товароведческой классификации* выделены четыре видовые группы: сыры плавленые ломтевые; сыры плавленые пастообразные; сыры плавленые сладкие; сыры плавленые сухие.

В Беларуси плавленый сыр вырабатывают в соответствии с действующим в республике стандартом СТБ 736-93. При этом в зависимости от используемого сырья, технологии выработки и химического состава плавленые сыры подразделяют на *пять видовых групп:*

1) ломтевые: массовая доля жира в сухом веществе — 20-45 %, влага — 50-60 %, соль — до 3 %. Они имеют плотную структуру сырного теста, легко режутся на ломтики, не прилипая к ножу. Плавленые сыры ломтевые видовые вырабатываются с внесением до 60-70 % одноименных натуральных сыров. К ним относятся голландский, пошехонский, костромской, городской, орбита и др.;

2) колбасные: массовая доля жира в сухом веществе — 20^0 %; влага — 52-57 %, соль — до 3 %. Такие сыры шприцуют в оболочки из целлофана (целлюлозы), подвергают копчению, охлаждают, парафинируют;

3) сладкие: массовая доля жира в сухом веществе — 17-50 %, влага — 45-50 %, соль — до 0,5 %. Их вырабатывают, как правило, на

основе творога с добавлением сливочного масла, сахара (18-40%) и вкусовых наполнителей. К ним относятся шоколадный, кофейный, омичка, фруктовый и др.;

4) пастообразные: массовая доля жира в сухом веществе — 45-60 %, влага — 52-58 %, соль — до 3,5 %. К ним относятся дружба, волна, янтарь, лето и др.;

5) к обеду: массовая доля жира в сухом веществе — 50-55 %, влага — 48-58 %, соль — до 3 %. Предназначаются для быстрого приготовления первых блюд и соусов растворением в горячей воде или молоке. К ним относятся плавленые сыры с луком для супа, плавленые сыры с грибами для супа и др.

В России есть еще шестая группа плавленых сыров — *консервированные* — их расфасовывают в металлические банки, герметично закатывают и пастеризуют, стерилизуют или измельчают и высушивают. К ним относятся плавленые сыры пастеризованные, плавленые сыры стерилизованные, плавленые сыры в порошке и др.

Конкретные органолептические, физико-химические показатели, а также форма, масса, пищевая и энергетическая ценность каждого наименования сыра приводятся в технических нормативно-правовых актах (ТИПА), сборниках технологических инструкций, рецептурах.

Для каждого наименования плавленые сыры показатели массовой доли жира, влаги, сахарозы должны соответствовать их стандартному химическому составу со следующими допустимыми предельными отклонениями:

на 1 % в сторону уменьшения по массовой доле жира;

на 1 % в сторону увеличения по массовой доле влаги;

± 1 % по массовой доле сахарозы.

Сырье, полуфабрикаты, материалы, вкусовые наполнители и специи. К основному сырью и полуфабрикатам в производстве плавленых сыров относят натуральные сыры, твердые, полутвердые, мягкие, кисломолочные, рассольные, сыры для плавления жирные и нежирные. Кроме того, к ним также относится творог, сметана, масло, сливки из коровьего молока и подсырные, молоко цельное, обезжиренное натуральное и сухое, пахта, сыворотка молочная, молочные концентраты, другие молочные продукты и бактериальные закваски. **В** качестве вкусовых наполнителей применяются соль поваренная пищевая, сахар-песок, какао-порошок, кофе, колбасы, консервы рыбные,

томат-паста, лук, грибы, орехи, мед, фруктовые соки, эссенции, изюм и др. Также возможно добавление специй и пряностей, таких как ванилин, перец (черный, душистый, красный, сладкий консервный), петрушка, тригонелла, горчица, тмин, кардамон, гвоздика, лавровый лист, укроп, укропное масло, сельдерей, мускатный орех, чеснок и др. Обязательным компонентом при производстве плавленых сыров является применение эмульгирующих солей или структурообразователей (солей-плавителей).

Соли-плавители подразделяют на три группы (табл. 14.1).

Первая группа — цитраты: натриевые соли лимонной кислоты.

Вторая группа — ортофосфаты:

монофосфат натрия (натрий дигидрофосфат), pH 4,5;

натрий фосфорнокислый двухзамещенный (динатрийгидрофосфат),pH 9,1;

натрий фосфат трехзамещенный (тринатрийфосфат), pH 12.

Основное различие ортофосфатов заключается в разной величине pH.

Из всех ортофосфатов наиболее часто используется динатрийгидрофосфат как в его безводной форме, так и в виде кристаллогидратов с различным содержанием воды в них. Лучше всего молочный белок растворяется в диапазоне pH от 6,0 до 6,3, поэтому динатрийгидрофосфат обычно используют при приготовлении мажущихся сортов плавленого сыра.

Третья группа — полифосфаты. Их получают конденсацией ортофосфатов. **В** качестве солей-плавителей используют только линейные соединения. Используются любые типы полифосфатов цепочечного строения, от короткоцепочечных дифосфатов (пирофосфаты) до длинноцепочечной соли Грэма (Грахама, гексаметафосфат).

Таблица 14.1. **Характеристика солей-плавителей**

Наименование соли-плавителя	Химическая формула	Массовая доля сухих веществ, %	Содержание P_2O_5(%)	pH 1%-го раствора соли
1	2	3	4	5
Цитраты				
Натрий трехзамещенный лимоннокислый	$2Na,CTLO-ПH,0$ j 6 э / 2.	72		6,0

Окончание табл. 14.1

1	2	3	4	5
Ортофосфаты				
Натрий дигидрофосфат (монофосфат натрия) (Е339i)	NaH_2PO_4	100	59,15	4,5
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный (динатрийгидрофосфат) (Е339ii)	Na_2HPO_4	100	50,0	9,1
Натрий фосфат трехзамещенный (Е339iii)	Na_3PO_4	100	43,94	12,0
Полифосфаты				
Натрий пирофосфорнокислый четырехзамещенный (Е450iii)	$Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$	60	53,38	10,2–10,4
Триполифосфат натрия (Е451)	$Na_5P_3O_{10}$	100	57,88	9,7
Полифосфат натрия соль Грэма (Грахама) (Е452)	$(NaP0_3)$ n	100	69,61	6,6
Тетраполифосфат натрия (Е452)	$Na_6P_4O_{13}$	100	60,42	8,5
Сольва 62, состав: полифосфат натрия (Е452) и монофосфат натрия (Е339)		100		6,2
Сольва 90, состав Е450 и Е452		100		9,0
Сольва 120 ДИ, состав Е339 (монофосфат натрия)		100		12,0

Типовые рецептуры на плавленый сыр представлены в табл. 14.2. При этом используемое для производства плавленых сыров сырье, полуфабрикаты, материалы, вкусовые наполнители, специи должны отвечать действующим нормативным документам и требованиям СанПиН 11-63 РБ.

Таблица 14.2. **Типовые рецептуры на сыр плавленый, кг на 1000 кг с учетом потерь**

Сырье	Вид сыра								
	ломтевые (1-я группа)			пастообразные (3-я группа)		сладкие (4-я группа)		
	Российский	Костромской	Городской	Янтарь	Дружба	Омичка	Шоколадный	
Сыры сычужные: голландский, костромской, пошехонский, ярославский и др. (Ж — 45 %, СВ — 56 %)	714,0	663,0	153,0	204,0	153,0			
Сыр российский (Ж — 50 %, СВ — 58 %)				204,0	204,0			
Сыр свежий, несоленый (Ж — 45 %, СВ — 55 %)				81,6	102,0	229,0		
Сыр нежирный СВ — 40 %	80,3	48,0	443,8		3,0	63,5	1274	
Творог полужирный (Ж — 9 %, СВ — 27 %)			51,0				103,0	
Творог нежирный (СВ — 20 %)				51,0				
Сливки (Ж — 35 %, СВ — 1,1 %)				306,0		154,5		
Сметана (Ж — 20 %, СВ — 27,5 %)			51,0		51,0			
Молоко сухое обезжиренное (СВ — 96 %)		51,0	40,8	8,5	51,0	13,0	41,2	
Молоко сухое цельное (Ж — 25 %, СВ — 93 %)	20							
Сахар-песок						164,8	257,5	
Ванилин						0,1		
Какао-порошок							46	
Масло сладкосливочное (Ж — 84 %, СВ — 82,5 %)	12,5							
Масло крестьянское (Ж — 72 %, СВ — 75 %)		39,6	103,7	77,1	190,5	273,4	247,2	
Раствор триполифосфата натрия (СВ — 20 %)	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	103,0	103,0	
Вода	91,2	116,4	74,7	36,8	163,5	28,7	104,4	
ИТОГО	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	

14.2 Производство плавленого сыра

Технологическая схема производства плавленого сыра включает следующие операции:

1) подбор сырья и его подготовка;

2) составление смеси;

3) подбор эмульгирующих солей или структурообразователей (солей-плавителей);

4) созревание сырной массы (при необходимости);

5) плавление сырья (для плавленых сыров на основе натуральных сыров) или термическая обработка смеси;

6) фасовка (в потребительскую тару), охлаждение, упаковка;

7) хранение продукта.

