

А.В. ОНОПРИЙКО, В.А. ОНОПРИЙКО

СЫРОДЕЛИЕ НА МИНИ-ЗАВОДАХ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МОДУЛЯХ

Санкт-Петербург
ГИОРД
2004

УДК 637.33.1–33; 637.35

ББК 36.95

Рецензенты: доктор технических наук, профессор Л.А. Остроумов, КемТИПП,
доктор технических наук, профессор В.Е. Жидков, ЮРГУЭС

Оноприйко А.В., Оноприйко В.А.

Сыроделие на мини-заводах и специализированных модулях.

(Практическое руководство по переработке молока на сыр на прифермских мини-заводах и специализированных модулях – цехах малой мощности).

В монографии указаны требования к сыропригодности молока, описаны способы ее улучшения. Изложены современные технологии натуральных и плавленых сыров применительно к условиям их производства на мини-заводах и специализированных модулях. В приложениях даны таблицы, необходимые мастеру-сыроделу для повседневной работы.

Книга может служить практическим руководством для специалистов малых предприятий, расположенных преимущественно в российской глубинке (деревнях, поселках, селах, станицах, на отгонных пастбищах в горах), т.е. непосредственно у истоков производства молока. Это обеспечивает получение высококачественных сыров с низкой себестоимостью.

Руководство подготовлено в соответствии с учебным планом по дисциплине «Особенности переработки молока на прифермских хозяйствах и специализированных модулях малой мощности», поэтому может быть полезно в качестве учебного пособия для студентов ВУЗов, колледжей, училищ и школ по подготовке мастеров-сыроделов, а также для всех тех, кто планирует организовать переработку молока в личном подсобном хозяйстве.

УДК 637.33.1–33; 637.35

ББК

ISBN

© Оноприйко В.А., 2004

© ЗАО ГИОРД, 2004

Оноприйко Алексей Владимирович –

Оноприйко Владимир Алексеевич –

главы 4,5,6, заключение,
общее редактирование

главы 1,2,3,
подготовка иллюстраций,
верстка книги

Редакторы:.....

ПРЕДИСЛОВИЕ

В силу сложившихся в последние годы экономических отношений, появилась необходимость переработки молока в условиях мелкофермерских хозяйств, специализированных модулях и заводах малой мощности.

Малые предприятия могут успешно конкурировать, предлагая молочные продукты более высокого качества и/или по меньшей цене, выпускать продукцию для особых потребителей – с высокими доходами, геологов, сезонных рабочих, студентов, паломников и т.п.

Малые объемы переработки молока предполагают отсутствие или незначительные транспортные расходы на доставку сырья, более гибкую систему смены ассортимента, максимальное использование вторичного молочного сырья и отходов производства при минимальных трудовых затратах на единицу продукции.

Мини-заводы могут производить из вторичного сырья и отходов производства высокофункциональные корма и кормовые добавки для животных, птицы, технические продукты.

Перерабатывающая промышленность, в частности сыродельная отрасль, оказалась сконцентрированной в городах и крупных районных центрах и удаленной от производителей молока.

Удалённость молокоперерабатывающих предприятий от производителей молока сказывается и на уменьшении количества закупаемого молока, т.к. значительная часть товарного молока остаётся в хозяйствах для собственных нужд, используется на корм скоту и птице, а иногда и пропадает из-за невозможности своевременной доставки на перерабатывающие предприятия.

В связи с развитием новых форм хозяйствования в России открылись перспективы для интеграции молокоперерабатывающих предприятий и производителей молока. Появилась потребность у молокопроизводителей –фермеров и подсобных хозяйств крупных промышленных предприятий в небольших сыродельных заводах, географически максимально приближенных к молочно – товарным фермам. Это позволяет рационально использовать всё товарное молоко, уменьшить транспортные расходы, особенно в отдалённых районах, обеспечить местное население высококачественными молочными продуктами, увеличить занятость сельского населения нетрадиционными работами, закрепить на селе молодежь и т.п.

Кроме того, на давальческих и кооперативных началах можно перерабатывать значительное количество молока из личных, кооперативных, артельных и т.п. хозяйств, закупать и перерабатывать другое сельскохозяйственное сырьё, дикоросы. Это позволит не только увеличить ресурсы пищи, но получать в хозяйствах дополнительную гарантированную прибыль и социальный эффект.

На сырзаводах малой производительности, наряду с коровьим, можно перерабатывать молоко коз, овец, буйволиц и других домашних животных.

Товарное молоко может быть переработано, прежде всего, на сыр и масло, а также на питьевое молоко, творог, мороженое и другие продукты, т.к. здесь не требуется дорогостоящего оборудования.

Сырзавод малой мощности, функционирующий при ферме, в непосред-

венной близости от нескольких ферм или в местах отгонных, горных и островных пастбищ представляет собой одно из решений, позволяющих исключить потери товарного молока из-за невозможности или трудности его вывоза на крупное молокоперерабатывающее предприятие.

Мини-сырзавод может явиться началом мелкомасштабной индустриализации глубинных сельских районов страны, способствовать развитию кооперации, артельному или частному производству на селе, привлечь на село или закрепить имеющиеся кадры молодёжи. Такое предприятие представляет хорошие возможности для обучения и получения практических навыков работниками, занятыми переработкой молока, ознакомления с более высокой организацией промышленного производства, занять некоторую часть трудоспособного населения.

Сырдельный модуль в частном или кооперативном пользовании может давать прибыль своим владельцам при правильной организации труда и возможно более полной переработке на пищевые продукты всех составных частей молока. Сырзавод малой производительности даёт возможность снабжать цельномолочной продукции творогом, сыром и другими продуктами школы, дома инвалидов, больницы и другие организации, а также местное население в местах непосредственного производства молока.

Однако, при строительстве сырзаводов малой мощности (50 – 1500 кг вырабатываемого сыра в смену) имеются и трудности. Основными из них являются: с одной стороны, отсутствие дешевого отечественного технологического и вспомогательного оборудования для комплектации сырзаводов малой производительности. С другой стороны – нет отработанной технологии производства сыров на небольших сыроварнях.

Целью настоящего руководства является описание основных технологических процессов переработки молока на высококачественные сыры, применительно к условиям фермерских хозяйств, специализированных модулей и мини-заводов по переработке молока.

Руководство написано доктором техн. наук, профессором Оноприйко А.В., специалистом, долгие годы работавшим мастером-сыроделом на сырзаводах Севера и Юга России, в т.ч. в сырцехе Учебно-опытного завода Вологодского молочного института. Работал заведующим лабораториями во ВНИИМС (Углич) и СКФВНИИМС. Последние годы обучает студентов в Северо-Кавказском государственном техническом университете технологии производства натуральных и плавленых сыров.

Соавтор – Оноприйко В.А., инженер технолог молочной промышленности, канд. техн. наук, специалист в области информационных технологий сыроделия.

Настоящая книга может служить практическим руководством специалистам мини-производств, фермерам и домохозяйкам для грамотного изготовления качественных сыров.

Заслуженный работник пищевой индустрии РФ,
Генеральный директор ООО «Изобильный молпродукт»,
кандидат технических наук

А.А. Малашенко

Глава 1. ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАТУРАЛЬНЫХ СЫРОВ

Установлено, что сыр является одним из наиболее древних пищевых продуктов, так как обладает более высокой питательностью и хранимостью, чем молоко (например, сыр пармезан может храниться более 10 лет).

Согласно стандарту А–6 Приложение II, принятому на 19-й сессии СХ 5/70, 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 и/или сливок, содержащихся в пахте, с помощью воздействия сычужным ферментом или другим молокосвертывающим препаратом, с последующим частичным удалением молочной сыворотки, образующейся в результате свертывания;

б) с использованием технологий производства, обеспечивающих свертывание молока и веществ, являющихся его производными, с целью получения готового продукта, основные физические, химические и органолептические характеристики которого идентичны характеристике продукта, определенных в п. а.

1.1. Общие сведения о сыроделии. Натуральные сыры

Сыроделие (сыроварение) возникло 8-10 тысяч лет назад в Месопотамии, откуда распространилось по Среднему Востоку, Египту, Греции, Римской империи и далее по всей Европе, Американскому и Австралийскому континентам. У нас нет сведения о возникновении в те далекие времена сыроделия у народов на территории Китая, Индии, Вьетнама и др. Возможно, сыроделие там возникло еще раньше. Основы современной технологии сыроварения были заложены в Римской империи, описаны в трудах римских и греческих философов и писателей (Гомера, Аристотеля и др.).

Сыроварение могло возникнуть там, где у людей появлялись излишки молока, которое, прокисая, превращалось в простоквашу. При нагревании простокваши на солнце или на костре, человек получил творожистую массу и сформовал первые сыры. Высушенные сыры могли долго сохраняться и служить резервом высококалорийной пищи. Такие сыры изготавливаются и в настоящее время в домашних условиях у многих скотоводческих племен и народов мира.

Добавляя в горячее молоко, кислую сыворотку, фруктовые соки, уксус получили и вырабатывают во многих местах на Земле сыры термокислотного осаждения белков молока – это так называемые, белые сыры (латиноамериканские, переметный, адыгейский и т.п.).

Следующим важным этапом сыроделия было открытие сычужного свертывания молока. Люди практически одновременно в разных местах Земли обнаружили, что выпитое молоко телянком, козленком, ягненком через некоторое время в четвертом отделе желудка этих детенышей, превращалось в плотный сгусток, быстро выделяющий сыворотку. Человек не только подметил, но и гениально использовал этот факт для производства сыров. Желудки извлекали из забитых молодых животных, заливали в них кислую сыворотку, и после выдержки по-

лучали сырную закваску, до сих пор называемую старыми сыроделами «сычужину». С этого открытия древнего человека началось и продолжается в настоящее время эра сычужного сыроделия.

Сычуги высушивали, измельчали, а затем экстрагировали из них вытяжку - сычужный фермент. Позже научились сушить вытяжку фермента и стандартизировать его по молокосвертывающей активности. Из желудков взрослых животных таким же образом получают фермент пепсин, который также оказался пригодным для изготовления некоторых видов сыров (рассольных, мягких, сычужно-кисломолочных), а также творога.

Значимым открытием в сыроделии явилась разработка технологий плавленых сыров. Было известно, что некоторые сычужные сыры при нагревании могут или поджариваться или расплавляться. Это зависело от зрелости и кислотности подвергаемых термообработке сыров. При выдержке расплавленной сырной массы при температуре 70–100°C сыр освобождался от микрофлоры, превращался в тягучую массу, которую можно было фасовать в разнообразную тару из бумаги, фольги, станиоля, упаковывать в картонные, деревянные или пластмассовые ящики. В плавленые сыры стало возможным перерабатывать некондиционные молочные продукты – масло, обезжиренные сыры, творог, другие продукты с недостатками химического состава, пороками формы, размеров, рисунка и консистенции (недопустимо использовать сырье с пороками вкуса и запаха).

В сырную массу можно добавлять разнообразные компоненты растительного и животного происхождения, и получать продукт с новыми свойствами и органолептическими показателями, часто с более высокими, чем исходное сырье. Это оказалось очень удачным изобретением, и плавленый сыр завоевал популярность во всем мире.

Сыроделие – надежный и удобный метод преобразования составных частей молока в продукт, который хорошо сохраняется, менее объемистый, так как содержит значительно меньше воды. В ряде стран сыр – один из основных или даже основной продукт питания. Это вполне логично и исторически обосновано, т. к. сыр содержит все жизненно необходимые компоненты питания и является вкусным, биологически полноценным, сбалансированным продуктом.

Сыр широко используется для приготовления разнообразного ассортимента первых и вторых блюд, закусок, десертов. Он хорошо сочетается, обогащает и улучшает вкус, а также пищевую ценность большинства овощных, крупяных, мучных, мясных и рыбных блюд. С сыром пекут всевозможные пироги, печенье, пряники, кексы, ватрушки, готовят соусы и салаты. Из сыра можно готовить деликатесы и даже детские игрушки.

Ассортимент сыров весьма разнообразен и сегодня в мире известно более 600 наименований сыров. Исторически сложилось так, что практически все названия сыров происходят от географических названий местности их производства. В нашей стране разработана технология более 150 сыров. Ассортимент отечественных сыров постоянно расширяется, технология их производства совершенствуется.

Сыр можно вырабатывать в условиях крупных заводов («машинное» производство) и на малых, слабо механизированных предприятиях. При небольших

объемах производства, когда сыр вырабатывается вручную из свежего, доброкачественного молока, обеспечивается получение продукта экстракласса («марочных» сыров). Такие сыры ценятся значительно выше серийных, машинной выработки. В России, к сожалению, такие сыры пока не вырабатываются.

По способу образования сгустка и выделению белков из молока натуральные сыры бывают сычужные, кислотно-сычужные и кисломолочные. В нашей стране специализированными сыродельными предприятиями в наибольших количествах выпускаются сычужные сыры. Кисломолочные и кислотно-сычужные сыры выпускаются городскими молочными заводами и маслозаводами. На мини-заводах можно производить любые сыры, в т.ч. плавленые, комбинированные, сувенирные, разнообразные сырные массы.

Упрощенно (в общем виде) технологический процесс изготовления сыров можно представить схемой из блоков двух типов (рис.1.1).

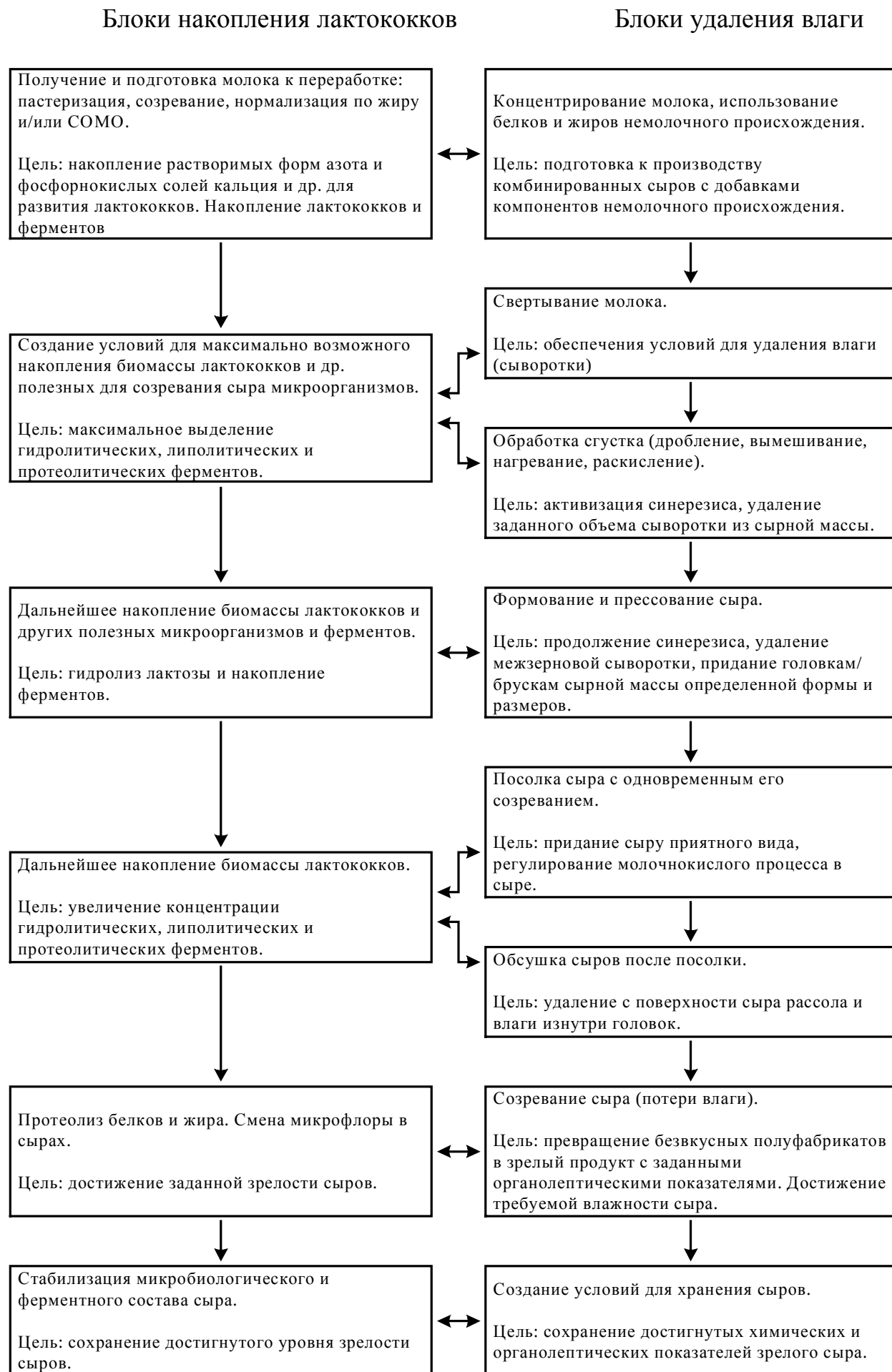


Рис. 1.1 Схема технологического изготовления сыров

При всем многообразии технологий разных видов натуральных сыров четко выявляются два основных типа направлений:

- очистка и нормализация молока с последующим созданием условий для максимально возможного накопления массы полезных для сыроделия микроорганизмов – продуцентов разнообразных ферментов и биологически активных веществ (блоки левой стороны);
- постепенное удаление из сырной массы и сыра влаги, лактозы и ее производных. Удаление происходит в виде синергетического переноса сыворотки из сгустка наружу сырных зерен, отжима межзерновой сыворотки под действием гравитации или внешней прессующей нагрузки, осмотического переноса влаги при посолке, обсушке и созревании сыра.