Схема технологического процесса производства плавленого сыра (на основе творога) представлена на рис. 14.1.

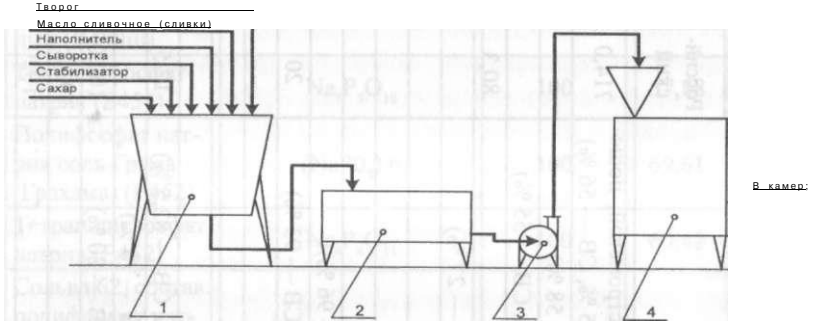


Рис. 14.1. Схема технологического процесса производства плавленого сыра: *1* — оборудование для термической обработки смеси (котел типа «Штефан»); *2* — емкость для промежуточного хранения смеси; *3* — насос для вязких продуктов; 4 — автомат для расфасовки в стаканчики

4.2.1. Подбор сырья и его подготовка

Сырье подбирают по рецептуре в зависимости от вида готового продукта (см. табл. 14.2).

Допускаются для переработки молочные продукты с отклонениями от установленных нормативов по массовой доли жира, влаги, поваренной соли, а также по внешнему виду и консистенции.

Не допускается использовать в переработке на плавленые сыры молочные продукты с прогорклым, тухлым, гнилостным, резко выраженным салистым и плесневым вкусом и запахом, с запахом нефтепродуктов, химикатов, а также сухое молоко с пригорелыми частицами.

В натуральных сырах определяют массовую долю жира в сухом веществе, влаги, поваренной соли, активную кислотность; в твороге — массовую долю жира, влаги, титруемую кислотность. Кислый творог нейтрализуют пищевой содой. В сметане, сливках, молоке определяют массовую долю жира, титруемую кислотность; в масле — массовую долю влаги, СОМО и по формуле вычисляют массовую долю жира. В молочных консервах определяют массовую долю жира, влаги.

В сахаре, какао, ароматических добавках и другом вспомогательном сырье осуществляют внешний осмотр и органолептическую оценку в соответствии с действующей документацией на данные продукты, при этом массовая доля сухих веществ в них принимается по сопроводительному документу. Сухие продукты просеивают, а молоко, сливки, сметану — фильтруют. Рыбные, мясные и другие крупные наполнители измельчают. Специи моют, обрабатывают горячей водой или в сушильном шкафу. Перец, гвоздику, кардамон, орехи и им подобные обдувают горячим воздухом и размалывают в тонкий порошок.

Сливочное масло перед употреблением размораживают, очищают поверхность от штаффа и разрезают на куски массой 1-2 кг.

Натуральные сыры, подлежащие плавлению, нужно освободить от полимерного покрытия, зачистить поврежденные места коркового слоя, удалить казеиновые цифры, толстую корку срезать и обработать отдельно. Парафин сыров удаляют на специальных машинах горячей водой (+90...+95 °С). Все сыры для плавления моют в моечных машинах водой температурой +40...+45 °С. Сыры с грубой коркой, особенно нежирные, замачивают в воде с температурой +35...+40 °С на 1,5-2 ч или в кислой сыворотке (кислотность не менее 200 °Т) температурой +20...+25 °С на 4-6 ч, что размягчает их поверхностный слой и улучшает процесс плавления. Сыры разрезают на отдельные небольшие кусочки. После этого они поступают на волчок (нежирный сыр целесообразно измельчать на терочных машинах или агрегатах, которые не дробят сыр, а срезают на тонкие ломти, так как это бо-

лее эффективно, затем их растирают на вальцах. Такое тщательное измельчение способствует лучшему перемешиванию и плавлению, так как при этом соли-плавители равномерно распределяются в сырной массе. Рассольные сыры, как правило, обессоливают в тех случаях, когда массовая доля соли в плавленом сыре выше 4 %, вымачиванием в воде в течение 2-3 ч при температуре +15 °С.

Для обеспечения нормального процесса плавления, требуемых показателей качества плавленых сыров натуральные сыры, входящие в состав рецептур для плавленых сыров, подбирают по степени зрелости, активной кислотности и органолептическим показателям.

Степень зрелости сыров рассчитывают по количеству растворимого азота. Установлено, что у сыров швейцарской группы нескольких дней зрелости растворимый азот соответствует 5-10 %, у сыров месячного возраста — 8-12 %, 6 месяцев — 15-20 %, 9 месяцев — 25-30 %. У сыров голландской группы перед посолкой растворимый азот соответствует 4-10 %, в кондиционном возрасте — 15-20 %; у мягких сыров (рокфор, камамбер и др.) в кондиционном возрасте — 50-70 %, что обусловлено сильным расщеплением белков не только молочнокислой микрофлорой, но и микрофлорой слизи (плесени) при созревании.

Незрелые сыры с растворимым азотом менее 17 % плохо плавятся (отсутствует кремообразование), а свыше 46 % — теряют способность к образованию геля. В связи с этим для производства разных групп плавленых сыров (колбасный, ломтевый пастообразный и др.) необходимо правильно выбирать сырье нужного состава. Так, для производства *ломтевых сыров* в состав рецептуры должны входить сыры с относительно низким содержанием растворимого азота (10-30 %), *пастообразного* плавленого сыра с мажущей консистенцией — сыры с растворимым азотом 20-40 %.

Степень зрелости сыров можно определять аналитическим путем и по Шиловичу — в градусах буферности сыра (°Ш). Оптимальная зрелость сычужных сыров с НТ2Н 80-90 °Ш, сыров типа швейцарского— 150-190 °Ш. Зрелость сырной массы можно регулировать, добавляя к незрелым и зрелым сырам перезрелые.

Массу зрелого и незрелого сыра в смеси можно рассчитать методом треугольника, опираясь на массу какого-либо компонента или смеси, а также его степень зрелости, например:

$$m_{1} = \frac{m^{2}(СЗ^{2} - СЗ^{ж})}{СЗ^{ж} - СЗ_{1}},$$

где тя, — масса незрелого сыра; m^{2} — масса перезрелого сыра; СЗ^{ж} — желательная степень зрелости, °Ш; СЗ, — степень зрелости незрелого сыра, °Ш; С3^{2} — степень зрелости перезрелого сыра, °Ш.

Подбор сырья по степени зрелости можно осуществлять исходя из следующих показателей: органолептических, даты выработки сыров, активной кислотности (pH) сыров.

Расчет с учетом pH осуществляют по формуле

$$pH^{н}_{см} = \frac{pH^{r}K^{l} + pH^{2}\text{-}K^{2} + \ldots + pU^{n}K^{n}}{\text{-} \quad \text{-}} .$$

где pH^{см} — требуемая активная кислотность смеси; pH|? pH^{2}, pH^{n} — активная кислотность составляющих; K^{x}, K^{2}, K^{n} — масса смеси.

При производстве плавленого сыра имеющееся сырье не всегда по составу соответствует приведенному в рецептурах, поэтому в условиях производства можно один вид сырья заменять на другой, близкий по свойствам или отличающийся по составу.

Допускается *взаимная замена* следующего сырья: сычужных сыров; жирного и обезжиренного творога; разных видов сливочного масла; сухих молочных продуктов; сливок и сметаны; солей-плавителей.

Кроме того, можно осуществлять замену:

мелких сычужных сыров рассольными жирными сырами в количестве не более 20 % от общей массы компонентов;

нежирного сыра сухим молоком (не более 10% от общей массы компонентов);

нежирного сыра и обезжиренного творога белковой массой и др.

В случае замены сырья производят пересчет рецептуры, чтобы исключить выпуск нестандартной по составу продукции.

14.2.2. Применение солей-плавителей

При выработке плавленого сыра на основе натуральных сыров, если его подвергать нагреванию без солей-плавителей, происходит синеретическое сжатие белковой матрицы, и из сыра выделяется вода и жир. Сыр расслаивается на воду, свободный жир и белковый осадок. Если

такую массу перемешать и охладить, то получится грубая, слоистая, упругая сырная масса. Напротив, нагревание сыра с солями-плавителями приводит к увеличению растворимости белковой фракции, так как соли-плавители взаимодействуют со структурированным кальцием. В результате отщепления ионов кальция от ПККФК образуются более мелкие казеиновые мицеллы со снижением массы примерно в 20 раз и их короткие цепочки с сохранившимися кальциевыми мостиками. Образовавшиеся растворимые формы параказеината натрия хорошо эмульгируют жир. В результате жир в плавленом сыре значительно лучше стабилизирован и диспергирован, чем в натуральном сыре, что исключает его выделение при нагревании и механическом воздействии.

Соли-плавители, растворяясь в плазме сыра, адсорбируются белком, повышая его электрозаряженность и влагоудерживающие свойства, причем с увеличением валентности аниона степень гидратации возрастает. Таким образом, при плавлении образуется система, имеющая короткую протеиновую структуру, которая уже не похожа на длинную протеиновую структуру натурального сыра. Эту систему называют «кремообразованием».

Высвободившиеся при деминерализации ПККФК ионы кальция взаимодействуют с анионами солей-плавителей. Однако при плавлении не все ионы кальция заменяются на натрий, поэтому не все межмицеллярные связи разрываются, что придает определенную упругость сыру даже в горячем виде.

-\ Сделать правильный выбор соли-плавителя является далеко не простой задачей. При этом во внимание следует принимать следующие факторы:

как много связанного с белком в сыре кальция нужно заместить на натрий;

какова кислотность исходной среды и получаемого продукта, ед. pH;

что составляет белковую основу — творог или сыр;

какая степень зрелости и структура используемых для плавления сыров;

какова желаемая степень кремообразования плавленого сыра, т. е., к какой видовой группе относится получаемый продукт;

какие применяемый тип оборудования для фасовки плавленого сыра и форма упаковки.

Известно, что кальций более прочно связан с белком в незрелом (молодом) сыре, чем в зрелом. Кроме того, низкожирный сыр требует более интенсивного ионного обмена, чем, например, сыр, содержащий 50 % жира в сухом веществе, поскольку доза соли-плавителя пропорциональна количеству связей белка с кальцием, а не количеству жира. Кроме того, разнообразные сыры для плавления могут содержать разное количество кальция.

Правильный подбор соли-плавителя также зависит от pH сыра, подвергающегося плавлению, и pH конечного продукта. Самое важное — не допустить изменения величины pH готового продукта более чем на 0,1 единицы pH используемого сыра, чтобы сохранить консистенцию и запах плавленого сыра. Если оптимальное значение pH плавленого сыра выше pH сырья, то для плавления следует использовать щелочные соли и наоборот.

Установлено, что для ломтевого плавленого сыра оптимальное значение величины pH с натрием фосфорнокислым двухзамещенным — 5,5-5,8; натрием лимоннокислым — 5,3-5,6; со смесью солей-плавителей триполифосфата натрия и натрием пирофосфорнокислым трехзамещенным — 5,4-5,7.

Общее количество солей-плавителей в составе смеси для плавленых сыров не должно превышать 2-3 % в пересчете на безводную соль. Соли-плавители могут вноситься в сухом виде, в виде кристаллогидратов, а также водных растворов.

Соли-плавители зарубежных фирм-поставщиков (Сольва и др.) в основном вносят в смесь непосредственно в сухом виде без предварительной подготовки.

Традиционные соли-плавители, как правило, вносят в виде водных растворов, которые предварительно готовят, согласно действующим инструкциям. При этом используют их 20-25%-е растворы, что ускоряет диффузию. Такие соли-плавители, как динатрийгидрофосфат, соль Грахама и другие вносят без предварительного растворения в воде.

Для выбора дозы соли-плавителя обычно используют пробные микроплавки сыра массой 100 г. На основании микроплавок с разными дозами солей выбирают оптимальный вариант.

Из табл. 14.3 следует, что соли-плавители оказывают разный эффект на процесс плавления и на готовый продукт.

Таблица J4.3. **Влияние солей-плавителей на показатели плавленого сыра**

Показатель	Цитраты	Ортофосфаты	Полифосфаты
Ионный обмен	+	+	++
Сдвиг pH	++	++	+
Кремообразование	0	0	++
Изменение цвета	(+)	0	0
Влияние на запах	++	(+)	0
Влияние на срок хранения	0	0	++

Условные обозначения: 0 — не изменяет; + — средняя степень изменения; ++ — сильная степень изменения; (+) — возможное изменение.

Ионный обмен. При протекающем ионном обмене при использовании в качестве солей-плавителей цитратов образуются соли лимоннокислого кальция, при использовании фосфатов — фосфаты кальция. По сравнению с натриевыми солями они имеют меньшую растворимость, но при последующем после плавления охлаждении плавленого сыра растворимость кальциевых солей повышается, в результате образуемые ионы кальция вновь связывают мицеллы ПККФК, образуя новый параказеиновый гель. При этом прочность такого геля будет зависеть от длины цепочек связанных между собой мицелл. Установлено, что образуемые при плавлении смеси цитраты кальция и кальциевые соли полифосфатов обладают большей растворимостью, чем кальциевые соли ортофосфатов, и при диссоциации образуется больше свободных ионов кальция, которые затем связывают ПККФК в длинные цепочки. При использовании ортофосфатов при плавлении смеси образуются короткие цепочки из мицелл ПККФК, обусловливающие получение коротковолокнистой структуры плавленых сыров, что формирует мажущуюся консистенцию продукта. По этой причине производство мажущегося типа плавленого сыра стало возможным только после открытия полифосфатов как солей-плавителей.

Таким образом, у полифосфатов отмечается максимальный ионный обмен и очень сильное влияние на кремообразование, тогда как цитраты и ортофосфаты показывают умеренную величину ионного обмена и слабое влияние на кремообразование плавленого сыра.

Пока точно не установлено, почему при получении плавленого сыра кремообразование не происходит в отсутствие жира в исходной смеси (например, на обезжиренном сыре), а также почему кремообразование облегчается в присутствии лактозы.

Разработаны модели, описывающие реальные процессы, происходящие при плавлении. Эти модели основываются на явлении фазового перехода. Чтобы легче понять явление фазового перехода, обратимся за примером к производству масла методом преобразования (ВЖС). Исходно при сепарировании молока получают сливки жирностью 35^-0 %, при последующем сепарировании жир в сливках повышается до 84 %. В обоих случаях это еще продукт растворимый в воде. В дальнейшем при поступлении ВЖС в маслообразователь, где под давлением осуществляется их охлаждение и механическая обработка, происходит обращение фаз и получают масло — эмульсию плазмы (воды) в жире, т. е. продукт, который больше не растворим в воде.

Описанная модель фазового перехода (от эмульсии «масло в воде» к эмульсии «вода в масле») является идеальной для описания процессов, происходящих при выработке плавленого сыра. Если посмотреть на молоко (при этом молочный жир не принимать во внимание, а остановиться на белке, точнее — на казеине, поскольку на сывороточные белки (альбумин и глобулин) соли-плавители не оказывают воздействия), можно сделать заключение, что молоко представляет собой стабильную эмульсию, в которой белок диспергирован в сплошной среде — воде. При добавлении молокосвертывающих ферментов получают сыр. Фазовый переход происходит на определенной стадии получения сыра. Сыр, будучи гидрофобным, не связывает воду. Однако с солями-плавителями параказеинат кальция, нерастворимый в воде, превращается в казеинат натрия, который уже растворим в воде.

Ионный обмен является начальной стадией в процессе производства плавленого сыра. Ионный обмен — кальция на натрий — завершается при температуре +60 °С при усиленном механическом перемешивании. Сыр на 1-й стадии представляет собой гидрофильный гель желтого цвета — стадия «крема». Затем сырная масса при продолжении перемешивания становится более густой, пока не будет достигнута 2-я стадия — стадия «супер-крема», на которой гель становится гидрофобным. По этой причине плавленые сыры получают между данными двумя стадиями. При этом первым можно получить легкоплавкий тип плавленого сыра, вторым — блочный тип, третьим — мажущийся тип и последним — тугоплавкие сорта.

Установлено, что после стадии «супер-крема» плавленый сыр очень плотный по консистенции, после нагревало +140 °С и охлажде-

ния он становится мягким и полностью растворимым в воде. По своей природе это опять гидрофильный гель. Однако полученный продукт совершенно непригоден к расфасовке (прилипает к фольге) и требует новой термообработки для перевода в так называемое состояние «после-крема».

Сдвиг pH— очень важный показатель, характеризующий сольплавитедь, поскольку плавленый сыр можно приготовить только в очень узком интервале активной кислотности среды — от 5,3 ед. pH до максимум 6,2 ед. pH, а в большинстве случаев даже в еще более узком диапазоне — 5,5-5,8 ед. pH. При этом все величины pH в данном случае относятся к прямым измерениям, которые проводят введением высококачественного стеклянного электрода непосредственно в плавленый сыр, а не как было принято ранее — к измерениям pH диспергированного плавленого сыра в дистиллированной воде.

Вследствие значительной разницы в величинах pH у солей-плавителей с разной степенью замещения и высокой буферной емкостью у цитрата и ортофосфата обе эти соли обладают значительным воздействием на pH. У полифосфатов только умеренное значение сдвига pH. Чем длиннее молекулярная цепочка у полифосфата, тем меньше величина сдвига pH, соль Грэма (гексаметафосфат) обеспечивает минимальное значение этого показателя (см. табл. 14.1).

Влияние на вкус и запах. Соли-плавители в различной степени оказывают влияние на вкус и запах плавленого сыра. Однако сегодня не существует такой «магической соли», добавлением которой к рецептуре, содержащей в своем составе малое количество натуральных сыров, можно получить вкусный конечный продукт. Соли лимонной кислоты придают плавленому сыру освежающий вкус. Как правило, их используют для уравновешивания типичного сырного аромата сыров разной степени зрелости, из которых готовят плавленый сыр.