Эти процессы идут параллельно и зависят один от другого. Окончанием двух параллельно идущих процессов является достижение и сохранение заданного состава и органолептических показателей готового продукта – сыра.

1.2. Устройство сыроварни на ферме

Производство качественных сыров возможно только в специально организованных мини-сырзаводах (сыроварнях), оборудованных необходимым технологическим оборудованием и инвентарем.

Прифермский, кооперативный мини-сырзавод или специализированный модуль может перерабатывать молоко от коров одного или нескольких фермеров. В зависимости от этого сырзавод проектируют большей или меньшей мощности. Минимальная проектная производительность – 50 кг сыра в смену, т. е. переработка 500–1000 кг молока. Разработаны проекты и более крупных мини-сырзаводов: 300, 1000, 1500 кг сыра в смену. Общие требования к устройству сыроварни следующие.

Сыроварня должна быть расположена вдали от жилого дома, скотного двора, свинарников, птичников, помойных и сточных ям. Место должно быть здоровое, чистое, проветриваемое, без пыли и дурных запахов, вдали от кладбищ и скотомогильников. По возможности, сыроварня должна быть расположена на возвышенности или на склоне горы, холма. Это очень важно для транспортировки сыворотки, канализационных стоков, обеспечения нормального воздухообмена.

Лучшим материалом для постройки сыроварни является кирпич. В последние годы используется камень, блоки, панели «Сэндвич» и другие строительные материалы. Внутри стены должны быть оштукатурены и облицованы плиткой или окрашены масляными красками на высоту от уровня пола не менее 1,5 м. Выше панелей – известковая или меловая побелка с добавлением медного купороса.

Сыроварня должна иметь, по крайней мере, 4 отделения: для приемки молока и оценки его качества; для изготовления сыра (сырцев); для созревания сыра (подвал), помещения для мойки и сушки молочного инвентаря и посуды. Желательно иметь отдельную сушилку для сыра, (бродильная камера), склад для хранения припасов и материалов, экспедицию. Для удобства приемки молока желательно устройство крытой платформы, которую следует сооружать рядом с экспедицией. С южной стороны лучше расположить помещение для

варки сыра. Помещение для созревания сыров может быть устроено в подвале или цокольном этаже с северной стороны здания. Предпочтительнее, если камера созревания сыра расположена на одном уровне с цехом. Так проще перемещать сыры, но это требует хорошей изоляции и охлаждения. В камере созревания сыров полы должны быть бетонными с плиточным покрытием или асфальтированными.

Крышу сыроварни лучше строить с чердаком - шиферную, железную или черепичную. Плоские бетонные крыши должны иметь хорошую гидро- и теплоизоляцию, особенно если камеры созревания сыров находятся на одном уровне с цехом, а не в подвале.

Отопление завода может быть печным, но лучше организовать централизованное водяное или паровое. Камера созревания сыров в отоплении практически не нуждается. Заглубленные в землю подвалы для созревания сыров часто не нуждаются и в охлаждении.

Для хорошего освещения окна должны быть большие, высокие, огражденные металлическими сварными решетками. Верхние фрамуги должны открываться для приточно-вытяжной вентиляции помещений. Нижние части окон лучше, если будут подниматься вверх. Для предохранения от мух следует предусмотреть тонкую проволочную или полиэтиленовую сетку, которой следует затянуть открываемые в летнее время окна.

Полы должны быть бетонные, покрытые керамической или химически стойкой плиткой с уклонами к канализационным стокам. Уклон составляет около 20 мм на каждый погонный метр пола. Вместо уклона в пол могут быть вмонтированы лотки с уклоном к трапам.

Приемные отверстия сточной трубы следует закрывать решеткой. Отводная труба должна заканчиваться водяным сифонным затвором. Сточные колодцы в зависимости от местных условий устраивают в строгом соответствии с действующими санитарными правилами.

1.3. Оборудование, приспособления, инвентарь

Подбор технологического оборудования для мини-заводов и специализированных модулей зависит от мощности предприятия и вида выпускаемой продукции. Примерный перечень оборудования для приемки и термической обработки молока приведен в приложении 1.

Для изготовления сыра в нашей стране и за рубежом выпускается разнообразное специализированное технологическое оборудование. Сыродельные котлы емкостью 100-500 л одновременно перерабатываемого молока отдельными экземплярами и малой серией выпускают по конверсии НПО «Мир» и НПО «Темп» (рис. 1.2).

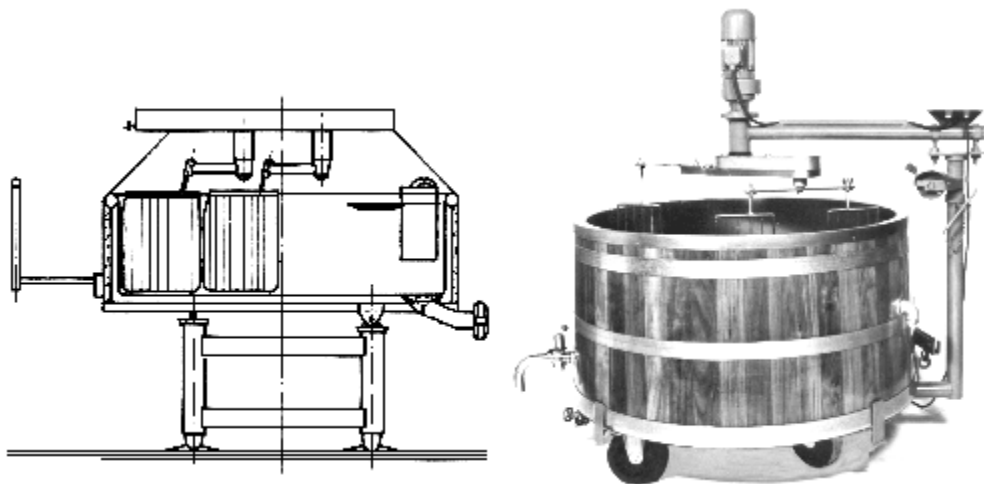


Рис. 1.2 Схема и внешний вид сыроизготовителей для мини-заводов.

Экспериментальные сыродельные ванны на 100, 300 и 500 л и комплекты технологического оборудования и инвентаря выпускает ЭМЗ ВНИИМС г. Углич.

При затруднении с приобретением специализированного оборудования рекомендуется использовать емкости с рубашкой для подогрева, например, ванны ВДП или просто баки из нержавеющей стали.

При использовании специализированных сыродельных ванн формирование большинства сыров осуществляется в них. При варке сыра в котлах необходим формовочный аппарат или его аналог – четырехугольная емкость или вертикальная формовочная колонка. Для обезвоживания сырной массы, творога, формирования брынзы и мягких сыров рекомендуется сточный стол (рис. 1.3).

Рис 1.3

Отделять сырное зерно от сыворотки при формировании сыров насыпью можно на барабанном аппарате марки Я7-00-23 или других, выпускаемых серийно ЭМЗ ВНИИМС (рис. 1.4).

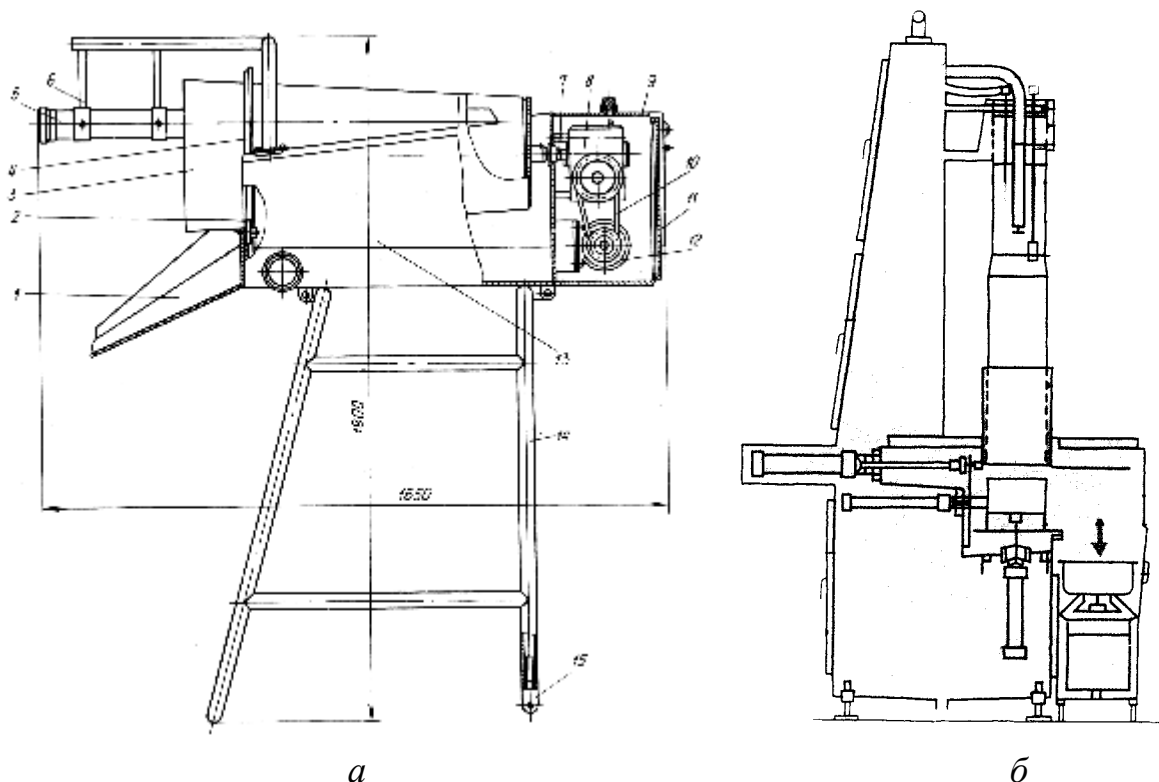


Рис. 1.4. Схемы устройств для формования сыра: *а* – барабанный отделитель сыворотки, *б* – вертикальный формовочный аппарат.

Для дробления сгустка используется специализированный инструмент-лира, представляющий собой рамку из проволоки нержавеющей или обычной стали, луженой оловом, диаметром около 10 мм. Внутри рамки натягиваются струны из нержавеющей стали, лески или лавсановой нити диаметром 0,5–0,7 мм. Желательно иметь две лиры – одну с вертикально, а другую с горизонтально натянутыми струнами. Расстояние между струнами 10-15 мм. Размер рамки лиры на несколько сантиметров должен быть больше половины ширины (радиуса) сыроизготовителя. Кроме лир нужны две деревянные мешалки в виде весла из ясеня, клена, акации, груши, яблони, дуба или бука для перемешивания сырной массы с крючками на конце ручек для подвески для просушивания.

Для отбора сыворотки из сыроизготовителя нужен сифон длиной 1,8 м из шланга диаметром 30-50 мм или изогнутой нержавеющей трубы.

Ручные инструменты представлены на рис.1.5

Рис

Для разрезания сформованной сырной массы необходимы ножи. Формуют и прессуют сыр в формах, которые изготавливают из нержавеющей стали, дерева или плетут из ивовых прутьев (рис 1.6).

Рис

Количество форм соответствует массе одновременно перерабатываемого молока. В домашних условиях можно использовать кухонную посуду - кастрюли, дуршлаги. Нельзя в качестве форм использовать цветочные горшки, кашпо

и другие изделия из пищевой пластмассы, т. к. из пластмассы в сыр могут переходить ядовитые и канцерогенные вещества. Пластмассовые формы должны быть изготовлены только из пищевой пластмассы.

При отсутствии прессов можно использовать в качестве пресса тяжелые предметы – камни, блоки подходящего размера и массы, **рис. 1.7**. Можно готовить грузы из железобетона. Для получения гладкой корки сыры перед прессованием рекомендуется обернуть тканью – бязью, лавсаном, серпянкой.

Солить сыры в прифермских сыроварнях и домашних условиях можно, натирая их солью или соляной гущей. Для посолки в рассоле необходима емкость или бассейн. Рассол периодически необходимо охлаждать путем пропускания его через охладитель или погружением в него полиэтиленового мешка со льдом (**рис. 1.8**).

Хранить соль следует в специальных ларях или деревянных ящиках. Для выдержки посоленного сыра и его созревания лучше всего использовать типовые контейнеры из нержавеющей стали с деревянными полками. При невозможности приобретения контейнеров можно изготовить стальные или деревянные стеллажи с полками. Размеры их зависят от вида сыра, а количество – от мощности сыроварни.

Мойку сыров и обсушивание их поверхности после мойки легко механизировать, применяя щеточные машины и тоннельные сушилки (**рис. 1.9**).

При необходимости парафинирования сыров лучше использовать серийно изготавливаемые парафинеры различных марок. Парафинер с огневым обогревом можно оборудовать на улице под навесом.

1.4. Требования к молоку для сыроделия и его подготовка

На сырзаводах малой производительности, кроме коровьего, можно перерабатывать молоко коз, овец, буйволиц и других животных или их смеси в разных соотношениях. В дальнейшем термин «молоко», согласно ГОСТ, применим только к молоку коровьему, остальное должно употребляться с названием животного, от которого оно получено. В табл. 1.1. приведен аминокислотный состав молока различных животных.

Таблица 1.1 - Сравнительный аминокислотный состав молока различных животных

Аминокислоты и нуклеиновые кислоты	Содержание в сыром молоке, мг на 100 г					
	коровьем	буйволином	кобыльем	овечьем	козьем	верблюжьим
Незаменимые аминокислоты						
всего	1426	1788	1015	2441	1295	2153
в том числе						
валин	191	239	102	370	191	340
изолейцин	189	210	117	278	172	300
лейцин	324	397	174	518	308	549
лизин	261	308	185	571	233	395
метионин	87	105	65	134	70	158
треонин	153	194	108	232	143	185

триптофан	50	58	31	70	42	60
фенилаланин	171	277	233	268	136	166
Заменимые аминокислоты						
всего	1991	2227	1256	3134	1784	1848
в том числе						
аланин	98	154	140	154	121	136
аргинин	122	128	135	206	109	190
аспарагиновая	218	361	181	271	249	235
кислота						
гистидин	90	83	56	172	105	38
глицин	47	57	46	60	46	25
глутаминовая	717	559	298	1164	594	594
кислота						
пролин	302	368	127	535	271	300
сериин	186	267	116	320	154	258
тирозин	184	197	114	192	105	50

Общие требования к молоку, предназначенному для выработки сыров, регламентируются законодательством РФ и изложены в Государственном стандарте. В настоящее время действует ГОСТ Р 52054 – 2003. Основные физико-химические свойства молока и его составных частей приведены в табл. 1.2.

Практически на сыр должно быть отобрано и использовано лучшее во всех отношениях молоко.

Наиболее существенными требованиями сыропригодности являются:

- нормальный химический состав;
- отсутствие антибиотиков, остатков лечебных препаратов и средств защиты растений;
- нормальная, сычужная свертываемость молока;
- нормальная кислотность молока;
- минимальное содержание маслянокислых бактерий;
- химическая и микробиологическая стабильность молока.