Ортофосфаты также оказывают влияние на аромат, но, к сожалению, отрицательное (см. табл. 14.1). Слегка мыльный вкус, который возникает при применении в рецептуре только одних ортофосфатов, появляется благодаря относительно высокой величине pH плавленого сыра (между 6,1-6,2 ед. pH). Такие высокие значения pH необходимы для обеспечения полного ионного обмена при плавлении сыра только с ортофосфатами.

Полифосфаты не оказывают никакого влияния на вкус и аромат, однако если в рецептуре мало сычужного сыра или сырье незрелое, то с использованием полифосфатов невозможно обеспечить выраженный вкус плавленого сыра.

Влияние на срок хранения. Хорошо известно бактериостатическое действие полифосфатов. Если приготовить три идентичные партии плавленого сыра (одна — с цитратом, вторая — с ортофосфатом, третья — с полифосфатом), причем все параметры соблюсти одинаковыми (температура, сырьевые компоненты, pH, массовая доля сухих веществ), окажется, что наибольший срок хранения будет у плавленого сыра, содержащего полифосфаты.

Известно также, что полифосфаты эффективны против бактериофагов.

Изменение цвета. Лимоннокислые соли оказывают влияние на цвет плавленого сыра. Если в качестве соли-плавителя взять только цитрат, продукт окажется не совсем однородным по цвету. «Мраморность» — таким термином описывают этот феномен — казалось бы, связана с белым цветом цитрата кальция, но содержание цитрата в плавленом сыре слишком мало. Большинство экспертов полагает, что при использовании только цитрата процесс плавления смеси остается незавершенным. Тем не менее, убедительного объяснения этого явления до сих пор не существует.

14.2.3. Характеристика солей плавителей «Сольва»

Соли-плавители различаются между собой по интенсивности ионного обмена, кремообразующей способности, сдвигу pH. Обычно марка солиплавителя «Сольва» совпадает со значением pH 1%-го водного раствора.

В зависимости от кремообразующей способности, соли-плавители делятся на соли-плавители для ломтевых плавленых сыров (кремообразующая способность — 0), соли-плавители для пастообразных плавленых сыров (кремообразующая способность — или x, или *xx,* или *xxx).* Существуют соли-плавители, обеспечивающие способность плавленых сыров к повторному плавлению (плавленый сыр к обеду) или, наоборот, — обеспечивающие сохранение его термостабильности. Кроме этих основных групп солей-плавителей существуют корректирующие соли, повышающие или понижающие pH готового

продукта, и соли-плавители с антимикробной активностью, подавляющие развитие определенных групп микроорганизмов или тормозящие прорастание спор микроорганизмов.

Сольва 35 С (pH 3,9), pH сдвиг: -0,3/-0,6. Эмульгирующая соль для производства ломтевого и колбасного плавленого сыра. Обеспечивает хорошую текучесть при плавлении и способствует повышению твердости готового продукта. Используется в сочетании с Сольва 120 ДИ (на 100 кг сырья обычно вносится 3 кг солей: 2 кг Сольва 35 С и 1-1,5 кг Сольва 120ДИ). Окончательная структура плавленого сыра формируется с этой эмульгирующей солью трое суток.

Сольва 62 (pH 6,2), pH сдвиг: -0,1/—0,2. Эмульгирующая соль для производства колбасного и ломтевого плавленого сыра. Придает плавленому сыру твердую эластичную консистенцию. Может применяться в рецептурах в сочетании с Сольва 120 ДИ (на 100 кг сырья обычно вносится 2 кг Сольва 62 и 1 кг Сольва 120 ДИ).

Сольва 65 (pH 6,5), pH сдвиг: -0,1/-0,2. Эмульгирующая соль для плавленого сыра. Применяется в сочетании с другими солями-плавителями Сольва как при производстве ломтевых, так и пастообразных сыров для придания плавленым сырам более твердой консистенции, в том числе в рецептурах с большой долей сухой сыворотки, при использовании в качестве соли-плавителя динатрийфосфата, предотвращения «прилипания к фольге». Вносимое количество — 0,5-1,0 % от массы сырья.

Сольва 820 (pH 8,3), pH сдвиг: +0,1/+0,3. Эмульгирующая соль для производства пастообразного плавленого сыра. Придает готовому продукту кремовую консистенцию с высокой степенью намазывания (плавленый сыр баночках, тюбиках). Успешно используется для переработки больших количеств обрезков, творога. Дозировка — 2,0-2,5 % в комбинации с Сольвой 90 С.

Сольва 90 С (pH 9,3), pH сдвиг: +0,1/+0,3. Эмульгирующая соль для мажущегося плавленого сыра с любым содержанием жира, в том числе для рецептур, основанных на твороге. Рекомендуется использовать для рецептуры смесей с низкой величиной pH и при температуре плавления, превышающей +100 °С, а также применять в сочетании с Сольва 820 и Сольва 120 ДИ. В дозе 0,2 % рекомендуется для производства ломтевого плавленого сыра на основе грубого «заваренного», крупинчатого сырья для лучшего плавления.

Сольва 120 Д Инстант (pH 12,0), pH сдвиг: +1,0/+1,5. Щелочная корректирующая соль с большой буферной емкостью для увеличения величины pH, особенно при производстве плавленого сыра на основе сырья с повышенной кислотностью, в том числе и творога. Обычно рекомендуется при производстве пастообразного плавленого сыра; доза соли-корректора не должна превышать 0,8-1,0 %.

Сольва НЗЦ (pH 6,5), pH сдвиг: +0,1/+0,3. Используется при производстве колбасного и ломтевого плавленого сыра с хорошей способностью к повторному плавлению, например сыра для пиццы. Рекомендуемая дозировка — 2,5-3,0 %.

Сольва GS 81 (цитрат натрия). Цитраты способствуют формированию длинной эластичной структуры колбасного и ломтевого плавленого сыра, доза — 0,2-0,5 %. Кроме того, цитраты придают плавленому сыру свежий вкус и с этой целью также рекомендуются к применению других видовых групп плавленых сыров.

Бекаплюс FS (pH 6,5-7,5), pH сдвиг: +0,0/+0,1. Соль-плавитель с антимикробным действием. Предотвращает рост дрожжей и плесеней. Применяется в сочетании с другими солями-плавителями в дозировке 0,3-1,0 %.

Йоха ХБС (pH 6,0) pH сдвиг: +0,0/-0,1. Эмульгирующая соль с бактериостатическим действием, предотвращает прорастание бактериальных спор. Рекомендуемая дозировка составляет 0,3-1,0 % на конечный продукт. Используется в сочетании с другими солями-плавителями при производстве консервных плавленых сыров.

14.2.4. Составление смеси, созревание, плавление, охлаждение, фасовка

Составление смеси. Плавленые сыры вырабатывают в соответствии с утвержденной рецептурой.

Расчет рецептуры плавленого сыра на практике в большинстве случаев осуществляется алгебраическим методом. Сущность данного метода заключается в составлении уравнений материального баланса (по массе, жиру и др.), объединении их в систему и последующем решении. При этом количество искомых масс ингредиентов должно быть равным или меньшим числу уравнений, иначе система будет иметь бесконечное множество решений. В таком случае задают мас-

сы выходящих за рамки числа уравнений ингредиентов как известные и далее решают систему уравнений с оставшимися неизвестными. Решение системы можно осуществлять традиционным расчетом (вручную) или с помощью программных средств ЭВМ.

В Могилевском государственном университете продовольствия разработана программа для ведения расчета рецептур многокомпонентных продуктов. Работа программы основана на решении системы *n* уравнений с *n* неизвестными. Данная программа составлена в редакторе Excel офисного приложения Microsoft Office. Решение системы линейных уравнений осуществляется по способу решения определителей методом Крамера. Разработанная программа позволяет с минимальными затратами труда и времени осуществлять расчет и оптимизацию выпуска продукции, где требуется осуществлять подбор сырья -согласно рецептуре (плавленые сыры, мороженое и др.).

Созревание сырной массы. При переработке на плавленый сыр незрелого сыра, особенно нежирного, подготовленную сырную массу выдерживают с раствором солей-плавителей. Такая выдержка сырной массы называется созреванием. Она способствует набуханию сырной массы и улучшению ее плавления.

Для созревания размельченную сырную массу смешивают с солями-плавителями в количестве, необходимом для плавления или несколько меньшем, тщательно перемешивают и затем выдерживают 1 ч (допускается до 24 ч). Продолжительность выдерживания сыра с солями-плавителями зависит от его вида и зрелости. Практически любой сыр, кроме незрелого, после созревания годен для плавления. При переработке зрелых натуральных сыров процесс созревания исключают. Однако наряду с преимуществами созревание сырной массы требует дополнительных площадей и емкостей. Кроме того, жировая фракция сыров при созревании подвергается окислению, поэтому созревание сыров ограничивают до 1 ч.

Плавление, охлаждение, фасование сырной массы. Сырную массу плавят в специальных аппаратах периодического действия (Б6-ОПЕ; Б2-ОПН и др.) и непрерывного (машины фирмы «Штефан» и др.). Нагрев сырной массы в них осуществляется теплоносителем (вода + пар), подающимся в межстенное пространство аппаратов, или путем непосредственного введения пара высокой степени очистки в смесь для плавления.

Температуру плавления сырной массы, продолжительность нагревания и выдержки нагретой сырной массы устанавливают с учетом применяемого исходного сырья, степени его бактериальной обсемененности, степени зрелости сыров, вида соли-плавителя. При этом принимают во внимание также вид выпускаемой продукции. Сыр начинает плавиться при температуре +45...+50 °С. Во время плавления смесь размягчается, становится текучей и полностью расплавляется. Температуру плавления также устанавливают в зависимости от свойств массы. Молодой сыр вследствие повышенной вязкости нагревают до более высокой температуры, чем зрелый. Если плавленому сыру надо придать слегка мажущуюся консистенцию, то температуру плавления также повышают. Мягкие сыры плавят при более низкой температуре.

Обычно температура плавления колеблется в пределах +80... +95 °С. Сыры с повышенным содержанием влаги рекомендуется плавить при +85...+95 °С.

Жиры рекомендуется вносить после нагрева сырной массы до +60...+70 °С, чтобы снизить интенсивность их окисления.

Перед окончанием плавления вносят вкусовые наполнители.

Продолжительность плавления при температуре+75.. .+80 °С составляет 15-20 мин, что способствует получению однородной сырной массы без включения нерасплавившихся частиц сыра. Продолжительность плавления до более высоких температур (особенно +90 °С и +95 °С), наоборот, должна быть менее длительной и составлять 10-12 мин.

В целях улучшения эмульгирования жира и получения более тонкой консистенции пастообразных и сладких плавленых сыров можно применять гомогенизацию. Ее проводят непосредственно после плавления при давлении 9,8-14,7 МПа и температуре +75...+80°С. Применение гомогенизации для ломтевых сыров нецелесообразно вследствие значительного уплотнения структуры, что может привести к появлению грубой, резинистой консистенции.

При использовании агрегата В2-ОПН или машины фирмы «Штефан» гомогенизация проводится в самом агрегате быстрым вращением ножей для дробления сыра, поэтому использование гомогенизаторов исключается.

В случае большой текучести сырной массы, которая создает трудности при фасовании сыра в фольгу, может производиться охлаждение сырной массы подачей холодной воды в рубашку бункера фасовочного

автомата или удлинение выдержки сырной массы в промежуточной емкости перед ее фасованием.

После плавления горячая сырная масса сливается в промежуточные емкости, где может выдерживаться некоторое время для охлаждения, и затем подается в промежуточный бункер фасовочного автомата самотеком или насосами. Для фасования плавленых сыров используются различные автоматы для фасования вязких пищевых продуктов.

Одним из наиболее распространенных материалов внутренней упаковки является алюминиевая лакированная фольга, которая лакируется с двух сторон; толщина лакового покрытия 1,5 мкм. Необходимость лакирования заключается в защите продукта от высыхания, а самой фольги — от коррозии. Алюминиевая фольга должна быть мягкой, непористой, толщина ее 17 (±1) мкм. Кроме того, применяют для упаковки оболочку из целлюлозной пленки.

Для колбасного сыра в качестве упаковки применяют нелакированный целлофан, который обеспечивает проникновение коптильных агентов через пленку при копчении сыра. Колбасный плавленый сыр после копчения парафинируют для уменьшения паропроницаемости с целью снижения усушки при хранении.

Из синтетических материалов используют полипропилен в виде ленты для изготовления коробочек, которые сверху запечатывают фольгой или полимерной пленкой. Из нее также изготавливают стаканчики, которые вместе с крышками поступают на предприятие в уже готовом виде. Кроме того, применяют стаканчики и коробочки из полистирольной ленты. Данный упаковочный материал следует хранить в специально отведенных помещениях.

После фасования плавленый сыр охлаждается в остывочных камерах или охладителях тоннельного типа. При быстром охлаждении плавленого сыра его качество повышается, продукт становится более стоек при хранении. Медленное охлаждение плавленого сыра приводит к снижению выраженности вкуса и уплотнению консистенции.

При производстве плавленых сыров сладких медленное охлаждение может явиться причиной потемнения продукта за счет реакции Майера.

Продолжительность охлаждения плавленого сыра зависит от видовой группы, фасовки, упаковки, скорости охлаждаемого воздуха, способа укладки плавленого сыра.

Обычно плавленый сыр охлаждают до температуры +8...+10 °С, Продолжительность охлаждения в тоннельном охладителе — 1 ч.

После охлаждения плавленый сыр упаковывают в транспортную упаковку (или сначала в торговую, например коробочки картонные, а затем — в транспортную упаковку).

14.2.5. Влияние различных факторов на консистенцию плавленого сыра

Связь между «сухим веществом» и «жиром в сухом веществе». Соотношение между этими двумя параметрами критически влияет на консистенцию. Установлено, что при желании сохранить консистенцию плавленого сыра постоянной, увеличение в содержании жира требует увеличения в содержании сухого вещества.

Величина pH—другой фактор, влияющий на консистенцию плавленого сыра. Что касается молока как сырья, то чем больше добавлено кислоты, тем легче оно коагулирует, тогда как в щелочной области — остается жидким. Это касается и плавленых сыров — при низких значениях величины pH консистенция плавленого сыра более плотная, чем при высоких pH.

Тип и степень зрелости сырья (сыра) — даже небольшие изменения в сыре приводят к изменениям консистенции плавленого сыра. Некоторые виды натуральных сыров легко переходят в кремообразное состояние, другие — относительно медленно. Как правило, чем больше возраст сыра, тем сильнее кремообразование, чем моложе — тем слабее. Что касается типа сыра: чем меньше число кальциевых связей и больше степень коагуляции, связанная с присутствием молочнокислых бактерий, тем слабее кремообразование сырной массы.

Содержание лактозы в конечном продукте оказывает заметное влияние на консистенцию. Если 1 % лактозы можно пренебречь, уже 2 % лактозы потребует увеличения содержания сухих веществ на 1 % для сохранения консистенции плавленого сыра.

Технологические приемы также относятся к важнейшим факторам, влияющим на консистенцию плавленого сыра. Когда сырная масса претерпевает интенсивное механическое воздействие, как в современных куттерах, кремообразование сырной массы достигается очень

быстро. Этот же процесс на традиционном оборудовании, с менее интенсивной механической обработкой, протекает медленнее.

Температура и скорость охлаждения. Поскольку кремообразование плавленого сыра не прерывается вплоть до температуры продукта +25 °С, поэтому если плавленый сыр какое-либо время имеет температуру выше +25 °С (если процесс охлаждения происходит медленно), то консистенция плавленого сыра будет размягчаться.

14.2.6. Сыры плавленые на основе творога

Технология сыров на основе творога дает возможность расширить ассортимент выпускаемой продукции, увеличить объем переработки творога и снизить сезонность производства на заводах и в цехах плавленых сыров. В качестве основного сырья используется творог с широким диапазоном физико-химических показателей, а также после резервирования путем замораживания и последующих дефростаций. Количество творога может составлять до 70 % от общего компонентного состава. Несмотря на отсутствие в рецептурах сыра, готовый продукт имеет нежную пластичную консистенцию, свойственную пастообразному плавленому сыру, что возможно благодаря использованию в качестве стабилизатора белка структурообразователя биологической природы, который позволяет сохранить пищевую ценность исходного сырья, а также улучшить органолептические показатели готового продукта.

Применение широкой гаммы вкусоароматических добавок позволяет получить продукт с оригинальным вкусом (от острого до сладкого), способным удовлетворить самые разнообразные пожелания потребителей.

Сыры из творога в герметичной упаковке выдерживают двухмесячный режим хранения без ухудшения вкусовых показателей, что выгодно отличает их от других изделий из творога, имеющих ограниченный срок хранения.

14.2.7. Хранение плавленого сыра

Хранение плавленого сыра на складах, торговых базах, в холодильниках может проходить в двух режимах: при температуре от -4 °С до

0 °С и относительной влажности воздуха 90 % или от 0 °С до +4 °С и относительной влажности воздуха 85 %. Продолжительность хранения плавленого сыра в зависимости от его видовой группы, вида упаковки и температуры хранения приведена в табл. 14.4.

Таблица 14.4. **Режимы хранения плавленых сыров**

Группа плавленого сыра	Вид упаковки	Продолжительность хранения, суток	
		-4…0°С	0 (±4) °С
ломтевые а) с массовой долей жира от 40 % и выше без наполнителей; б) с массовой долей жира до 30 % без наполнителей; в) с наполнителями	алюминиевая лакированная фольга, полимерные пленки (батончики)	а) 90; б) 75; в) 30;	а) 75; б) 60; в) 20;
	полимерные стаканчики и коробочки	20	15
колбасные	целлофан, полимерные пленки	75	60
плавленые к обеду	алюминиевая лакированная фольга, полимерные пленки (батончики)	45	30
	полимерные стаканчики и коробочки	20	15
пастообразные	алюминиевая лакированная фольга, полимерные пленки (батончики)	45	30
	полимерные стаканчики и коробочки	35	30
сладкие	алюминиевая лакированная фольга, полимерные пленки (батончики)	35	30
	полимерные стаканчики и коробочки	30	20

Сроки годности плавленых сыров устанавливает изготовитель продукции с учетом применяемого сырья, упаковочных материалов и условий хранения в установленном порядке.