При производстве натуральных и особенно твердых сыров чрезвычайно строгие меры предъявляются к гигиене получения, хранения и переработки молока. В сыроделии считается, что всякая обработка молока является вредной, а, следовательно, молоко должно быть подготовлено и переработано на сыр как можно быстрее.

Таблица 1.2 – Физико-химические показатели молока и его компонентов

Свойство	Диапазон изменения	Среднее значение
Плотность цельного молока при 20°C		
в кг/м ³	1027–1032	1029
в град ареометра	27–32	29
Плотность, кг/м ³		
обезжиренного молока при 20°C	1029–1034	1032
сухого остатка молока	1296–1450	1373
СОМО	1598–1623	1610
молочного жира при 100°C	918–927	922
белка	1333–1448	1397
молочного сахара	1592–1628	1610
солей	2617–3098	2857
Температура, °C		
замерзания	– 0,525 ÷ – 0,570	– 0,540
кипения	–	100,2
Коэффициент преломления света		
в молоке	1,350–1,3502	1,350
в хлоркальциевой и молочной сыворотках при 17,5°C	1,342–1,343	1,342
Электропроводность цельного молока при 20°C, Ом · м ⁻¹	30 · 10 ⁻² – 60 · 10 ⁻²	46 · 10 ⁻²
Осмотическое давление молока, МПа	–	0,66
Вязкость цельного молока при 20°C		
в Па·с	1,6 · 10 ⁻³ – 2,1 · 10 ⁻³	1,8 · 10 ⁻³
в сП	1,6–2,1	1,8
Вязкость при 20°C, Па·с		
обезжиренного молока	–	1 6 · 10 ⁻³
сливок (34,5% жира)	–	9,0 · 10 ⁻³
Поверхностное натяжение молока при 20°C, Н/м		
цельного	–	49 · 10 ⁻³
обезжиренного	–	50 · 10 ⁻³
Удельная теплоемкость от 0 до 40°C, Дж/(кг·К)		
молока цельного	3,85 · 10 ⁻⁵ – 3,93 · 10 ⁻⁵	3,88 · 10 ⁻⁵
обезжиренного молока	3,9 · 10 ⁻⁵ – 3,97 · 10 ⁻⁵	3,96 · 10 ⁻⁵
сливок (30% жира)	3,36 · 10 ⁻⁵ – 3,88 · 10 ⁻⁵	3,70 · 10 ⁻⁵
сыворотки от 15° до 60°C	–	4,08 · 10 ⁻⁵
Теплопроводность молока при 20°C, Вт/(м·К)	0,52–0,64	0,58
Температуропроводность молока при 20°C, м ² /с	–	13 · 10 ⁻⁸
Кислотность молока: в °Т	16–20	18,0
в процентах молочной кислоты	–	0,158
в ед. рН	6,5–6,8	6,65
Буферность молока при рН 6,6 (число молей щелочи на 1 л молока, необходимое для увеличения рН на единицу)	–	0,0186

На сыропригодность молока оказывают влияние следующие факторы:

- нормальное кормление молочного скота, особенно нежелательно обильное кормление силосом, корнеплодами, жомом, бардой;
- качество воды на ферме;
- здоровье и содержание в нормальных условиях коров;
- уход за животными и гигиена получения молока;
- квалификация, здоровье и аккуратность персонала;
- быстрая первичная обработка молока и чистота оборудования.

Только в исключительно благоприятных случаях качество молока полностью отвечает всем вышеперечисленным требованиям. Чаще приходится молоко перед изготовлением сыра обрабатывать: очищать, оставлять для созревания, пастеризовать, нормализовать.

Показатели сыропригодности молока

Сыропригодность – комплексная характеристика молока, включающая в себя органолептические, химические, физико-химические, биологические и санитарно-гигиенические показатели.

По органолептическим показателям сыропригодное молоко должно быть белым с желтоватым оттенком, иметь чистый, свойственный натуральному, свежему молоку вкус, без посторонних привкусов, нормальную консистенцию без хлопьев и комочков. Молоко не должно иметь посторонних запахов – затхлого, силосного, навозного, кормового, нефтепродуктов.

По химическим показателям молоко должно отвечать следующим требованиям:

– массовая доля: белка, %	3,0 – 3,5
в том числе казеина, %	2,4 – 3,0
жира, %	3,2 – 6,0
– хлорида кальция, мг/100 г	110 – 140
– калия, мг/100 г	148
– фосфора, мг/100 г	92

По физико-химическим показателям сыропригодное молоко должно соответствовать следующим показателям:

– кислотность, °Т	16-19
в том числе: белки дают	4- 5
фосфорная и лимонная кислоты	11
другие составные части молока	1- 2
– плотность, кг/м ³	1033
– механическая загрязненность	не ниже I группы
– свертываемость молоко II типа (по Диланяну З.Х.)	

По биологическим показателям молоко должно быть хорошей средой для развития молочнокислых микроорганизмов и не должно содержать антибиотиков, средств защиты растений, лекарств.

По санитарно-гигиеническим показателям молоко должно отвечать сле-

дующим требованиям:

- по редуцтазной пробе не ниже I класса;
 - содержание спор анаэробных лактатсбраживающих бактерий:
 для сыров с низкой температурой 2–го нагревания не более 10 в 1 см³;
 для сыров с высокой температурой 2–го нагревания не более 2 в 1 см³;
 - содержание соматических клеток не более 300 тыс. в 1 см³;
 - бродильная проба, класс не ниже II.
- На сыр может использоваться молоко только высшего и I сорта.

Подготовка молока к свертыванию

Для удаления воздуха и других газов из молока проводится операция вакуумкондиционирования. Наряду с газами удаляются летучие соединения, создающие посторонние привкусы и запахи, улучшается свертываемость молока на 15-20%. Вакуумкондиционирование молока проводят в дезодораторах одновременно с пастеризацией. Величина вакуума зависит от температуры молока (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Показатели процесса вакууммирования

Температура молока, °C	40-45	70-72	74-78
Вакуум, кПа	92-90	68-62	60-30

После вакуумкондиционирования молоко охлаждают до температуры свертывания (32-34°C) и направляют в сыроизготовитель или сыродельную ванну, стараясь предотвратить вспенивание молока и обеспечить минимальный контакт его с воздухом.

При большой загрязненности молока спорowymi формами микроорганизмов, а также в случаях, когда термическая обработка молока не приемлема (производство некоторых видов терочных сыров), применяют перекисно-каталазную обработку молока.

Повышение сыропригодности молока

Свертываемость молока можно повысить добавлением солей кальция. Зависимость скорости сычужного свертывания от концентрации хлорида кальция в интервале от 0 до 56 г на 100 л молока выражается уравнением И.И. Климовского

$$(T_0 - T) / T = K \cdot C, \quad (1.2)$$

где T_0 – продолжительность свертывания молока сычужным ферментом без добавления хлорида кальция, с;

T – продолжительность свертывания молока с добавлением хлорида кальция, с;

K – коэффициент солевого эффекта;

C – концентрация хлорида кальция, внесенного в молоко, г/100 л.

Величина $(T_0 - T) / TC$ для данного молока является величиной постоянной

и называется коэффициентом солевого эффекта.

Количество хлорида кальция, необходимое для нормального свертывания молока, можно рассчитать по уравнению:

$$C = \frac{T_n - T_{ж}}{K \cdot T_{ж}}, \quad (1.3)$$

где C – необходимая доза внесения CaCl_2 , г на 100 кг молока;

T_n – продолжительность свертывания пробной дозы молока без CaCl_2 , мин;

$T_{ж}$ – желаемая продолжительность свертывания молока, мин;

K – коэффициент солевого эффекта.

Сыропригодность также можно повысить созреванием молока. При этом соли кальция и фосфора из коллоидного состояния переходят в растворимое состояние, кислотность молока повышается и продолжительность свертывания сокращается.

Для устранения неприятных запахов молоко вакуумируют с использованием вакреатора или дезодоратора.

Споры молочно- и маслянокислых бактерий можно удалить бактофугированием. Влияние газообразующей микрофлоры нейтрализуют внесением в молоко азотнокислого калия или натрия (селитры) из расчета не более 30 г на 100 кг молока. Наряду с селитрой можно использовать фермент лизоцим, получаемый из белков куриных яиц (препарат «Афилакт» фирмы «Христиан Хансен»). Препарат особенно эффективен для производства сыров с длительными сроками созревания (швейцарский, советский, кавказский и др.)

Созревание молока

Свежее парное молоко для выработки сыра малопригодно, т. к. сохраняет бактерицидные свойства и имеет нежелательные для сыроделия физико-химические технологические показатели. В нем практически не развиваются молочнокислые бактерии. Соли кальция находятся в нерастворимом состоянии и адсорбированы (связаны) белковыми частицами. Это замедляет образование сгустка, ухудшает его качество, снижает выход сыра.

Для улучшения технологических свойств молоко необходимо подвергнуть созреванию – выдержке при 8–12°C в течение 12–16 ч.

Созревание молока лучше проводить в открытой емкости при периодическом перемешивании. За время созревания кислотность молока повышается на 1–2°Т за счет образования молочной кислоты при сбраживании лактозы. Эта кислота реагирует с фосфорными и лимонными солями кальция, имеющимися в молоке. Образуются хорошо растворимые в воде соли молочной кислоты. Вместе с тем молочная кислота отщепляет часть связанного с белковыми частицами кальция, переводя его в растворимую форму – молочнокислый кальций.

Доброкачественное молоко рекомендуется подвергать созреванию в сыром, непастеризованном виде. В сомнительных случаях молоко необходимо пастеризовать, охладить до 8–12°C, внести 0,1–0,2% бактериальной закваски молочнокислых микроорганизмов и выдержать 12–16 ч.

В молочную смесь при производстве сыра целесообразно добавлять до 25% зрелого молока к общей массе. Можно изготавливать сыр и целиком из

зрелого молока.

Нормализация молока в сыроделии

С целью получения стандартного по качеству и физико-химическим показателям сыра (содержание жира) проводится нормализация исходного молока. В нашей стране вырабатываются сыры с массовой долей жира в сухом веществе 20, 30, 40, 45, 50, 55 и 60%.

Нормализацию молочной смеси на сыр проводят, как правило, изменением содержания в ней жира, с учетом содержания белка. Ориентировочно массовую долю жира в исходной молочной смеси и массовую долю жира в сухом веществе готового сыра можно определить по таблице ВНИИМС, приведенным в технологических инструкциях по производству сыров или расчетом по методике УкрНИИ, с учетом содержания в молоке белка и жира по формуле:

$$Ж_{\text{нм}} = K \cdot B_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{св}} / 100, \quad (1.4)$$

где $Ж_{\text{нм}}$ – массовая доля жира в нормализованной смеси, %;

K – коэффициент для сыров с массовой долей жира в сухом веществе 50% $k = 2,07$; 45% $k = 1,98$; 40% $k = 1,86$; 30% $k = 1,54$;

$B_{\text{м}}$ – массовая доля белка в молоке, %

$Ж_{\text{св}}$ – массовая доля жира в сухом веществе сыра, %.

Более точно определять массовую долю жира в нормализованной смеси по массовой доле белка в молоке:

$$Ж_{\text{нм}} = K_{\text{н}} B_{\text{м}}, \quad (1.5)$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент нормализации, устанавливаемый эмпирически.

Для его установления проводят 3-4 контрольные выработки сыра, строго соблюдая технологический режим. В них жирность нормализованного молока принимают, ориентировочно, в зависимости от массовой доли жира в исходном молоке, по таблицам технологической инструкции по производству сыра или по формуле.

После прессования сыра определяют массовую долю жира и влаги в нем и рассчитывают массовую долю жира в сухом веществе сыра по формуле:

$$Ж_{\text{св}} = Ж_{\text{с}} \cdot 100 / (100 - B_{\text{с}}), \quad (1.6)$$

где $Ж_{\text{с}}$ – абсолютная массовая доля жира в сыре, %;

$B_{\text{с}}$ – массовая доля влаги в сыре, %.

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

Если фактическое содержание жира в сыре после прессования отличается от нормативного, устанавливают поправочный коэффициент по формуле Матчина Д. И.:

$$K_{\text{п}} = Ж_{\text{т}}(100 - Ж_{\text{ф}}) / Ж_{\text{ф}}(100 - Ж_{\text{т}}), \quad (1.7)$$

где $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент;

$Ж_{\text{т}}$ – требуемая (нормативная) массовая доля жира в сухом веществе сыра, %;

J_{ϕ} – фактическая массовая доля жира в сухом веществе сыра, %.

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

$$J_{\text{нм1}} = J_{\text{нм}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (1.8)$$

где $J_{\text{нм1}}$ – уточненная массовая доля жира в нормализованном молоке, %;

$J_{\text{нм}}$ – принятая по таблицам ориентировочная массовая доля жира в нормализованном молоке контрольной выработки, %.

Далее рассчитывают уточненный коэффициент нормализации:

$$K_{\text{н}} = J_{\text{нм1}} / B_{\text{м}} \quad (1.9)$$

По трем-четырем выработкам определяют среднее арифметическое значение коэффициента нормализации и в последующих выработках, пользуясь им, рассчитывают массовую долю жира в нормализованном молоке, в зависимости от содержания белка в исходном молоке. Уточнение коэффициента нормализации следует проводить не реже 1 раза в месяц.

Наиболее просто нормализовать молоко по жиру в условиях малого предприятия или в домашнем хозяйстве, оставив его в холодном месте (7–8°C) на 6–10 ч, а затем слить верхний слой или снять его ковшом. Снятое молоко жирностью примерно 1,0–1,5% дает при смешивании 1:1 со свежим молоком жирностью 3,6% вполне пригодную молочную смесь для многих видов натуральных сыров жирностью 45% в сухом веществе. Этот процесс хорошо совмещается с созреванием молока. Кроме того, при отстое сливок молоко очищается от большей части микроорганизмов, особенно маслянокислых бактерий и спор, что объясняется прилипанием микробов к поверхности жировых шариков с образованием гроздьев, которые всплывают наверх. Это исключительно важный положительный фактор для сыроделия и его необходимо всегда использовать для улучшения качества сыра. При нормализации молока отстоем практически нет затрат электроэнергии. Трудоемкость сбора сливок невысокая.

Нормализовать молоко для сыра на мини-сырзаводах можно с помощью сепараторов-нормализаторов-сливкоотделителей. Такое интенсивное воздействие на молоко, как мы уже отмечали ранее, является нежелательным, но позволяет более точно регулировать жирность сыров.

При изготовлении сливочных сыров повышенной жирности в цельное молоко добавляют сливки или сливки смешивают с сырной массой. Последний способ предпочтительнее, т.к. исключает потерю жира с сывороткой.

Расчет жирности смеси

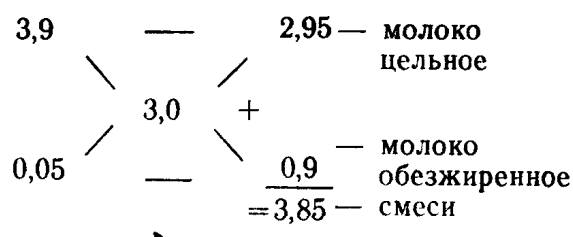
При изготовлении сыров разных видов требуется молочную смесь составлять разной жирности. Получение такой смеси достигается смешиванием цельного молока с обезжиренным (снятым) молоком или сливками. Поэтому заранее нужно рассчитать, сколько молока данной жирности или сливок прибавить, чтобы получить молочную смесь заданной жирности и стандартный сыр (табл. 1.6).