14.3. Особенности технологии отдельных видовых групп плавленых сыров

Плавленые сыры ломтевые. Эта видовая группа подразделяется на плавленые сыры без вкусовых наполнителей и плавленые сыры со вкусовыми наполнителями.

Название видовых плавленых сыров обычно соответствует названию натурального сыра, являющегося основным сырьем, которого должно быть не менее 60 % от общего количества сырья. Помимо них в рецептуры входят быстросозревающие или нежирные сыры для плавления, сливочное масло и сухое молоко.

Плавление смеси проводят при температуре +80...+85 °С. Если сыр плавят с инжекцией пара в сырную смесь, то при расчете рецептур следует учитывать, что при этом вводится 2—4 % влаги в виде конденсата. Его количество зависит от давления пара, вместимости аппарата для плавления, температуры и времени плавления.

Общая продолжительность плавления должна составлять не более 15-20 мин. Выдержка при температуре плавления проводится в течение 3-6 мин для пастеризации массы, но при увеличении длительности плавления может появиться кислый вкус плавленых сыров, консистенция теряет эластичность, сыр плохо фасуется.

Ломтевый плавленый сыр «столовый» вырабатывают из сырья, основу которого составляет нежирный сыр со сроком созревания 7-10 дней.

Согласно традиционной технологии для получения плавленого сыра с соответствующими органолептическими свойствами рекомендуется нежирный сыр подвергать созреванию с молокосвертывающим ферментом (пепсином). Для этого отбирают часть нежирного сыра в количестве 20-22 % от рассчитанного по рецептуре, измельчают на волчке, а затем — на вольцовке и помещают в емкость, куда вносят активизированный пепсин с водой. Смесь перемешивают и выдерживают при температуре +21 (±1) °С в течение 7-8 ч. Эту смесь допускается хранить в течение 8-10 ч при комнатной температуре. Активизацию пепсина проводят после его растворения в воде (из расчета на 100 г пепсина берут не менее 1 л воды) при температуре +45 °С и выдержке при этой температуре 10 мин. При этом на 1 кг нежирного сыра берут 1,2 г пепсина.

Сыр плавленый колбасный. Сырьем служит нежирный сыр, брынза, сыры для плавления, полужирный и обезжиренный творог, сливочное масло и др.

Смесь плавят при температуре +80...+85 °С. При горячем копчении температуру плавления снижают до +75 °С. Вкусовые наполнители вводят в конце плавления. Сырную массу при температуре плавления выдерживают 3-5 мин. После плавления смесь охлаждают до +60...+65 °С, чтобы обеспечить хорошее фасование. Фасовку производят с помощью шприцов для колбас. Готовые батоны плавленых сыров подвешивают и помещают в контейнеры или этажеры, размещая так, чтобы они не касались друг друга. Перед копчением сыры охлаждают до +30...+32 °С. Копчение плавленого сыра дымом производят в коптильных камерах. Для копчения используют несмолистые породы деревьев: березу без коры, дуб, ясень, ольху. Нельзя применять сырую древесину, так как она придает плавленому сыру темный цвет и привкус дегтя.

Применяют холодное, промежуточное и горячее копчение:

холодное копчение — при температуре +25...+30 °С в течение 20-24 ч;

промежуточное — при температуре +30...+33 °С в течение 12-14 ч;

горячее — при температуре +45...+55 °С в течение 3-4 ч.

В результате копчения поверхность плавленого сыра приобретает цвет от светло- до темно-коричневого, становится глянцевой, сырная масса уплотняется, оболочка плотно прилегает к поверхности сыра, появляется приятный вкус копчености.

После копчения плавленый сыр охлаждают в камере с температурой +10...+12 °С в течение 1,5-2 ч. Это необходимо для равномерного покрытия парафиновых сплавов при парафинировании. Перед парафинированием батоны плавленого сыра перетирают сухой тканью. Парафинирование проводят при температуре сплава +150...+160 °С путем погружения в емкость батонов плавленого сыра (10 шт.) на 2-3 ч. Парафин через 3-5 с затвердевает и сыр направляют на упаковку в транспортную тару (картонные короба). Имеется и бездымный способ копчения путем использования коптильных препаратов химической природы — жидкость с характерным запахом копчения и др. Так, жидкость (0,5-0,6 % водного раствора от массы плавленой сме-

си) вводят в расплавленную массу и перемешивают несколько минут (сыр «Охотничий»). При выработке колбасных плавленых сыров, где основу составляет нежирный сыр, рекомендуется проводить выдержку размельченной сырной массы с солями-плавителями или пепсином (говяжий, свиной) в течение 4-16 ч (их количество и активизация —. аналогичны сыру «Столовый»).

Сыры плавленые пастообразные. В отличие от ломтевых плавленых сыров при их производстве используют соли-плавители, которые позволяют получить продукт с мягкой, пластичной консистенцией (Янтарь, Дружба, Волна, Лето).

Плавленый сыр «кисломолочный» вырабатывают с бактериальной закваской, которую вносят в сырную смесь при температуре +90...+95 °С, перемешивают без подогрева и сразу направляют на фасование.

Сыры плавленые сладкие. Отличаются от других плавленых сыров тем, что при их производстве вводят сахарозу или сахаросодержащие продукты — мед, фруктовые сиропы. Основным сырьем для них являются нежирные и свежие несоленые сыры и творог с добавлением сливочного масла, а для отдельных плавленых сыров этой видовой группы — сливки с массовой долей жира 35 %. Кроме сахара могут вноситься такие наполнители, как какао-порошок, экстракт кофе, цитрусовые наполнители, ванилин. При этом какао-порошок вносят перед плавлением смеси отдельно или перетертые с сахаром в конце плавления. Если используют кофе без примесей, его вносят непосредственно в виде порошка согласно рецептурам (из расчета 2 % от общей массы).

Орехи грецкие, фундук и другие очищенные от скорлупы компоненты, выдерживают в сушильном шкафу в течение 20 мин при температуре +210...+220 °С и дробят.

Фруктовые и цитрусовые эссенции, сиропы, соки, орехи, ванилин вносят в готовую расплавленную массу и хорошо перемешивают в течение 2-3 мин.

При производстве сладких плавленых сыров расплавленную массу рекомендуется перед фасовкой гомогенизировать при давлении 10—15 МПа (кроме плавленого сыра с орехами и изюмом).

Сыры плавленые к обеду. Основное сырье — натуральные сыры, масло сливочное, сметана, нежирные сыры и сухое обезжиренное молоко (для регулирования содержания сухих веществ).

В качестве вкусовых наполнителей используют белые сухие грибы, грибной отвар, томатный соус, репчатый лук, гвоздику и другие наполнители. Гвоздику обдувают воздухом, размалывают и просеивают.

Репчатый лук очищают. Промывают водопроводной водой, дробят на волчке и вводят в смесь перед плавлением.

В процессе плавления в сырную массу при температуре +70...+75 °С вводят масло, вкусовые наполнители и воду, затем продолжают плавление, нагревая смесь до +90...+95 °С.

Сыры плавленые консервированные вырабатываются следующих видов:

стерилизованный;

пастеризованный;

в порошке.

Стерилизованный плавленый сыр вырабатывают из твердых сычужных сыров. Оптимальное pH подготовленного сырья должно быть 5,2-5,5. Температуру плавления доводят до +95 °С. Расплавленную массу затем фасуют в металлические банки (100, 250 г), соблюдая стерильность, затем содержимое направляют в стерилизаторы или автоклавы при температуре +112 °С продолжительностью не менее 6 мин, затем банки направляют в камеру, где охлаждают до температуры + 15 °С. Хранят при температуре не выше +20 °С до 360 суток.

Пастеризованный плавленый сыр вырабатывают аналогично стерилизованному, но после фасовки в жестяные банки проводят пастеризацию при +80 °С в горячей воде в течение 2,5-3 ч или штабилируют и выдерживают в картонных ящиках в течение 3—4 ч. При этом температура снижается до +75...+80 °С.

Температура хранения пастеризованного плавленого сыра -4 °С, продолжительность — до 180 суток.

Сыры плавленые в порошке: температура плавления +80...+85 °С, продолжительность — 10-15 мин. После плавления расплавленную массу нормализуют горячей водой до массовой доли сухих веществ 35 % и через фильтр подают на сушку. Температура входящего воздуха сушилки равна +160...+170 °С, температура в зоне продукта должна быть +50...+65 °С.

Продукт в сухой герметичной таре хранят при температуре -4 °С до 40 суток.