Таблица 1.6 – Определение предварительной жирности смеси на сыр

Содержание жира в исходном молоке, %	Сыр 20%-ной жирности		Сыр 30%-ной жирности		Сыр 40%-ной жирности		Сыр 45%-ной жирности		Сыр 50%-ной жирности		Сыр 55%-ной жирности	
	жирность смеси, %	кол-во обезжир. молока в смеси, %	жирность смеси, %	кол-во обезжир. молока в смеси, %	жирность смеси, %	кол-во обезжир. молока в смеси, %	жирность смеси, %	кол-во обезжир. молока в смеси, %	жирность смеси, %	кол-во обезжир. молока в смеси, %	жирность смеси, %	кол-во сливок 35%-ной жирн. в смеси, %
3,0	0,95	69,5	1,30	57,6	2,0	33,9	2,40	20,3	2,95	1,7	3,35	1,09
3,1	0,95	70,5	1,30	59,0	2,05	34,4	2,45	21,3	3,00	3,3	3,45	1,10
3,2	0,95	71,4	1,35	58,7	2,10	34,9	2,50	22,2	3,05	4,8	3,50	0,94
3,3	1,00	70,8	1,35	60,0	2,15	35,4	2,55	23,1	3,10	6,2	3,55	0,79
3,4	1,00	71,6	1,35	61,2	2,20	35,8	2,60	23,9	3,15	7,5	3,60	0,63
3,5	1,05	71,0	1,40	61,7	2,25	36,2	2,65	24,6	3,20	8,7	3,65	0,48
3,6	1,05	71,8	1,40	62,0	2,30	36,6	2,70	25,3	3,25	9,9	3,70	0,32
3,7	1,05	72,6	1,45	61,6	2,35	37,0	2,75	26,0	3,30	11,0	3,75	0,16
3,8	1,10	72,0	1,45	61,9	2,35	38,7	2,80	26,7	3,35	12,0	3,85	0,16
3,9	1,10	72,7	1,50	62,6	2,40	39,0	2,85	27,3	3,40	13,0	3,90	—
4,0	1,10	73,4	1,50	63,3	2,45	39,2	2,90	27,8	3,45	13,9	4,00	—
4,1	1,10	74,1	1,55	63,6	2,50	39,5	2,95	28,4	3,50	14,8	4,10	—
4,2	1,15	73,5	1,55	63,9	2,55	39,6	3,00	28,9	3,50	16,9	4,20	—
4,3	1,15	74,1	1,60	63,5	2,60	40,0	3,05	29,4	3,55	17,6	4,30	—
4,4	1,15	74,7	1,65	63,2	2,65	40,2	3,10	29,9	3,60	18,4	4,40	—
4,5	1,20	74,2	1,70	63,5	2,70	40,4	3,15	30,3	3,65	19,1	4,50	—
4,6	1,20	74,7	1,70	63,7	2,75	40,7	3,20	30,8	3,70	19,8	4,60	—
4,7	1,20	75,3	1,75	63,4	2,80	40,9	3,30	30,1	3,75	20,4	4,70	—
4,8	1,20	75,8	1,80	63,2	2,85	41,1	3,35	30,5	3,80	21,1	4,80	—
4,9	1,25	75,3	1,85	62,9	2,90	41,2	3,40	30,9	3,90	20,6	4,90	—
5,0	1,25	75,7	1,90	62,6	2,95	41,4	3,45	31,3	3,95	21,2	5,00	—

Таблица служит для определения предварительной жирности смеси, которая уточняется с учетом фактического содержания белка в молоке. Данные используют при окончательном уточнении жирности смеси, исходя из фактического содержания жира и белка в исходном молоке и результатов анализа жира в сухом веществе сыра после прессования. Необходимые расчеты можно проводить по способу «квадрата» несколькими методами.

1. Чертится квадрат.



В верхнем левом углу указывается жирность молока, в нижнем – содер-

жание жира в обезжиренном молоке, в середине – желаемое содержание жира смеси (все показатели в %).

Проводим крестообразные черточки (диагонали). Для того, чтобы узнать сколько частей того и другого молока взять для получения смеси 3%-ной жирности, всегда следует вычесть по диагонали меньшее число из большего. Полученные результаты указываются в правом верхнем и нижнем углах. Они показывают, что молока с содержанием жира 3,9% надо взять 2,95 части, а обезжиренного молока – 0,9 части. В сумме это составит: $2,95 + 0,9 = 3,85$ части.

Для определения количества цельного молока составляем пропорцию:

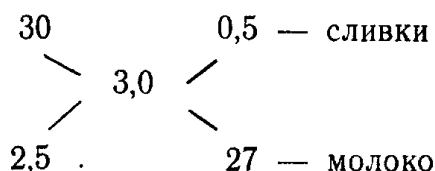
в 3,85 части (кг) смеси- 2,95 части (кг) цельного молока

в 100 частей (кг) смеси- X частей (кг) цельного молока

$$X = \frac{100 \times 2,95}{3,85} = 76,62 \text{ ч. (кг) цельного молока}$$

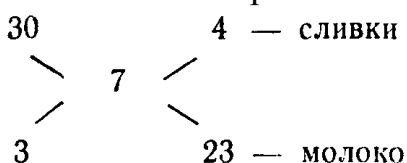
Обезжиренного молока: $100 - 76,62 = 23,38$ ч. (кг).

2. Возможен другой случай. Например, имеется молоко жирностью 2,5%, а нужно иметь более жирную смесь, для чего необходимо прибавить сливки 30% жирности. Чертим квадрат. В центре ставим ту жирность смеси, которую желаем получить.



В верхнем левом углу жирность сливок (30%), в нижнем – жирность молока (2,5%). Вычитаем цифры по диагонали и ставим данные в углах правой стороны. Получаем, что нам следует взять 27 частей молока 2,5%-ной жирности и добавить 0,5 части сливок 30%-ной жирности.

3. Если для составления смеси имеется определенное количество молока одной жирности, то задача несколько сложнее. Предположим, что у нас имеется 50 кг молока жирностью 3%, а нам необходимо получить смесь 7%, прибавив сливки 30%-ной жирности. Сколько сливок прибавить? Считаем по квадрату.



И получаем, что к 23 кг молока нужно добавить 4 кг сливок, а к 50 кг- $(4 \times 50) : 23 = 8,7$ кг.

С целью ускорения расчетов рекомендуется, при наличии на заводе компьютера, использовать простейшую программу.

1.5. Прогнозирование выхода сыров

Содержание жира, влаги и соли в сырах строго регламентировано нормативно-технической документацией (НТД) на их изготовление.

Сыроделов всегда интересуется теоретический (расчетный), а главное, практический выход сыра из имеющегося количества молока. Это позволяет заранее оценить экономику производства, определить капитальные и текущие затраты, организовать теххимический контроль. В общем виде количество сыра рассчитывается по материальному балансу, исходя из физико-химических показателей состава молока и зрелого сыра. Из 10 л молока в среднем можно получить около 1 кг сыра, но это далеко не точно, т.к. расход смеси на твердые сыры значительно больше, чем на мягкие.

Следует учитывать, что при переработке молока в сыр переходит только часть сухих веществ (50–56%), другая часть отходит в сыворотку. Сыродела интересует, какая часть сухих веществ молока переходит в сыр. На практике легко установить, сколько переходит в сыр молочного жира, но трудно оценить количество СОМО. Поэтому пользуются составленными ВНИИМС таблицами, в которых с достаточной точностью указан расход молочной смеси на единицу сыра в зависимости от ее жирности (приложения 2, 3).

В период посолки и созревания сыров происходит убыль их массы за счет потери влаги в рассол, испарения, смывания, при мойке и ряда других причин. Норма убыли массы сыров в период посолки и созревания составляет 10–12% от веса сыра из-под пресса.

Неизбежные потери сырья и продукта по ходу технологического процесса учтены в нормах расхода молочной смеси и являются безвозвратными.

Выход сыра в процентах к переработанному молоку можно рассчитать по формуле:

$$B = 100(C_1 - C_2) / C_3, \quad (1.10)$$

где B – выход сыра, %; C_1 – сухое вещество молока; C_2 – сухое вещество сыворотки; C_3 – сухое вещество сыра.

1.6. Бактериальные закваски

Пастеризацией уничтожается 99,8–99,0% всех микроорганизмов молока, в том числе и полезные для сыроделия лактококки.

Назначение бактериальных заквасок в сыроделии – дать начальное развитие молочнокислой микрофлоре, сбраживающей лактозу до молочной, уксусной, пропионовой и других кислот. Условно можно представить две формы закваски: микроорганизмы вымени коровы (закваска естественного происхождения) и из специально подобранных микроорганизмов (чистых культур). Основные микроорганизмы, входящие в состав бактериальных заквасок для сыров приведены в приложении 4.

Изредка употребляемая в домашнем сыроварении естественная закваска представляет собой кислое молоко или подсырную сыворотку предыдущих работ. Употреблять в качестве закваски сыворотку не рекомендуется, так как это не гарантирует хорошие результаты и возможна порча сыра.

При невозможности приобретения чистых культур заквасок естественную закваску можно приготовить следующим образом. Один литр свежего, чистого молока от здоровой коровы профильтровать, залить в чистую посуду и оставить в хорошо вентилируемом помещении при температуре 21–24°C на сутки, предварительно накрыв марлей. За это время образуется молочный сгусток, который

при соблюдении чистоты представляет чистую культуру молочнокислых бактерий. При несоблюдении условий сгусток будет содержать пузырьки газа. Такая закваска абсолютно непригодна для сыроварения. Операцию необходимо повторить. В домашних и фермерских условиях можно использовать в качестве закваски простоквашу или сметану заводского изготовления.

Лучшие результаты получаются при использовании закваски из специальных микроорганизмов, полученных от биофабрик. В промышленности обычно используют два вида бактериальных заквасок (рис. 1.10):



Рис. 1.10 Виды бактериальных заквасок

При выработке мягких, полутвердых, рассольных, комбинированных и плавленых сыров используют бакзакваски для сыров с низкой температурой второго нагревания (I) или в смеси I и II с добавлением плесневых (*Penic. roqueforti*, *Penic. candidum*) и/или слизиобразующих (*Bact. linens*, *Bact. casei limburgensis*, *Bact. bruneum*) культур.

При изготовлении сыров со средней температурой второго нагревания используют комбинацию бакзаквасок I и II.

При изготовлении натуральных сыров применяют обычно многоштаммовые комбинированные закваски. Они более устойчивы к бактериофагу, менее чувствительны к составу и свойствам молока, хорошо развиваются в широком диапазоне температур. Используемые в сыроделии закваски выпускают биофабрики, расположенные в г. Угличе Ярославской области при ВНИИМС, г. Каунас (Литва). Для Сибири и Дальнего Востока закваски выпускает Барнаульская биофабрика, а также закваски импортируются из стран Западной Европы.

Поскольку на прифермских мини-заводах и в индивидуальных хозяйствах вырабатываются преимущественно мягкие свежие, твердые, мелкие сычужные и рассольные сыры, рассмотрим приготовление заквасок для этих сыров, не затрагивая бакзакваски для сыров с высокой температурой второго нагревания. На прифермских мини-сырзаводах изготовление заквасок обеспечивает мастер-сыродел или лаборант. Бактериальные закваски для мелких сычужных сыров состоят из мезофильных молочнокислых лактококков лактис и креморис, ароматообразующих стрептококков и лейконостоков. Ароматообразующие стреп-

тококки и лейконостоки формируют аромат и рисунок (структуру) сыра.

Каунасская закваска, в отличие от угличской, имеет менее активные кислотообразующие штаммы микроорганизмов, что создает лучшие условия для развития ароматообразующих видов бактерий. Виды и состав бакзаквасок приведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7 – Виды и состав бактериальных заквасок

Наименование заквасок	Род лактококков				Род лейконостоков		Род лактобактерий				
	лактис	диацил-тилактис	креморис	термофилус	креморис	лактис	плантарум	казеи	гельветикум	булгарикум	лактис
Бактериальная закваска для мелких сычужных сыров (сухая) угличская	+	+	+	–	±	±	–	–	–	–	–
Бакзакваска для мелких сыров каунасская	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Бакзакваска буковинская	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Бакзакваска для рассольных сыров	+	+	+	–	±	±	–	±	–	–	–
Бакпрепарат для мелких сырой	+	+	±	–	±	±	±	–	–	–	–
Бакпрепарат для крупных сычужных сыров	+	+	+	+	±	±	±	–	+	–	+
Бакзакваска для сыра чеддар	+	±	+	±	–	–	±	±	±	±	–

При недостаточной активности кислотообразующих микроорганизмов лучшие результаты дает применение угличской закваски, имеющей в своем составе более активные кислотообразователи.

Если в молоке много маслянокислых микроорганизмов, лучше использовать бактериальный препарат «Биоантибут». Микрофлора этого препарата антагонистически действует на маслянокислые микроорганизмы.

Мягкие, рассольные и полутвердые сыры вырабатывают, применяя закваски для мелких твердых сыров. Мягкие сыры при созревании дополнительно обсеменяются аэробной микрофлорой слизи и дрожжей. Эта микрофлора на сыры попадает из воздуха камер созревания сыров или вносится в составе закваски.

Для сыра рокфор используют серо-зеленую плесень пенициллиум рокфорти, для камамбера – пенициллиум кандидум.

Прифермские мини-заводы могут заказывать закваски для сыров биофабрикам в Угличе, Каунасе, Барнауле, а также через областные (краевые) молочные (пищевые) лаборатории или через промышленные молочные заводы с этих же биофабрик.

Бакзакваски поставляются в сухом или в жидком виде. Бакзакваски (БЗ) и

бакпрепараты (БП) могут называть по месту их производства: «БП-Углич-4»; «БП-Углич-5А»; «БП ТМБ-Алтай», «ТМБ-Алтай-1», «Биоантибут» и т. п.

Из сухих или жидких заквасок готовят производственные закваски на предприятии путем их развития и активизации в стерилизованном молоке по соответствующим схемам трехпересадочным способом.

Бактериальный препарат может использоваться для выработки сыра после его активизации или без нее. Из бакпрепарата можно готовить и производственную закваску.

Закваску лабораторную (первичную) готовят обычно на цельном или обезжиренном молоке, стерилизованном при температуре $121\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 18 ± 2 мин. Производственную закваску готовят на молоке, пастеризованном при температуре 95°C с выдержкой 30–40 мин. Молоко затем охлаждают до температуры 25°C и вносят бакпрепарат или бактериальные закваски в количестве от 0,1 до 4%. Сосуд с закваской закрывают и выдерживают при этой температуре до образования сгустка, после чего охлаждают до температуры $6\text{--}8^\circ\text{C}$ и хранят до использования, но не более 48 ч. Перед использованием верхнюю часть закваски снимают, а остальное тщательно перемешивают, стараясь не обсеменить закваску посторонней микрофлорой.

Для ускорения созревания сыров на производстве применяют гидролизованную закваску. Ее готовят на обезжиренном молоке, пастеризованном при 95°C с выдержкой 45 мин, охлажденном до 25°C . В это молоко вносят 4–5% вторичной закваски мезофильных молочнокислых микроорганизмов (трехпересадочный способ). После тщательного перемешивания вносят молокосвертывающий фермент пепсин из расчета 1 г на 100 л молока и повышают температуру молока до $28\pm 1^\circ\text{C}$.

Выдерживают заквашенное молоко при этой температуре 20–24 ч, после чего охлаждают до $6\text{--}8^\circ\text{C}$. Готовая гидролизованная закваска должна иметь нежный, рыхловатый сгусток с отделившейся сывороткой. Кислотность сыворотки 115°Т, вкус кисловатый с легкой горечью. Хранят гидролизованную закваску не более 48 ч при температуре $6\text{--}8^\circ\text{C}$. Перед внесением (0,6–1,0%) в молоко гидролизованную закваску тщательно перемешивают.

Приготавливая закваски, следует опасаться загрязнения их посторонней микрофлорой и бактериофагом. Эти причины могут привести к порче сыра и значительным убыткам. Поэтому при приготовлении заквасок следует соблюдать чистоту, близкую к стерильной, тщательно мыть и дезинфицировать оборудование, инвентарь, помещение. Необходимо полностью исключить контакт между производством заквасок и производством сыра или других молочных продуктов, периодически менять бактериальные закваски.

В последние годы в отечественной промышленности начали использовать лиофилизированные бакзакваски прямого внесения. Такие закваски выпускаются Угличской биофабрикой, фирмой «Хр. Хансен» (закваски DVS), а также Болгарией, Францией, Италией и другими странами. Эти закваски вносят в молочную смесь за 30–45 мин перед свертыванием, во время которых активизируются бактериальные клетки, происходит снижение рН молока.

Целесообразность использования заквасок прямого внесения в сыроделии заключается в следующем:

- возможность переработки молока недостаточно высокого качества;
- простота и удобство в применении;
- стабильность видового и штаммового состава бактериальных клеток и их оптимального соотношения;
- исключение возможности заражения посторонней микрофлорой и бактериофагом;
- гарантия нормального развития бактериального процесса и достижения высокого качества готового продукта;
- соответствие мировым стандартам;
- возможность расширения ассортимента сыров.

Недостаток – высокая стоимость и задержка свертывания молока на период активизации лактококков.

1.7. Свертывание молока и обработка сгустка

Ферментация и образование сгустка используются в сыроделии ради синергизма – того самопроизвольного удаления влаги и концентрирования сухого (преимущественно белка и жира) вещества молока простым и быстрым способом с небольшими энергетическими затратами. Природа предложила организму новорождённого телёнка, ягнёнка и других животных энергетически малозатратный способ обезвоживания молока и концентрации сухих веществ.

Свертывание (коагуляцию) молока проводят в сыродельных ваннах или сыроизготовителях. Это – аппараты периодического действия. Наряду с ними используются коагуляторы непрерывного действия разных типов. Однако такие коагуляторы отечественной промышленностью не выпускаются. Поэтому данный вопрос освещен применительно к сыродельным аппаратам периодического действия.

Образование сычужного сгустка происходит из белка и жира, содержащихся в водно-солевом комплексе молока, под действием молокосвертывающего фермента. Характеристика отечественных молокосвертывающих ферментных препаратов приведена в табл. 1.8.

Таблица 1.8 – Основные характеристики ферментных препаратов

Нормативные документы	Внешний вид	Молокосвертывающая активность, условные единицы	Содержание влаги, %, не более	Содержание соли поваренной, %	Общее содержание бактериальных клеток в 1 г	Количес-титр
Сычужный порошок						
ОСТ 49 144-79	Однородный порошок от белого до желтовато-серого цвета с кристаллами соли. Запах специфический, свойственный сычужному порошку	Не менее 100000	2	Не менее 90	Не более 6000	Не ниже 3
Пепсин пищевой свиной						
ОСТ 49 53-73	Однородный порошок, желтовато-серого цвета, тонкого помола.	Не менее	3	Не регламент	Не более	Не ниже 3

	Запах специфический, свойственный пепсину без постороннего запаха	100000		тировано	10000	
Пепсин пищевой говяжий						
ОСТ 49 96-75	Однородный порошок желтовато-серого цвета. Запах специфический, свойственный пепсину	Не менее 100000	3	Не менее 70	Не более 10000	Не ниже 0,9
Ферментный препарат ВНИИМС						
ОСТ 49 159-80	Однородный порошок желтовато-серого цвета с кристаллами соли. Запах специфический, умеренный, свойственный животным протеиназам	Не менее 100000	3	Не менее 75	Не более 8000	Не ниже 3,0
Препарат ВНИИМС ФП-2						
ТУ 49 637-79	Неоднородный порошок желтовато-серого цвета с кристаллами соли. Запах специфический, свойственный пепсину	100000±5000	3	Не менее 75	Не более 8000	Содержание в 1 г не допускается
Препарат ВНИИМС ФП-6						
ТУ 49 599-79	Однородный порошок желтовато-серого цвета. Запах специфический, свойственный пепсину	100000±5000	3	Не менее 80	Не более 9000	Не ниже 2
Препарат ВНИИМС ФП-7						
ТУ 49 598-79	Неоднородный порошок белого цвета с желтоватым оттенком. Запах специфический, свойственный сычужному порошку.	100000±5000	2	Не менее 90	Не более 8000	Не ниже 3

В последние годы отечественные предприятия начали выпускать сычужный порошок активностью 150 тыс. условных единиц. Фирма «Русан +» и ОАО «Московский завод сычужных ферментов» предлагают энзимы для сыроделия СФ, СГ-50, КГ-50, «Алтазим», а также говяжий, куриный и свиной пепсин. Зарубежные поставки фермента могут быть активностью от 100 до 500 тыс. условных единиц, однако и цены таких ферментов, соответственно, значительно выше отечественных.

Молокосвертывающие ферменты Stabo 1290 (20% химозина и 80% пепсина и СМУ-МАХ (100% химозина) предлагают датская фирма ООО «Хр. Хансен» и итальянская Caglificio Cleruci и др. Продолжительность коагуляции молока ферментными препаратами зависит от вида сыра и составляет от 25 до 100 минут. Для большинства твердых сыров продолжительность свертывания 25-30 мин, для мягких – 60-80 мин. Такое увеличение продолжительности свертывания молока при выработке мягких сыров необходимо для интенсификации развития лактококков.

Порядок использования сычужного фермента.

За 20–30 мин перед применением отмеренное количество препарата растворяют 10–20-ти кратным количеством кипяченой и охлажденной до 30°C воды и хорошо перемешивают. Количество препарата вносят из расчета скорости свертывания молока за 25–30 мин. Его добавляют, при энергичном перемешивании, в подогретое до 32–34°C молоко.

Дозу молокосвертывающего фермента устанавливают с помощью кружки ВНИИМС. Прибор представляет собой капиллярный вискозиметр емкостью 0,8 или 1 л. Внизу сосуда расположена пробка с ниппелем диаметром 2–3 мм, смещенным относительно центра. Внутри прибора – шкала с делениями от 0 до 5.

Кружку ВНИИМС прогревают в молоке, набирают подготовленное для свертывания молоко, устойчиво укрепляют ее на край сыроизготовителя и дают молоку свободно вытекать через капилляр. В момент достижения молоком нулевого деления быстро, при энергичном помешивании молока в приборе, вносят в него рассчитанное количество (обычно 10 мл) 2,5% раствора молокосвертывающего фермента. Крестообразными движениями шпателя останавливают поток молока в приборе и оставляют в покое. Молоко непрерывно через капилляр вытекает из прибора до образования в нем сгустка. Уровень сгустка в кружке ВНИИМС остановится на определенном делении. Это деление и указывает дозу фермента в граммах, которая необходима для свертывания 100 л данной партии молока в заданное время (обычно в течение 25 мин.). Одновременно это деление указывает и на продолжительность свертывания молока, выраженное в минутах.

Коррекция коагуляционных свойств молока

Системный анализ производства твердых сычужных сыров выявил необходимость интенсификации процесса свертывания молока и обработки сгустка. Это касается охлажденного, замороженного, а также сычужно-вялого молока. Обработка молока ниже 10°C тем сильнее ухудшает его коагуляционные свойства, чем ниже температура охлаждения и продолжительнее выдержка. Созревание молока, рекомендуемое технологической инструкцией, существенного эффекта не обеспечивает. Улучшить коагуляционную способность такого молока можно нагреванием до температуры 25–30°C с внесением 0,1–0,15% специально изготовленной молочнокислой бакзакваски.

В качестве бакзакваски для созревания молока нельзя использовать заквасочные культуры микроорганизмов, которые затем будут применены для фабрикации данного вида сыра, во избежание развития бактериофага.

Стабильные результаты получали при использовании в качестве бакзакваски свежей сычужной сыворотки предыдущей выработки, взятой после разрезки сгустка, выдержать 50–60 минут, после чего молоко пропастеризовать и подготовить к свертыванию.

Для стабилизации ионно-кальциевого состояния пастеризованного молока следует добавить 100–150 г/т раствора дихлорида кальция, 200–300 г/т однозамещенного фосфата натрия или калия (100–150 г/т) и требуемую дозу бакзакваски. Такая кислотно-солевая коррекция состава и свойств молока обеспечивает продолжительность свертывания при 32–34°C за 10–15 мин. Ускоряются и последующие операции обезвоживания и уплотнения сырного зерна, уменьшаются потери сырной массы с сывороткой. Общая продолжительность фабрикации сырной массы от начала свертывания до готовности сырного зерна к формированию снижается с обычных 100–150 до 50–60 мин. Кислотно-солевая кор-

рекция состава и свойств молока позволяет вовлечь в производство сыра и, так называемое, «несыропригодное» молоко.

Расчет дозы внесения CaCl_2 для улучшения свертываемости молока можно проводить по уравнению солевого равновесия, выведенному И.И. Климовским (формула 1.2).

Для ускорения свертывания в молоко можно добавить также однозамещенный фосфорнокислый натрий или калий, хлористый магний и другие соли и кислоты. При этом образуется более плотный и эластичный сгусток, увеличивается выход сыра в среднем на 1,5–2%.

В технологических инструкциях по производству натуральных и плавленых сыров для регулирования кислотности обычно указывают количество зрелого молока и/или дозу вносимой бакзакваски. Эти дозы не всегда обеспечивают заданную кислотность молока. Высокая точность установления начальной кислотности значима для всех сыров, однако, она особенно важна для сыров с чеддаризацией, (чеддар, сулугуни, качковал, кавказский терочный и др.) Более точно дозу бакзакваски можно рассчитать по формуле, выведенной из уравнения кислотного баланса.

Количество добавляемой бакзакваски можно рассчитать по формуле:

$$K_{б.з} = K_m(t_{см} - t_m) / t_{б.з} - t_{см}, \quad (1.11)$$

где: $K_{б.з}$ – количество добавляемой в молочную смесь бакзакваски, кг;

$K_{см}$ – количество молочной смеси в кг;

$t_{см}$ – кислотность молочной смеси перед свертыванием, указанная в НТД, °Т;

t_m – кислотность молока фактическая °Т;

$t_{б.з}$ – кислотность бактериальной закваски °Т.

Произведение массы молока и массы бакзакваски на кислотность в °Т дает кислотоединицы.

Пример: в сыроизготовителе 500 кг молочной смеси кислотностью 17°Т. Необходимо довести ее кислотность до 23°Т бакзакваской, кислотность которой 100°Т. Определяем необходимое количество бакзакваски:

$$K_{б.з} = \frac{500(23-17)}{100-23} = 39 \text{ кг}$$

Проверка: для определения кислотности молочной смеси перед свертыванием следует разделить суммарное количество кислотоединиц на общую массу молока и бакзакваски.

$$T_m = 500 \cdot 17 = 8500 \text{ кислотоединиц}$$

$$T_{б.з} = 39 \cdot 100 = 3900 \text{ кислотоединиц}$$

Суммарное количество кислотоединиц составит: $8500 + 3900 = 12400$.

Разделив полученные кислотоединицы на общую массу молочной смеси и бакзакваски, получаем кислотность смеси.

$$12400 : 539 = 23^\circ\text{T}$$

Таким образом, на 500 кг молочной смеси с кислотностью 17°Т необходимо внести 39 кг бакзакваски кислотностью 100°Т. В результате получим заданную кислотность смеси 23°Т.

Точно также можно рассчитать количество вносимого зрелого молока, которое всегда имеет на 2-3°Т более высокую кислотность, чем остальное молоко.

Механизм сычужного и кислотного свертывания молока

Учеными разных стран было установлено, что ферментация молока сычужным ферментом, образование сгустка, коагуляция молока проходит в два периода (фазы).

На первом периоде под действием сычужного фермента проходит специфический протеолиз около 5% белков молока с выделением протеозов и образованием в кальциевой среде параказеина. Эту часть ферментного расщепления называли ферментативной фазой. Она характеризуется прежде всего тем, что сычужный фермент расщепляет стабилизирующий компонент (*k*-казеин) казеиновой мицеллы, в результате чего остаётся пара-*k*-казеин и выделяется казеиномакропептид. Казеиномакропептид, включающий в себя все углеводы, освобождаясь, переходит в сыворотку. Он обладает гидрофильностью, имеет кислый характер. Казеиномакропептид увлекает за собой влагу и ионы H^+ казеина. По прошествии примерно 60% времени от общей коагуляции наступает вторая фаза (период) сычужного свёртывания.

Во втором периоде образуется гель (сгусток), представляющий собой агрегирование мицелл казеина и установление межмицеллярных связей в виде казеиновой сетки. В ячейках этой сетки находятся сыворотка, жир, растворимые белки и другие составные части молока.

Образование сгустка сопровождается расщеплением белковых мицелл, в результате чего казеин в виде пара-*k*-казеина переходит в сгусток, а в сыворотке остается гликомакропептид, обладающий гидрофильными свойствами. Схематично действие химозина на молоко можно изобразить так (рис. 1.11):

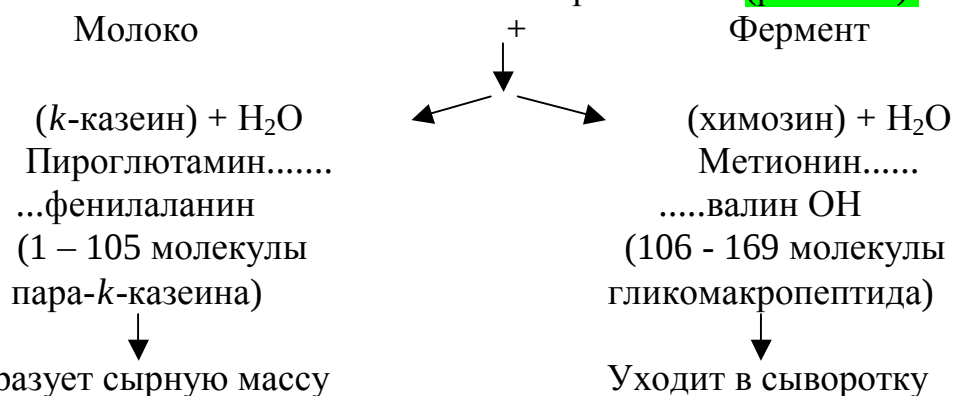


Рис. 1.11. Схема ферментативного свертывания казеина молока.

После внесения фермента вязкость молока плавно понижается, а затем возрастает. По мнению Р.И. Раманаускаса это указывает на две стадии в гидролизе казеина. Сначала происходит увеличение дисперсности казеинкальций-фосфатного комплекса (ККФК) в результате разрушения внутренней упорядоченности казеиновых мицелл и их дезактивирования. Вместе с тем образующиеся свободные мицеллярные связи одновременно приводят к агрегированию казеиновых мицелл. Таким образом, наряду с гидролизом казеинов развиваются

сложные процессы агрегирования казеина, сопровождающиеся изменением вязкости молока.

В период коагуляции (вторая фаза) происходит агрегирование с образованием сгустка и его упрочнение. Вторая фаза наступает по истечению 60% времени общей продолжительности коагуляции (считая со времени внесения фермента до появления первых хлопьев белка).

Продолжительность коагуляции молока (t_k) обратно пропорциональна концентрации фермента (c) и по правилу Сторха–Сегельке выражается уравнением:

$$c \cdot t = K \quad \text{или} \quad t_k = t_0 + \frac{K}{c}, \quad (1.13)$$

где K – константа, t_0 – время от момента прекращения энзиматической реакции до момента свертывания, c – концентрация фермента.

При этом важнейшими факторами являются: природа, состав и концентрация фермента; температура, кислотность (pH) молока, содержание CaCl_2 .

В расчетах чаще применяется развернутое уравнение

$$\frac{X_1 t_1}{m_1} = \frac{X_2 t_2}{m_2}, \quad \text{откуда} \quad X_2 = \frac{X_1 \cdot t_1 m_2}{m_1 t_2}, \quad (1.14)$$

где X_1 – количество фермента, введенного в пробу, г;

X_2 – количество фермента, необходимое для свертывания молока, г;

t_1 – продолжительность свертывания молока в пробе, мин;

t_2 – заданная продолжительность свертывания молока, мин;

m_1 – количество молока в приборе, л;

m_2 – количество молока в сыроизготовителе, л.

В процессе свертывания молоко приобретает необратимые изменения, превращаясь сначала в гель, а затем в твердообразное тело. Гель или коагулят – это пористая, пока ещё плохо изученная структура, состоящая из сетки белковых мицелл, заключенных в ней жировых шариков и конгломератов, влаги и находящаяся в переходном состоянии от жидкости к твердому, упругому телу. Сгусток твердеет по мере выделения из него сыворотки.

Пока целостность сычужного сгустка не нарушена, сыворотка из него не выделяется. Как только сгусток разрезан, начинается процесс синерезиса – выделения сыворотки. Готовность сгустка к разрезке определяют, чаще всего, пробой «на раскол». Для этого шпателем делают насечку сгустка, куда под углом 30–45° вводят шпатель, слегка приподнимают его и продвигают по направлению насечки. Образуется раскол сгустка (щель), в который сразу же выделяется сыворотка. Оценивают остроту боковых граней раскола. У сгустка нормальной плотности угол боковых граней должен приближаться к прямому (90°). Выделяющаяся в раскол сыворотка должна быть прозрачной, без частичек белка и жира. Если эти показатели в пробе «на раскол» не достигнуты, следует выдержать сгусток в покое еще 5–10 мин и повторить пробу.