14.4. Сыры плавленые функционального назначения, плавленые сырные продукты, соусы

Известно, что продукты функционального назначения — это продукты с заданными свойствами, которые направлены на восполнение недостатка в организме прежде всего регуляторных пищевых субстанций. Оказывая регулирующее действие на физиологические функции, биохимические реакции и психосоциальное поведение человека, подобные продукты поддерживают физическое здоровье и снижают риск возникновения заболеваний. Производство новых видов плавленых сыров, как никакого другого белкового молочного продукта, может быть направлено на создание продукции функционального назначения, так как их производство позволяет вводить в состав рецептур компоненты специального назначения: пребиотики, пробиотики, биологически-активные добавки.

Например, отличительной особенностью таких видов плавленых сыров, как «Луговой», «Солнышко» является полная замена сахара-песка смесью низкокалорийных подсластителей. Эти продукты предназначены для диетического питания. Их диетические свойства обусловлены комплексом вкусовых наполнителей: в сыре «Луговой» — смесью подсластителей и цикорием, в сыре «Солнышко» — смесью подсластителей и мякотью тыквы. Наличие в составе этих продуктов низкокалорийных подсластителей взамен сахара-песка делает возможным использование этих плавленых сыров в рационе питания больных сахарным диабетом. Цикорий усиливает диетические свойства, так как содержит в своем составе сладкое вещество — инулин, широко применяемое в питании диабетиков и заменяющее им крахмал и сахар. Кроме того, цикорий способствует повышению аппетита и улучшению пищеварения, успокаивает нервную систему и положительно влияет на работу сердца. Мякоть тыквы является источником пищевых волокон, оказывающих положительное влияние на процесс пищеварения. Использование мякоти тыквы или тыквенного напитка в составе плавленого сыра «Солнышко» придает продукту оригинальный вкус и аромат, а нежная, пластичная консистенция делает привлекательным использование этих сыров в питании как взрослых, так и детей. Применение в производстве плавленых сыров подсластителей вместо сахара-песка имеет свои преимущества. При этом реально

снижение себестоимости готовой продукции, так как подсластители дешевле эквивалента сладости сахара-песка в 2-4 раза. Кроме того, подсластители концентрированней сахара в 200-350 раз, поэтому их более экономичный расход на единицу продукции значительно снижают транспортные и складские расходы.

Плавленые сырные продукты. Отличительной особенностью этой продукции является добавление немолочных жиров и (или) белков, используемых с целью частичной или полной замены отдельных составных частей молока, и (или) других компонентов немолочного происхождения с массовой долей сухих веществ молока в сухих веществах продукта не менее 20 %. Это может быть внесение в состав продукта белоксодержащих растительных компонентов: тофу, соевой муки, пшеничных зародышей. С целью улучшения технологических свойств белоксодержащих растительных ингредиентов при переработке осуществляется подготовка перед процессом плавления специальными приемами. Использование растительных ингредиентов в рецептурах сырных продуктов в количестве 15 % от общего состава позволяет экономить молочное сырье, сохраняя при этом показатели качества плавленых сырных продуктов, близкими к традиционным плавленым сырам. Наличие растительных ингредиентов обогащает состав сырного продукта полиненасыщенными жирными кислотами, минеральными веществами и естественным мягким пищевым адсорбентом — клетчаткой.

Кроме того, отличительной особенностью сырных продуктов может быть использование заменителя молочного жира (акоблент и др.). Использование немолочного жира в рецептурах позволяет обогатить плавленые сырные продукты полиненасыщенными жирными кислотами и получить продукты с умеренно выраженным сырным или кисломолочным вкусом, а также оригинальным привкусом, в случае использования ароматизаторов, например, специфические привкусы и запахи копчения, чеснока, грибов, карри, специй для кетчупа, мексиканского соуса, перца.

Соусы на основе сыров. Технология соусов на сырной основе может быть реализована на оборудовании для производства плавленых сыров, что позволяет увеличить его загрузку, а также объемы реализуемой продукции соответствующими предприятиями. Соусы могут использоваться взамен майонеза, от которого выигрышно отличаются

по составу, питательной ценности, способу производства и стойкости в процессе хранения. В гигиеническом отношении они превосходят майонез, так как в процессе производства подвергаются термической обработке, резко снижающей объем остаточной микрофлоры, в частности — патогенной. По содержанию молочного белка, представленного казеином (до 15 %), соусы в пять раз превосходят майонез. Наличие большого количества белка гарантирует хорошее эмульгирование жира и следовательно — стойкость эмульсии в хранении (в отличие от майонезов). Использование молочного и растительного жиров в определенном соотношении, рекомендуемом Институтом питания РАМН, позволяет скорректировать жирнокислотный состав продукта, обогатив эссенциальными жирными кислотами. За счет введения широкой гаммы вкусовых добавок соусы могут приобретать разнообразный вкус и аромат, что значительно повышает возможность применения их в кулинарии. Новые продукты можно использовать в качестве приправы к заливным и другим холодным блюдам, для заправки овощных салатов, в качестве подливы к мясным, рыбным и макаронным блюдам.

14.5. Оценка качества плавленых сыров, пороки продукта

Плавленые сыры оценивают по 30-балльной шкале, в том числе:

вкус и запах — 15;

консистенция — 9;

цвет на разрезе — 2;

внешний вид — 2.

Если плавленые сыры набрали меньше 19 баллов, их направляют на повторную переработку,

Пороки вкуса и запаха:

1) слабо выраженный вкус и запах (низкая зрелость сырья); профилактика — использование зрелого сырья;

2) нетипичный вкус и запах (использование сыров с подопревшей коркой, с коркой пораженной слизью или плесенью) — тщательная зачистка и мойка сыров, плавление под вакуумом;

3) кормовые привкусы (использование натуральных сыров с кормовым привкусом) — плавление под вакуумом;

4) горький вкус (исходное сырье, избыток солей-плавителей, повышенное содержание поваренной соли и солей магния в нежирном сыре) — лучший подбор исходного сырья, снижение дозы нежирного сыра;

5) затхлый вкус (из-за сырья) — тщательная обработка и замачивание сыров с затхлым привкусом в сыворотке. Повышение температуры плавления до +90...+95 °С. Быстрое охлаждение и хранение при -3 °С;

6) излишне аммиачный вкус и запах (сыры с избыточным развитием сырной слизи) — тщательная мойка и ополаскивание сыров с избыточным привкусом. Использование таких сыров в смеси со свежим несоленым сыром;

7) излишне кислый вкус и запах (использование повышенного количества творога с излишней кислотностью) — соблюдение утвержденных рецептур;

8) салистый вкус и запах (использование сыров с маслянокислым брожением) — исключение использования сыров с маслянокислым брожением. Применять слабокислые соли-плавители и низин (так как низин при низком pH малоэффективен); быстро охлаждать после фасовки и хранить плавленые сыры при температуре -3 °С.

9) прогорклый вкус (переработка измельченного жирного сыра после его долгого хранения в цехе) — исключение долгого хранения;

10) щелочной мыльный привкус (излишнее количество щелочных солей-плавителей и питьевой соды) — не допускается избыточное количество солей-плавителей;

11) горький, салистый, затхлый вкус и запах после хранения плавленых сыров (несвоевременное охлаждение плавленого сыра после фасования, в результате чего прорастает посторонняя микрофлора) — соблюдение режимов охлаждения и хранения.

Пороки цвета сырного теста:

1) неравномерная окраска теста (заполнение бункера фасовочного автомата из разных автоматов для плавления с неодинаковой окраской) — строгое соблюдение режимов плавления;

2) интенсивное окрашивание (побурение) теста (длительное выдерживание сырной массы при +85...+90 °С, что приводит к образованию меланоидинов) — своевременное фасование и охлаждение готового продукта.

Пороки внешнего вида:

1) деформация брикетов сыра (плохое регулирование рабочего фасовочного автомата) — лучшая наладка;

2) рисунок (сетка) на поверхности сыра под фольгой (использование нелакированной фольги) — использование лакированной фольги;

3) коррозия фольги (некачественная фольга, хранение плавленого сыра при положительной температуре и относительной влажности воздуха 90 (95)%) — контроль качества фольги и режимов хранения плавленого сыра;

4) неравномерная окраска батонов колбасного сыра (светлые пятна) вследствие повышенной влажности в коптильных камерах — соблюдение режимов копчения;

5) излишне темная (коричневая) окраска батонов колбасного сыра (высокая температура копчения) — соблюдение режимов копчения.

6) наличие плесени на сыре (обсеменение спорами плесени в результате негерметичности упаковки, хранение плавленого сыра при повышенной влажности 90-95% воздуха) — герметичное упаковывание. Применение сорбиновой кислоты. Хранение в камере с относительной влажностью воздуха не выше 80 % и температурой -4 °С.

Пороки консистенции:

1) мучнистая консистенция (недостаточная доза солей-плавителей при переработке незрелого сыра; использование малоактивной соли-плавителя) — более тщательно подбирают сырье и соли-плавители;

2) рыхлая консистенция (применение перезрелых сыров) — правильный подбор сырья по зрелости;

3) плотная ломкая консистенция (пониженное содержание влаги в плавленом сыре при переработке зрелого российского сыра и чеддера) — добавление в смесь сыров типа голландского; повышение влаги до нормы;

4) излишне твердая грубая консистенция (использование незрелого сырья, пониженное содержание влаги) — правильный подбор сырья по зрелости, повышение влаги до нормы;

5) клейкая, липкая консистенция (низкая кислотность плавленого сыра, низкое содержание жира и сухого вещества) — повышение кислотности плавленого сыра и снижение содержания влаги;

6) нерасплавленное зерно белка в тесте сыра (недостаточное измельчение нежирного сыра, отсутствие созревания с солями-плавителями) — тонкое измельчение, применение созревания.