При кислотном свертывании возможны два варианта:

1. быстрое свертывание путем подкисления минеральной или органической кислотой до pH 5,2–5,4, получение зернистой белковой массы и выделение сыворотки;

2. медленное повышение кислотности молока действием продуцируемой лактококками молочной кислотой приводит к образованию сгустка в объеме всего сыроизготовителя. После разрезки сгустка сыворотка выделяется постепенно. Процесс проходит медленно и для интенсификации обезвоживания сгусток приходится подогревать (отваривать).

В процессе снижения рН понижается степень ионизации кислых свойств казеинов, повышается растворимость солей кальция, происходит разупорядочивание мицеллы (деминерализация мицелл, распад на субмицеллы) и изменение структуры казеинов, снижается уровень гидратации белков, что способствует переходу их в нерастворимое состояние. Сгусток, полученный кислотным способом, представляет собой нерастворимую белковую сетку, охватывающую ячейками водную фазу. Узлы сетки образованы полностью деминерализованными субмицеллами, межмолекулярные связи имеют гидрофобный характер, что объясняет непрочность молочного сгустка.

От индивидуальных особенностей сырья (состава, содержания белка), условий свертывания (температура, скорость нарастания кислотности, значения рН, активности воды и др. в конце свертывания) зависят реологические показатели молочно сгустка, определяющие дальнейшее прохождение процессов производства сыра и качество готового продукта.

Механизм выделения сыворотки из сгустка и зерна

Технология производства натуральных сыров основана на концентрации сухих веществ молока путем выделения из сгустка и удаления сыворотки, определенного количества для каждого вида сыра. Молочный сгусток (гель) имеет влажность молока, т. е. около 87%. Часть этой воды (30-85%) следует удалить в виде сыворотки, чтобы получить сырную массу.

На обезвоживание сырного геля влияют разные факторы, которые представлены на рис. 1.12:

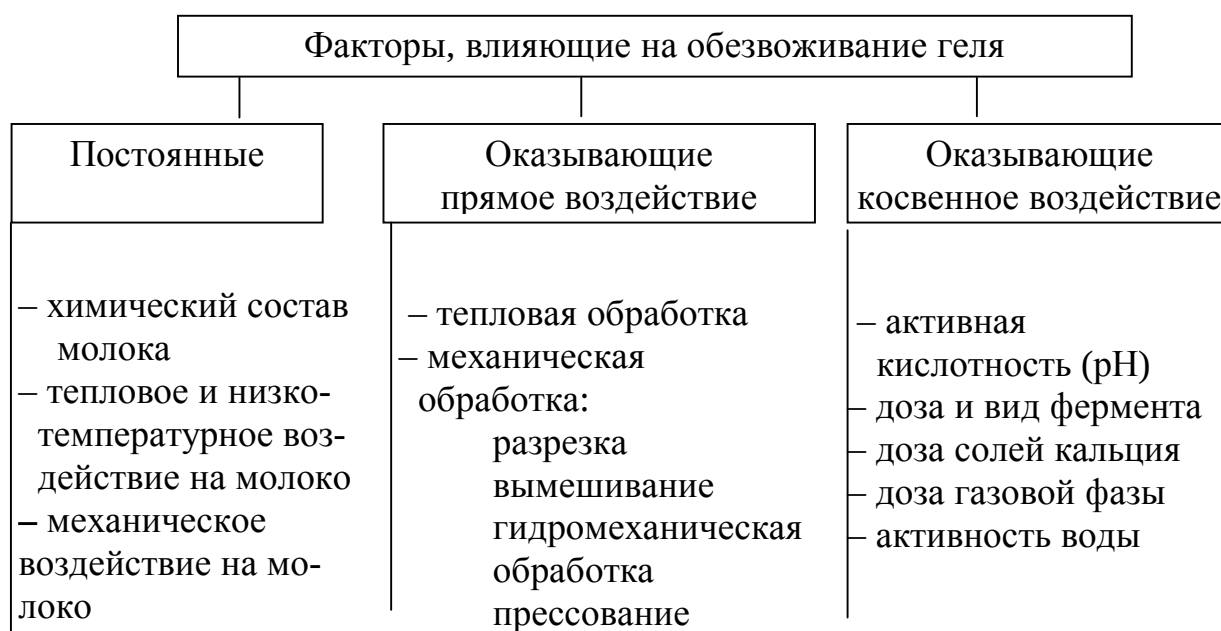


Рис. 1.12. Структурная схема факторов, влияющих на обезвоживание геля

Повышение или снижение температуры, кислотности, интенсивности механического воздействия и пр. должно осуществляться таким образом, чтобы кинетика обезвоживания и нарастания кислотности соответствовала модели (программе, регламенту), установленной для данного вида сыра.

Физико-химические процессы обезвоживания сычужного сгустка

В сычужном сгустке самопроизвольный синерезис не происходит. Для того, чтобы начала выделяться сыворотка, необходимо нарушить целостность структуры – разрезание (дробление) сгустка на зерно с последующей его обработкой. Это приводит к увеличению поверхности, через которую может удаляться сыворотка, и ускорению её отделения. Чем мельче “поставлено”^{*} зерно, тем, при прочих равных условиях, короче путь прохождения сыворотки наружу, быстрее и больше выделится сыворотки. Поэтому для твёрдых сыров зерно ставят примерно в половину мельче, чем для мягких и рассольных. Зерно необходимо поставить равновеликим, стараясь образовывать возможно меньше сырной пыли. Выделение сыворотки ускоряется при перемешивании сырного зерна с сывороткой. При этом происходит постоянное соударение сырных зерен между собой и с рабочими органами сыроизготовителя. Сырные зерна постепенно округляются, за счет обламывания и сглаживания углов и граней их кубическая форма превращается в шарообразную или близкую к ней.

Упрощенно этапы формоизменения сырного зерна в процессе его обработки представлены на рис. 1.13.

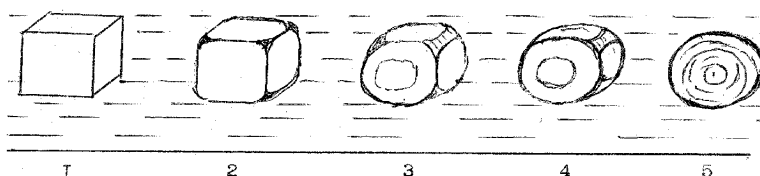
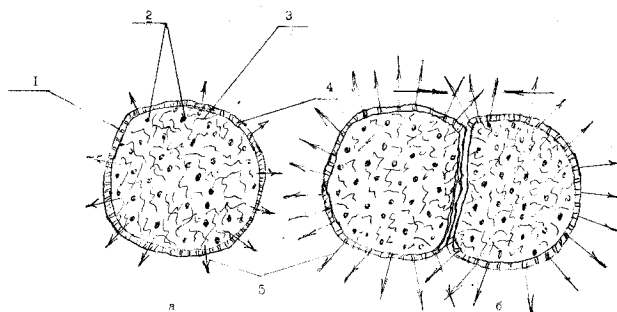


Рис 1.13 Схема формоизменения сырного зерна при его обработке

1 – после разрезки сгустка, 2 – в начале разрезки, 3 – перед вторым нагреванием, 4 – после второго нагревания, 5 – в конце обработки.

Если внимательно рассмотреть строение сырного зерна, то его грубую физическую модель в первом приближении можно представить в виде шара из шерсти или ваты с разнообразными включениями пластичных, упругих и упруго-пластичных компонентов, заполненного сывороткой и окруженного гибкой полупроницаемой оболочкой (рис. 1.14).



^{*} Постановка зерна – профессиональный термин, обозначающий доведение размеров сырного зерна до заданных пределов.

Рис. 1.6. Упрощенная модель сырного зерна (а) и схема соударений (б) сырных зерен при их обработке

1 – поры, через которые выделяется сыворотка; 2 – жировые шарики; 3 – волокна из мицелл белка; 4 – оболочка сырного зерна; 5 – выделяющаяся из зерна сыворотка.

На влагоудаление из сырного зерна оказывает влияние гидродинамическое воздействие при движении и завихрениях потока. Сырные зерна двигаются не только в горизонтальной плоскости, но также быстро перемещаются вверх-вниз по высоте сыроизготовителя. Это расстояние у разных типов сыроизготовителей от 1 до 2,5 м, а иногда и больше. При таких перемещениях внутри сырного зерна резко меняется и гидростатическое давление, которое иногда складывается с гидродинамическим воздействием, а иногда противоположно ему.

Повышение гидростатического давления происходит потому, что сырные зерна на поверхности имеют упругую и эластичную оболочку, играющую роль гибкой мембраны, стягиваемой постепенно сокращающимися мицеллами белка. Она быстро реагирует на изменение давления. Как только наступает перепад давлений, то при более высоком давлении внутри зёрен сыворотка, через поры растянутой оболочки, выходит наружу. При повышении наружного давления оболочка сжимается, поры закрываются или уменьшаются в размерах и наружная сыворотка не может проникнуть внутрь сырных зерен (эффект клапана).

При столкновении зёрен (рис. 1.6) происходит повышение внутри них гидростатического давления. Сыворотка, находящаяся под некоторым, хотя и небольшим, давлением внутри сырных зерен получает импульс быстрого и значительного увеличения давления, вынужденного воздействовать своим импульсом на гибкую оболочку. Оболочка растягивается, поры увеличиваются в размерах и пропускают долю сыворотки. Как только давление внутри сырного зерна и снаружи выровнялось, оболочка опять сжалась, поры уменьшились в размерах и наружная сыворотка проникнуть внутрь сырного зерна уже не может. При многократных соударениях или ударах сырных зерен со стенками или рабочим инструментом, описанное явление многократно повторяется, что приводит к интенсивному обезвоживанию сырных зерен. Одновременно действуют силы сжатия мицелл белка под действием возрастающей кислотности внутри сырных зерен (сбраживание лактозы).

Упругость и прочность сырного зерна зависят от многих факторов. Важнейшими из них являются связанные с составом и свойствами сырья. Особое влияние оказывают режимы подготовки и, в частности, пастеризации молока, образование прочного сгустка, его синергетические свойства.

Так происходит, главным образом, обсушка сырного зерна при его обработке в сыроизготовителе. При механическом и гидромеханическом удалении сыворотки минерализации ее не происходит или она имеет место в незначительной мере. В обезвоженных сырных зернах остаётся достаточно много минеральных веществ и, в частности, кальция и фосфора. Наличие в сырной массе кальция отражается на его поведении двояко. Так, если сырная масса теряет лактаты кальция, то она становится пластичной, но рыхлой. Если же сырная масса подверглась механическому обезвоживанию, а, следовательно, сохранила свой кальций, то образуется сыр с плотным и твёрдым тестом. Из такого теста

можно фабриковать сыры любых, в том числе и крупных, размеров (швейцарский, советский, алтайский).

Если же проводится сычужно-кислотное или кислотное свёртывание или повышается кислотность сырной массы при чеддаризации, то часть кальция в виде солей молочной и других кислот (лактатов) удаляется из сырной массы вместе с сывороткой. В результате деминерализации меняются реологические свойства сырной массы, она становится более пластичной, податливой, липкой, уменьшается её твёрдость и упругость. Такую массу можно спрессовать в головки (чеддар, российский). Технология сыров с повышенным уровнем молочнокислого брожения имеет важную особенность - накопление биомассы для увеличения объема образуемых заквасочными культурами протеолитических ферментов, витаминов и других биологически активных веществ. Это в дальнейшем ускоряет, в некоторой мере, процесс созревания сырной массы.

Таким образом, накопление биомассы заквасочных культур - один из резервов интенсификации технологических процессов производства сыра.

Роль температурного фактора в обезвоживании сгустка. После разрезки сырное зерно и сыворотка обычно имеют температуру сгустка (32–34°C) и её поддерживают в первое время обработки сырного зерна. Однако через 15–25 мин наступает момент, когда выделение сыворотки замедляется или прекращается. Увеличение механического воздействия невозможно из-за опасности “набить” много сырной пыли, а сырное зерно ещё недостаточно обсушено. Тогда проводят второе нагревание. При повышении температуры (в некоторых пределах) повышается реакционная способность сычужного фермента (оптимум действия 41–42°C), интенсифицируются процессы образования межмицеллярных связей, уменьшается вязкость сыворотки, интенсифицируются другие факторы.

В результате нагрева (38–43°C) процесс обезвоживания сырного зерна интенсифицируется, что позволяет довести влажность сырной массы до заданной. При этом повышается клейкость сырных зерен, что в последующем благоприятно сказывается на самоуплотнении массы при формовании. Однако, период повышенной клейкости небольшой, и его нельзя упустить, чтобы не “пересушить” сырное зерно. В противном случае оно потеряет клейкость, а из такого сырного зерна трудно сформовать сыры надлежащей механической прочности. Роль второго нагревания исключительно важна для доведения влажности сырной массы до заданных НТД пределов. С повышением температуры усиливается влагоудаление и клейкость сырного зерна, приходится интенсифицировать работу мешалок, чтобы не произошло его комкование. Обычно вначале нагревают со скоростью 1°C в 2 мин, а к концу постепенно ускоряют и доводят до 1°C в мин.

На крупных предприятиях второе нагревание проводят подачей пара в межстенное пространство сыроизготовителя. На небольших предприятиях его можно проводить добавлением в сыроизготовитель горячей (95–97°C) воды или сыворотки. При этом производится раскисление сырной массы. Внесенная вода понижает вязкость сыворотки, окружающей сырное зерно. Поэтому из самих сырных зерен сыворотка выделяется легче и быстрее под действием градиента концентрации.

Приемлем и комбинированный способ, когда в сырную массу с сывороткой добавляют часть или половину необходимой горячей воды, повышая температуру на 3-4°C, затем доводят до необходимой температуры паром, подаваемым в межстенное пространство сыроизготовителя. Возможно и наоборот: сначала нагреть паром на 3-4°C, а затем завершить добавлением горячей воды или сыворотки. Этот прием предпочтительнее. При интенсификации нагревания может происходить «заваривание» сырных зерен, т.е. на них образуется более толстая и плотная оболочка, которая, огрубляясь, теряет гибкость и уже не может работать, как мембрана, резко ухудшаются условия и интенсивность удаления влаги из сырного зерна наружу. В результате, несмотря на длительную обработку, обсушка сырного зерна замедляется или прекращается. Зёрна остаются грубыми снаружи, с мягким, гелеобразным содержимым. Такие сырные зерна не способны выдерживать механические нагрузки при формировании и прессовании. Они раздавливаются и значительная часть их содержимого в виде сырной пыли уходит в сыворотку. Сыры из «заваренного» сырного зерна получаются мягкие, с высокой влажностью, кислые и не формоустойчивые. Продолжительность обработки сырного зерна от момента разрезки до окончательной его готовности к формированию занимает от 60 до 75 мин. Интенсифицировать изготовление сыра на этих операциях возможно несколькими путями: уменьшением размеров сырных зерен; повышением температуры и ускорением нагревания; повышением кислотности. Однако каждый из этих путей может привести к ухудшению качества и типичности готового продукта. Так, температура второго нагревания является ещё и регулирующим фактором микробиологического состава, динамики накопления микроорганизмов и их ферментов. С повышением температуры меняются условия жизнедеятельности заквасочных культур сыра, что отрицательно сказывается на видовых особенностях и вкусовых показателях сыра. Поэтому изменение температуры второго нагревания возможно только в определенных пределах или необходим подбор микроорганизмов с более высоким температурным пределом оптимума развития. Интенсификация нагревания может также приводить к завариванию сырного зерна.

При изучении механизма образования оболочек сырных зерен выяснилось, что причиной появления грубой, переуплотнённой оболочки является воздействие не одной только температуры, но и многие другие факторы, в том числе разность концентрации сычужного фермента внутри сырного зерна и снаружи (в сыворотке), температурный градиент в сыворотке и внутри зерна, неодинаковая концентрация солей, в частности хлористого кальция, на поверхности и внутри зерна, разная кислотность сыворотки, окружающей зерно, и внутри него и др. Влиянием комплекса перечисленных факторов обуславливается процесс уплотнения как сырных зерен в целом, так и их поверхностных слоёв. Концентрация сычужного фермента в сыворотке значительно выше, чем внутри сырного зерна, так как белком адсорбируется только небольшая часть (7-25% по данным разных авторов) сычужного фермента, остальное его количество уходит в сыворотку.

После разрезки сгустка и постановки сырного зерна, когда внутри зёрен содержится большое количество сыворотки, а, следовательно, и концентрация

сычужного фермента примерно одинакова внутри и снаружи, уплотнение внутренних и поверхностных слоёв зёрен проходит равномерно. В это время повышение температуры существенно не отражается на степени уплотнения наружных и внутренних слоёв сырного зерна.

К моменту значительного обезвоживания последних температурный фактор на поверхностных слоях сырных зерен сказывается сильнее, чем на внутренних. Исходя из сущности и условий образования оболочек сырного зерна ускорение обсушки сырной массы было при возможно более раннем начале второго нагревания и проведения его в замедленном темпе. Начинать нагрев сырной массы следует тогда, когда сгусток внутри и снаружи сырных зёрен имеет одинаковую плотность, влажность и проницаемость или когда эти различия по крайней мере ещё невелики. Раннее начало второго нагревания позволяет почти в два с половиной раза быстрее обсушить сырную массу, чем обычным способом. Вследствие того, что сырные зерна поверхностных слоёв соприкасаются с сывороткой, имеющей более высокую концентрацию сычужного фермента, для действия последнего на белок поверхностного слоя сырных зерен имеются более оптимальные условия, чем внутреннего. Поэтому поверхностный слой зёрен в несколько раз быстрее уплотняется и обезвоживается, чем вся остальная их масса. Это со временем приводит к появлению плотной, грубой оболочки, которая в сильной степени препятствует выделению сыворотки.

Немаловажное значение имеет, так называемое, автоматическое угнетение фермента, заключающееся в том, что если продукты ферментативной реакции не удаляются из сферы действия фермента, его активность автоматически прекращается. Это явление наблюдается внутри сырного зерна, поскольку продукт ферментативной реакции – белок из зоны реакции не удаляется.

Теплопроводность сыворотки, находящейся в сыроизготовителе в турбулентном движении, а, следовательно, и температура поверхностного слоя сырного зерна в каждый момент времени, также значительно выше, чем внутри, поскольку теплопроводность белка весьма низкая. Контакт сырного зерна с более тёплой сывороткой в процессе второго нагревания происходит в первую очередь их поверхностным слоем, который приобретает более высокий темп коагуляции и уплотнения, так как активность фермента с повышением температуры увеличивается. Температурный оптимум действия сычужного фермента примерно 41–42°C, т.е. близок температуре второго нагревания твёрдых сыров голландской группы. С повышением температуры усиливается поверхностная энергия сырных зерен, что увеличивает адсорбцию растворённых в сыворотке веществ, в том числе солей, повышение которых (в частности, фосфора и кальция) в поверхностном слое зёрен ещё в большей степени усиливает его уплотнение.

Разная кислотность сыворотки внутри сырного зерна и снаружи его также оказывает заметное влияние на скорость коагуляционного уплотнения сырного сгустка. Кислотность сырного зерна почти в 2 раза выше, чем межзерновой сыворотки. Однако повышенная кислотность внутри сырного зерна может не только усиливать уплотнение, но и ослаблять, поскольку её уровень может находиться за оптимумом действия сычужного фермента.

Из регулируемых факторов в распоряжении мастера-сыродела: температура и её градиент, кислотность сыворотки, размеры сырного зерна, продолжительность обработки, степень механического воздействия и другие, которыми в некоторых пределах можно регулировать процесс изготовления сырной массы и скорость обезвоживания сырного зерна. В зависимости от степени уплотнения сырных зерен в сыре остаётся некоторое количество влаги, которую последующими технологическими операциями (формованием, прессованием) удалить затруднительно. Кроме того, ранняя стадия уплотнения оболочек сырных зерен отрицательно сказывается на качестве отпрессовки сыра и замыкании его поверхностного слоя, а выделяющийся из-под оболочек необработанный сгусток покрывает поверхность сыра пылевидными частичками, препятствуя слиянию сырных зерен и замыканию поверхностного слоя. Поэтому, с точки зрения облегчения проведения процесса прессования и улучшения качества готового продукта, предпочтительно иметь хорошо обработанное обезвоженное упругое сырное зерно, противостоящее деформирующим нагрузкам.

Исходя из вышеизложенного вполне возможна интенсификация процесса производства сыра с помощью раньше начатого второго нагревания и более быстрого его осуществления. При этом скорость обработки сырного зерна увеличивается вдвое, что достаточно эффективно.

Механизм образования коркового слоя на сырных зернах

При разрезке молочного сгустка на сырное зерно, вследствие недостаточной остроты пластинчатых ножей или толщины струн, в местах разреза образуется приращение поверхности, которая является шероховатой, а не гладкой. Из разрезов и микротрещин сразу же выделяется сыворотка (рис. 1.15), что приводит к мгновенному обезвоживанию вновь образованных поверхностей (стенок разреза) на малую ($1\div 5$ мкм) глубину.

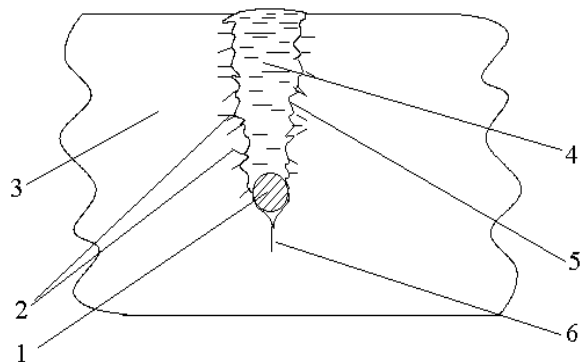


Рис. 1.15. Схема механизма разрезки сгустка и образования корочки на сырном зерне

1- струна; 2- поперечная трещина в сгустке; 3- сгусток; 4- выделившаяся сыворотка; 5- образующаяся на сырном зерне корочка; 6 – продольная трещина в сгустке.

Выделяющаяся сыворотка сначала в виде моно-, а затем и/или полимолекулярного слоя покрывает внутреннюю поверхность щели. Этот слой сыворотки препятствует «самозаживлению» (смыканию) стенок разреза.

Разрез сгустка проводится в 3-х взаимно перпендикулярных направлениях, образовавшиеся кубики (сырные зерна) оказываются окруженными со всех сторон выделившейся из них сывороткой. Они уже в процессе разрезки быстро обезвоживаются и получают уплотненный поверхностный слой – корочку. Толщина этого слоя зависит от многих факторов.

Прежде всего, от плотности (готовности) сгустка к разрезке. Из плотного, перестоявшего сгустка сыворотка выделяется быстрее, также быстрее, более толстая, образуется корочка.

Следующим фактором является температура, с повышением которой также ускоряется образование корки на сырных зернах (известное сыроделам «заваривание» сырного зерна).

Кислотность исходного сырья, а в конечном итоге, сгустка влияет на процесс образования и толщину коркового слоя так же, как и температура.

Существенное влияние оказывает острота (диаметр) режущей кромки рабочего инструмента (ножей, струн). Чем они острее, тем меньше образуется поперечных микротрещин, тем медленнее образуется и тоньше корочка на сырных зернах. Это, в свою очередь, обуславливает скорость эвакуации сыворотки из сырных зерен. Поэтому предпочтительнее использование более острого рабочего инструмента.

Одновременно существенное влияние на процесс образования коркового слоя сырных зерен оказывает и сама выделяющаяся сыворотка, имеющая большую концентрацию молокосвертывающего фермента, более высокую температуру и некоторые другие физико-химические показатели.

От толщины и, соответственно, упруго-прочностных свойств коркового слоя на сырных зернах зависят скорость и полнота обезвоживания сырной массы в процессе ее обработки.

1.8. Чеддаризация и пластифицирование сырной массы

Чеддаризация – один из эффективных технологических приемов, обеспечивающих ускорение созревания и получение разнообразных видов сыров.

Сыры с чеддаризацией сырной массы (чеддар, сулугуни, качкавал и др.) изготавливают из молока повышенной зрелости с добавлением 2,0–2,5% бакзакваски кислотностью 100°Т. Для адаптации и усиления развития микрофлоры молоко с внесенной бакзакваской выдерживают 30–40 мин до повышения его кислотности на 1–3°Т. Кислотность молока перед свертыванием должна быть 21–22°С. Эффективно также двойное внесение бакзакваски: в молочную смесь, а затем – в сырное зерно перед выгрузкой его из сыроизготовителя.

Таким образом, изначально и в дальнейшем, весь процесс производства сыра направлен на усиленное развитие молочнокислой и ароматобразующей микрофлоры. Для этого иногда даже на 1–2°С снижают температуру свертывания молока и на 5–7 мин увеличивают его продолжительность.

Движущей силой развития молочнокислой микрофлоры, при наличии всех необходимых условий (оптимальных температуры, кислотности, активности воды и пр.), является ее природный генетический потенциал, разность концентрации питательных веществ вне клетки и внутри нее, а также градиент осмотического давления.

Сырное зерно ставят достаточно крупное (7–10 мм для чеддара), что обеспечивает относительно высокое содержание в нем сыворотки, а, следовательно, и лактозы. Кислотность сыворотки после разрезки сгустка и постановки зерна должна быть 13–17°Т, а в конце его обработки доведена до 18–20°Т. Тем-

пература второго нагревания 38–40°C, длительность обработки сырного зерна после второго нагревания 40–60 мин. Все это способствует интенсивному развитию микрофлоры и одновременно хорошей обсушке сырного зерна.

Таким образом, происходит быстрое повышение кислотности сырной массы за счет интенсивного развития микрофлоры, сбраживания лактозы, накопления молочной кислоты и ароматобразующих веществ.

Дальнейшее развитие заквасочной микрофлоры и ферментов в сырной массе осуществляется при чеддаризации.

Суть чеддаризации заключается в создании условий для быстрого процесса накопления биомассы молочнокислых и ароматобразующих микроорганизмов, сбраживания лактозы и образования молочной кислоты, которая, в свою очередь, отщепляет от казеинаткальцийфосфатного комплекса кальций, фосфор и другие вещества, которые в виде лактатов вместе с сывороткой удаляются из сыра. При этом образуется монокальцийказеинат, который при дальнейшей посолке превращается в казеинат натрия, способный пластифицироваться при нагревании и термомеханической обработке.

Чеддаризация может проводиться в молоке, путем добавления в него бактериальных препаратов – гидролизатов и гидролизированных бакзаквасок (брынза, зеленый сыр, чечил), в сырной массе до формования (чеддар) и в процессе формования (сулугуни), посолки и первого периода созревания сыра.

Сырную массу формируют в пласт толщиной 25–30 см в формовочном аппарате и подпрессовывают при давлении 10–12 кПа.

Продолжительность подпрессовки пласта 20–25 мин, после чего его разрезают на блоки размером, примерно, 250 x 240 см.

Блоки сырной массы укладывают в 2–4 слоя по высоте и выдерживают, оставляя свободный промежуток для отвода сыворотки. Кислотность выделяющейся из пласта сыворотки должна быть доведена до 35–40°Т. В результате развития и функционирования микрофлоры сырная масса подвергается внутреннему давлению за счет расширяющихся газовых пузырьков и снаружи – от вышерасположенных блоков сырной массы или под действием небольшой прессующей нагрузки (5–10 кПа). Периодически, через 15–20 мин, блоки сырной массы меняют местами и одновременно увеличивают нагрузку.

Чеддаризацию проводят при температуре, оптимальной для развития внесенной в молоко заквасочной микрофлоры. Обычно это 28–35°C, а для некоторых видов сыров 33–38°C. Продолжительность – от 40 минут (для сулугуни при двойном внесении бакзакваски) до 4 часов (для чеддара и других твердых сыров), при этом обеспечивается свободное выделение и удаление сыворотки, а также газообразных продуктов брожения и окисления. За этот период основная часть лактозы сбраживается, а сырная масса обезвоживается до содержания влаги 38–40%. В результате повышения кислотности сырной массы и обеднения ее кальцием она становится мягкой, пластичной, с глянцевой поверхностью. Одновременно образуется и выделяется значительный объем газообразных продуктов брожения (в основном – диоксид углерода), которые образуют многочисленные глазки и пустоты в сырной массе.

В результате чеддаризации сырная масса все больше становится мягкой и пористой. Внутреннее и наружное давления расплющивают сырные зерна, ко-

торые, деформируясь, растекаются и превращаются в тонкие пластинки, разделенные газовыми включениями. Это приводит к образованию в сыре сложной слоистой структуры и более мягкой консистенции. К концу чеддаризации рН сырной массы должен быть 5,3–5,0, а кислотность выделяющейся сыворотки достигать для сулугуни 45–50°Т и 50–70°Т для чеддара и др. Блоки сырной массы к концу чеддаризации уменьшаются по высоте до 5–7 см.

После чеддаризации сырные блоки режут на куски длиной 3–4 см. При этом взамен выделяющегося диоксида углерода сырная масса насыщается воздухом и его микрофлорой. С этого момента во время прессования и посолки начинается смена в сыре микрофлоры. Лактококки большей частью погибают по причине образующегося дефицита лактозы, накопления молочной кислоты, интенсивного развития палочковидной микрофлоры, выделения некоторых антибиотиков (низина, диплококсина и др.), развития бактериофагов. Усиленно начинают развиваться *Lbm. casei*, *Lbm. helveticum*, *Lac. lactis*, пропионовокислые и некоторые другие микроорганизмы, в т.ч. и посторонние, попавшие из воздуха.

При посолке кусочки дробленой сырной массы быстро просаливаются снаружи и, за счет этого, приобретают некоторую липкость, что способствует хорошему уплотнению и слипанию их во время прессования.

При изготовлении сыров с чеддаризацией и термомеханической обработкой (сулугуни, слоистый и т.п.) сырная масса после чеддаризации также подвергается дроблению на кусочки 1,5–2,0 см в поперечнике или разрезке в стружку. Дробленую массу направляют для пластификации в горячую 60–80°С воду или раствор хлорида натрия с концентрацией соли 12–15%.

Движущими силами в этот период являются градиенты температуры, кислотности, уровень активности воды в сыре и сыворотки. В зависимости от условий осуществления процессов и операций движущие силы могут действовать в различных направлениях. Под действием температуры кусочки сырной массы снаружи быстро прогреваются и просаливаются (если плавление проводят в рассоле), приобретают пластичность. После отделения от рассола и в результате перемешивания масса приобретает характерную для данного вида сыра слоисто-волоконистую структуру и мягкую консистенцию.

На этой операции из сырной массы удаляется часть влаги в виде сливок 8–12% жирности. Термомеханически обработанную горячую массу формуют в виде головок (лепешек, брусков, жгутов или лапши), заплетают «в косичку». Из такой сырной массы можно лепить разнообразные сырные игрушки, забавные фигурки или использовать в качестве одного из компонентов белковой жевательной резинки. Изделия из такой сырной массы, если их подсушить, могут сохраняться годами.

Головки сыра, жгуты, сырные игрушки можно коптить холодным копчением, обрабатывать коптильными жидкостями, СО₂-экстрактами или оставлять для созревания, охладив и введя бактериальную закваску.

При выдержке или созревании в результате гидролиза белков сыр теряет слоисто-волоконистую структуру.

Таким образом, варьируя приемы и методы обработки молока и сырной массы можно в широких пределах целенаправленно изменять структуру, консистенцию, внешний вид, форму, а также вкус и аромат сыра.

1.9. Формование и прессование сыра

Формование сыра

Формование есть процесс объединения сырных зерен в куски определенных размеров и придания сырной массе заданной геометрической формы при одновременном отделении и удалении основной части межзерновой сыворотки. В процессе формования продолжается выделение сыворотки из сырного зерна, которая постепенно отводится через специально предусмотренные в сырной форме отверстия. В промышленности широко распространены три способа формования сырной массы: наливом сырного зерна с сывороткой в формы; насыпью предварительно отделенного от сыворотки сырного зерна и из пласта, образованного под слоем сыворотки и предварительно подпрессованного небольшими нагрузками.