Литература

1. Бактериальные закваски, препараты и концентраты / Г. Д. Перфильев [и др.]. — Углич, 1995.

2. *Буланы, В.* От истоков до наших дней: Молочной промышленности Гомельщины 75 лет. — Гомель: Полеспечать, 2003.

3. *Гудков, А. В.* Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты: учеб. для вузов / А. В. Гудков. — М.: Пищевая промышленность, 2003.

4. *Гусак, А. А.* Задачи и упражнения по высшей математике: учеб. пособие для вузов: в 2 частях / А. А. Гусак. — 2-е изд. — Минск: Высшая школа, 1988. — Ч. 1.

5. Исторические портреты: Ключевский В. О. — М.: Правда, 1991.

6. *Крусь, Г. Н.* Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь [и др.]; под ред. А. М. Шалыгиной. — М.: КолоС, 2004.

7. *Мюих, Г. Д.* Микробиология продуктов животного происхождения / Г. Д. Мюих [и др.]; пер. с нем. — М.: Агропромиздат, 1985.

8. *Полыгалина, Г. В.* Определение активности ферментов: справочник / Г. В. Полыгалина. — М.: ДеЛи принт, 2003.

9. Промышленность Белоруссии, 1886-1900 гг. / под ред. М.Ф. Болбаса — Минск: Изд-во Белорусского государственного университета им. Ленина, 1978.

10. Развитие экономики Белоруссии в 1921-1927 годах. — Минск: Наука и техника, 1974.

И. *Раманаускас, Р. И.* Избранные главы физической химии сыроделия / Р. И. Раманаускас. — Каунас: Технология, 2004.

12. *Раманаускас, Р. И.* Физико-химическое обеспечение биотехнологии сыров / Р. И. Раманаускас. — Каунас: Технология, 2005.

13. *Сарафанова, Л. А.* Применение пищевых добавок: Технические рекомендации / Л. А. Сарафанова. — СПб: ГИОРД, 1997.

14. *Скотт, Р.* Производство сыра: научные основы технологии / Р. Скотт, Р. К. Робинсон, Р. А. Уилби. — СПб.: Профессия, 2005.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ 3

Глава 1. ИЗ ИСТОРИИ СЫРОДЕЛИЯ 5

1.1. Истоки развития сыроделия 5

1.2. Развитие сыроделия в России и Беларуси 12

Глава 2. КЛАССИФИКАЦИЯ СЫРОВ 23

2.1. Основные принципы классификации сыров 23

2.2. Товароведческие свойства сыров 27

2.3. Пищевая и энергетическая ценность сыра 42

2.4. Технологическая схема производства сыров 45

Глава 3. СЫРОПРИГОДНОСТЬ МОЛОКА 47

3.1. Показатели сыропригодности 47

3.2. Факторы, влияющие на сыропригодность 52

3.3. Требования к молоку, заготовляемому для производства сыра, контроль качества 56

Глава 4. ПОДГОТОВКА МОЛОКА К ПРОИЗВОДСТВУ СЫРА 62

4.1. Хранение молока 62

4.2. Тепловая обработка молока, дезодорация и ультрафильтрация молока 65

4.3. Нормализация молока 68

4.4. Созревание молока 71

4.5. Пути снижения бактериальной обсемененности молока в сыроделии 74

4.6. Применение солей и красителей 83

Глава 5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК В СЫРОДЕЛ И И 86

5.1. Общая характеристика используемых микроорганизмов 89

5.2. Способы получения бактериальных заквасок, типы заквасок их состав, классификация 101

Глава 6. ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК НА СЫРОДЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 110

6.1. Приготовление производственной закваски традиционным способом 111

6.2. Применение заквасок прямого внесения 116

6.3. Бактериофаги в сыродельной промышленности 119

Глава 7. СВЕРТЫВАНИЕ МОЛОКА СЫЧУЖНЫМ ФЕРМЕНТОМ 129

7.1. Механизм сычужного свертывания белков молока 130

7.2. Факторы, влияющие на сычужную коагуляцию молока ... 134

7.3. Подготовка и внесение сычужного фермента в молоко... 140

7.4. Применение других молокосвертывающих ферментов... 142

7.5. Некоторые аспекты использования молокосвертывающих ферментов 154

7.6. Прямое подкисление 157

Глава 8. ПОЛУЧЕНИЕ СЫЧУЖНОГО СГУСТКА И ЕГО ОБРАБОТКА 159

8.1. Получение сгустка, обработка сырного зерна 159

8.1.1. Факторы, влияющие на скорость синерезиса 163

8.1.2. Применение второго нагревания 165

8.1.3. Обсушка зерна после второго нагревания 168

8.1.4. Частичная посолка в зерне 168

8.2. Развитие микрофлоры при выработке сыра, ее контроль и регулирование 170

8.2.1. Контроль кислотности при производстве сыра 170

8.2.2. Измерение величины pH 172

8.2.3. Производство сыра с применением активизированных заквасок 174

8.2.4. Производство сыра с применением заквасок прямого способа внесения 176

Глава 9. ФОРМОВАНИЕ, ПРЕССОВАНИЕ И ПОСОЛКА СЫРА 179

9.1. Формование сыра 179

9.2. Прессование сыра 182

9.3. Посолка сыра 186

Глава 10. СОЗРЕВАНИЕ СЫРА 195

10.1. Созревание твердых сычужных сыров 195

10.1.1. Уход за сырами при созревании 196

10.2. Условия, определяющие видовые особенности сыров 200

10.3. Особенности микробиологических процессов при созревании разных сыров 205

10.4. Изменение составных частей сырной массы при созревании 209

10.5. Пути ускорения со фси.ншн < ырои

Глава 11. ВЫХОД СЫРА, ЕГО ХРАНЕНИЕ. ПОКРЫТИЯ И УПАКОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ... 228
11.1. Выход сыра, его хранение ... 228
11.2. Покрытия и упаковочные материалы, требования к ним ... 231
Глава 12. ЧАСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ ... 237
12.1. Классические сычужные сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы ... 237
12.2. Ферментативные сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы, вырабатываемые в Беларуси ... 255
12.3. Терочные сыры ... 258
12.4. Микробиологические процессы при созревании ферментативных сыров с высокотемпературной обработкой сырной массы ... 259
12.5. Ферментативные сыры с низкотемпературной обработкой сырной массы ... 261
12.5.1. Прессуемые сыры ... 261
12.5.2. Сыры с НТ2Н, вырабатываемые в Беларуси ... 267
12.5.3. Сыры с НТ2Н пониженной жирности ... 276
12.5.4. Прессуемые сыры с чеддеризацией сырной массы ... 278
12.6. Рассольные сыры ... 281
12.7. Самопрессующиеся сыры с копчением сырной массы ... 292
12.8. Микробиологические процессы при созревании сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы ... 293
12.9. Полутвердые самопрессующиеся сыры ... 294
12.10. Мягкие сыры ... 300
12.10.1. Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и поверхностной белой плесени ... 303
12.10.2. Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых и щелочеобразующих бактерий сырной слизи и плесеней ... 304
12.10.3. Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых и щелочеобразующих бактерий сырной слизи ... 305
12.10.4. Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых бактерий и голубой плесени ... 306
12.10.5. Мягкие сыры, полученные с применением молочнокислых бактерий ... 309

12.11. Кисломолочные сыры ... 311
12.11.1. Кисломолочные сыры, вырабатываемые термокислотной коагуляцией ... 316
12.12. Производство сыров для плавления ... 320
12.12.1. Особенности производства нежирных сыров для плавления ... 320
12.12.2. Особенности производства жирных сыров для плавления ... 324
12.12.3. Сырные продукты ... 325
Глава 13. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЫРОВ ... 327
13.1. Пороки сыров ... 330
13.2. Система важных точек управления в производстве ферментативных сыров ... 342
Глава 14. ПЛАВЛЕНЫЕ СЫРЫ ... 344
14.1 Общие сведения о плавленых сырах и применяемом сырье ... 344
14.2 Производство плавленого сыра ... 350
14.2.1. Подбор сырья и его подготовка ... 350
14.2.2. Применение солей-плавителей ... 353
14.2.3. Характеристика солей плавителей «Сольва» ... 359
14.2.4. Составление смеси, созревание, плавление, охлаждение, фасовка ... 361
14.2.5. Влияние различных факторов на консистенцию плавленого сыра ... 365
14.2.6. Сыры плавленые на основе творога ... 366
14.2.7. Хранение плавленого сыра ... 366
14.3. Особенности технологии отдельных видовых групп плавленых сыров ... 368
14.4. Сыры плавленые функционального назначения, плавленые сырные продукты, соусы ... 372
14.5. Оценка качества плавленых сыров, пороки продукта ... 374
Литература ... 377