Обычно для формования каждого вида сыра применяется определенный способ. Не исключена возможность формования одного и того же сыра несколькими способами. В связи с развитием техники и технологии производства сыра один способ формования может заменяться другим, более экономичным и менее трудоемким, обеспечивающим требуемое качество и видовые особенности готового продукта. Известна связь между степенью обработки сырного зерна и способом формования сыра – чем более крупное и менее обработанное зерно, тем более щадящие условия необходимы при его формовании.

Наименьшее воздействие на сырное зерно оказывается при наливном способе формования. Наливом формуют, как правило, мягкие, полутвердые и рассольные сыры. В последние годы этим способом формуют швейцарский сыр путем перелива в несколько форм сырного зерна с сывороткой (пульпы) из одной ванны или сыроизготовителя. Этот способ формования может осуществляться при условии задержания в формах сыворотки на время оседания и сплывания сырного зерна или при свободном вытекании сыворотки в продолжении операции формования.

В первом случае сырная масса получается более плотная, менее насыщенная воздухом. При формовании насыпью масса более пористая, что служит причиной образования в сыре пустотного рисунка. От начала до конца формования и прессования необходимо обеспечить сырной массе рыхлость для облегчения стекания сыворотки. При формовании наливным способом сырные зерна укладываются недостаточно плотно и между ними остаются довольно крупные, соизмеримые с размерами сырных зерен, межзерновые промежутки, которые, если не предусмотрено удержание сыворотки в формах, по ее вытеканию заполняются воздухом, проникающим вслед уходящей сыворотке. Удалить воздух, проникший в межзерновые промежутки, практически невозможно без применения вакуума. Даже при дальнейшем прессовании повышенными удельными прессующими нагрузками пузырьки воздуха, защемленные в сырной

массе и окруженные сывороткой, из сырной массы не выделяются. В результате этого заполненные воздухом пустоты служат причиной образования рыхлой пористой структуры и пустотного рисунка сырного теста, характеризующегося глазками угловатой, щелевидной формы. В то же время этот способ наиболее приемлем для формования нежного, мягкого, крупного зерна, обладающего недостаточной упругостью и плохо выдерживающего механическое воздействие.

В этом способе имеются большие, еще до конца не использованные резервы механизации и автоматизации процессов формования. Если созданы условия для удержания сыворотки в формах на период слеживания и самоуплотнения сырных зерен, то в дальнейшем сыворотка удерживается между зернами частично силами поверхностного натяжения, частично защемленной в межзерновых промежутках, препятствуя проникновению воздуха внутрь монолита. В этом случае можно получить весьма плотную однородную структуру и правильный рисунок сырного теста, характеризующийся глазками круглой и овальной формы. Этот способ используют при формировании швейцарского и некоторых других твердых сыров.

Формование наливом возможно проводить в одиночные, групповые, а также в большие формы, обеспечивающие получение крупноблочных сыров. Одним из существенных недостатков этого способа формования является трудность осуществления точного, объемного дозирования сырной массы в форму. Поэтому наиболее эффективно применение этого способа для формования в групповые и большие формы, где отпадает необходимость в строгой дозировке массы.

В последние годы наливной способ формования сыра начал вытесняться способом формования насыпью. Насыпной способ формования сыра широко применяется при выработке многих сыров, к рисунку и структуре теста которых не предъявляется особых требований (российский, пикантный, угличский, рокфор и др.). Этим способом формируют также твердые сыры с высоким уровнем молочнокислого брожения, плотной, однородной структурой без глазков и пустот (чеддар), которые затем подвергаются длительным и интенсивным прессующим нагрузкам. Формование насыпью осуществляется путем отделения сырного зерна от сыворотки и наполнения, с помощью дозатора или без него, прессовальных форм. При формировании этим способом отделенная от сыворотки сырная масса укладывается в формы в воздушной атмосфере. Воздухом окружены практически все сырные зерна, вместе с которым они насыпаются в форму. Дальнейшим прессованием не удастся удалить воздух, и сыры имеют несколько более рыхлую, пористую структуру с обильными пустотами неправильной угловатой формы. При этом способе формования практически невозможно (если не применять вакуума) получать сыры со сравнительно плотной структурой и правильным рисунком. Однако этот перспективный способ высокопроизводителен. Возможности его широко используются в промышленности при формировании многих мягких, полутвердых и твердых сыров. Для разделения зерна и сыворотки имеется много конструкций отделителей. Наиболее совершенными из них являются вибролотки, барабанные, гравитационные перфорированные склизы–отделители сыворотки, перфорированные транспортеры.

Способ формования сыра из пласта заключается в образовании под слоем

сыворотки или без нее сырного пласта, подпрессовки его в течение 10–20 минут небольшими (1 кг на 1 кг сырной массы) нагрузками, удаления сыворотки, разрезки пласта на куски требуемых размеров и геометрической формы и заполнение ими прессовальных форм.

Формование из пласта применяют преимущественно для твердых (мелких и крупных) сыров с плотной, однородной структурой сырного теста и правильным рисунком, характеризующимся сравнительно крупными, круглой и овальной формы глазками, с глянцевой внутренней поверхностью. Возможность получения правильного рисунка и плотной однородной консистенции является главным достоинством этого способа формования.

Формуют сыр из пласта в горизонтальных или вертикальных формовочных аппаратах. Горизонтальные аппараты для формования сырной массы, отделения сыворотки, разрезания пласта и выдачи кусков сыра сложны и малопроизводительны, занимают много производственной площади. При этом много операций выполняется вручную: разравнивание сырного зерна, подготовка его к подпрессовке и разрезке, заполнение форм сырной массой. Вертикальные формовочные аппараты более производительны и позволяют механизировать и автоматизировать основные технологические операции.

При образовании пласта сырные зерна в сыворотке опускаются на дно формовочной ванны или вертикальной формовочной колонны, причем имеется возможность более мелким зерном заполнять промежутки между основной массой зерен, и все вместе они образуют сравнительно однородный и плотный монолит.

Так как пласт находится чаще всего под слоем сыворотки и сжимается внешней нагрузкой еще до того момента, когда из него вытечет сыворотка, воздух не попадает внутрь массы. Крупные межзерновые промежутки превращаются в капилляры, заполненные сывороткой, удерживаемой молекулярным сцеплением и защемленной сырными зернами. В результате сыр, сформованный из пласта получается более плотным с мелкими, равномерно распределенными в массе и близкими по размеру межзерновыми промежутками.

Сырное зерно, предназначенное для формования в пласт, должно быть хорошо обработанным, достаточно клейким, с определенными упругопрочностными свойствами, позволяющими сырной массе выдерживать без разрушения значительные прессующие нагрузки. Обычно это твердые мелкие и крупные сыры голландского и швейцарского типа.

Независимо от способа формования необходимо проводить его возможно быстрее, препятствуя охлаждению и насыщению воздухом сырной массы. При формовании сыров, не имеющих второго нагревания, у которых выделение сыворотки из зерна продолжается и в процессе формования, необходимо в помещении, где формуются сыры, поддерживать определенный температурный режим. При остывании сырного зерна замедляется молочнокислое брожение. При этом замедляется и даже прекращается выделение сыворотки, вследствие чего в зерне и межзерновых промежутках может оставаться много влаги, зерно становится грубым, твердым, менее пластичным, а следовательно, не может своей массой заполнить даже крупные пустоты.

В процессе формования сыров особое внимание следует уделять равно-

мерности по массе получаемых головок сыра. Обработку сыров разного объема трудно механизировать, одинаково просолить, будут иметь место совершенно разные потери влаги, а, следовательно, по-разному пройдет молочнокислый процесс. Это вызовет различия в качестве сыров и неоднородность их партии. Кроме того, замечено, что более крупные сыры чаще подвергаются излишнему брожению, чем мелкие.

Самопрессование сыра

Удаление заданного количества влаги в процессе обработки, формования и прессования сырной массы является одним из основных элементов процесса производства сыра. Ему служат практически все технологические операции сыроделия, в том числе самопрессование и прессование сыра. Особенно большая роль в удалении свободной сыворотки из сформованного сыра принадлежит процессу самопрессования, когда сыворотка удаляется самопроизвольно под действием гравитационных сил через еще рыхлую сырную массу. При использовании обычных форм сырную массу завертывают в дренажные салфетки из ткани (бязи, серпянки), помещают в форму и накрывают крышками. Сыры в формах выдерживают 30–60 минут, иногда переворачивают формы с сырной массой, после чего их ставят под пресс.

При бессалфеточном прессовании сыра в перфорированных формах сырную массу не завертывают в салфетки, а просто укладывают в формы. Роль дренажного материала выполняет перфорированная из нержавеющей стали или пластмассы вставка или мелкопористые стенки и дно самой формы. При использовании наиболее распространенных в настоящее время в промышленности перфорированных форм влияние правильно проведенного процесса самопрессования сыра значительно больше, чем это имеет место в обычных формах с салфетками. Отличием дренажного материала перфорированных форм является значительно меньшая, чем у салфеток из ткани, площадь эффективного дренажа и практически полное отсутствие капиллярно-всасывающего эффекта. Скорость обезвоживания сырной массы, а, следовательно, продолжительность самопрессования сырной массы и качество готового сыра зависят в значительной мере от параметров дренажного материала перфорированных форм и, в частности суммарной площади эффективного дренажа. Применяемая в конструкции перфорированных форм нержавеющая перфорированная сталь с отверстиями диаметром 1,4–1,5 мм и шагом между ними 2,5х2,5 мм имеет площадь эффективного дренажа 22–25%.

Достаточно высокая площадь эффективного дренажа облегчает удаление сыворотки из сырной массы и последняя лучше уплотняется. Формы с такими параметрами дренажной поверхности используются при производстве мягких и рассольных сыров (рокфор, ставропольский). При таких размерах отверстий применять прессование под нагрузкой затруднительно, т. к. сырная масса может сразу же запрессовываться в отверстия и тем самым затруднить и даже прекратить удаление сыворотки, которая запрессуется в сыре и ухудшит его качество. Поэтому перфорированные формы с диаметром отверстий более 1 мм применяются преимущественно для самопрессования мягких и рассольных сы-

ров. У этих сыров самопрессование и прессование представляют единый процесс, весьма длительный, иногда до 10–12 часов.

Применяя перфорированную сталь с диаметром отверстий 0,75 мм и шагом между ними 1,3х1,5 мм, имеем площадь эффективного дренажа ~30%. Достаточно высокая площадь эффективного дренажа обеспечивает быстрое обезвоживание сырной массы, а, следовательно, при прочих равных условиях более короткую продолжительность самопрессования и прессования сыра. Такие параметры дренажного материала перфорированных форм широко применяется в странах развитого сыроделия, в том числе и в нашей стране при производстве твердых прессуемых сыров. Продолжительность самопрессования при использовании форм с такими параметрами дренажных отверстий составляет около 30 минут. В некоторых случаях продолжительность самопрессования сыра уменьшают вдвое, однако процесс прессования сыра проводят сначала применяя более низкие прессующие нагрузки (10–15 кПа).

В отечественной промышленности для перфорированных форм используется перфорированная сталь «Углич» с щелевидными отверстиями со следующими параметрами: длина отверстий 2,2– 2,5 мм, ширина 0,5–0,7 мм, площадь эффективного дренажа 20– 25%. Испытания форм с такими параметрами перфорации для прессования твердых сыров голландской группы показали наилучшие результаты. При этом продолжительность самопрессования сыров достаточно в течение 30 минут. У сыров, прессуемых в перфорированных формах, условия выделения и отвода сыворотки из сырной массы в процессе самопрессования и прессования несколько иные, чем у сыров, прессуемых в салфетках из ткани. Более позднее замыкание поверхностного слоя сыра в процессе прессования позволяет более длительное время удаляться сыворотке через незамкнутое пространство пористой поверхности. Поэтому влажность сыров, отпрессованных в перфорированных формах, на 1,5–2,0% ниже, чем у сыров, параллельно прессуемых в салфетках.

Продолжительность самопрессования сыров должна быть оптимальной, обеспечивая возможность полного удаления из сырной массы межзерновой сыворотки. Критерием оценки законченности самопрессования является замедление, до почти полного прекращения выделения сыворотки и достижение определенного рН сырной массы.

Сокращение процесса самопрессования приводит к недостаточному удалению сыворотки и запрессовке ее в сыре, что почти всегда ухудшает его качество.

Удлинение самопрессования сверх необходимого приводит к излишнему нарастанию кислотности сырной массы, переохлаждению сыра, затягиванию технологического процесса, нерациональному использованию рабочего времени, оборудования и инвентаря. Продолжительность самопрессования сыра в перфорированных формах для разных сыров разная и колеблется от 30 минут до 3–х часов. Она зависит от ряда факторов, главными из которых являются: размеры и степень обсушки сырного зерна, способ отделения сыворотки и формирования сырной массы, размеры брусков (головок) сыра, требования к качеству замыкания поверхности сыров, конструкции форм и параметры их дренажной поверхности. Так, для одного и того же сыра более крупное сырное

зерно и высокое содержание в нем влаги при прочих равных условиях требует увеличение продолжительности самопрессования, т. к. из более крупного зерна сыворотка выделяется медленнее и количество ее больше.

С увеличением кислотности сырной массы продолжительность самопрессования должна быть уменьшена, т. к. процесс выделения влаги из сырных зерен более интенсивный, да и технологический процесс во избежание переокисления сыра необходимо ускорить. Высокое содержание жира и сырной пыли препятствует быстрому удалению сыворотки в процессе самопрессования и последующего прессования, поэтому более жирные сыры требуют большей продолжительности самопрессования.

Способ формования является одним из важных факторов, от которого зависит продолжительность самопрессования сыра. При формировании сыров наливным способом, когда в прессовальные формы подается сырное зерно с сывороткой, необходимо длительное время для ее удаления из форм. Формование наливом применяют при производстве мягких и рассольных сыров с более высоким содержанием влаги. Но даже при их производстве наливной способ требует продолжительного самопрессования по сравнению с формированием насыпью и из пласта. Проведенные нами сравнительные испытания разных способов формования рассольных сыров показали, что при формировании сыра наливом продолжительность самопрессования должна быть вдвое больше, чем при формировании из пласта и в полтора раза больше, чем при формировании насыпью, прежде чем на эти сыры можно было приложить прессующие нагрузки. В противном случае наблюдалась запрессовка сырной массы в перфорации и сыворотки в сыре. При формировании насыпью предварительно отделенного от сыворотки сырного зерна продолжительность самопрессования может быть меньше, чем при наливном способе, т. к. основная часть межзерновой сыворотки удаляется механически с помощью вибратора или барабанного отделителя. Оставшаяся небольшая часть свободной и выделяющейся из сырных зерен сыворотки достаточно быстро удаляется через перфорации дренажных вставок.

Формование сыров из предварительно подпрессованного сырного пласта требует еще меньшей продолжительности самопрессования, т. к. при этом значительное количество сыворотки выделено в процессе образования и подпрессовки пласта в формовочном аппарате. Последующее разрезание сырного пласта на бруски сыра обеспечивает дополнительные возможности для удаления сыворотки. Эти возможности тем больше, чем мельче головки сыра, т. к. в этом случае проводится большее количество резов и путь удаления сыворотки короче. Следовательно, у более мелких сыров продолжительность самопрессования меньше и наоборот.

В последние годы разработан способ формования сыров в вертикальных формовочных колоннах (трубах). В некоторых конструкциях этих вертикальных формовочных аппаратов совмещено предварительное отделение сыворотки от сырного зерна (насыпной способ) с образованием пласта, его предварительной подпрессовкой и последующей разрезкой столба сырной массы на порции требуемых размеров (формование сыра из пласта). Такое формование позволяет более интенсивно отделить сыворотку от сырной массы и, в свою очередь, сократить продолжительность прессования.

Немаловажное значение для возможно более полного удаления сыворотки имеют традиционные требования к качеству замыкания поверхностного слоя сыра. Необходимость хорошо замкнутой поверхности у твердых и некоторых других видов сыров и ее образование требуют более продолжительного самопрессования. Замкнутая поверхность является существенным препятствием для прохода выделяющейся сыворотки в процессе самопрессования и прессования. При разработке режимов прессования сыров вопросу их самопрессования в формах уделяется большое внимание, как одному из главных факторов, обеспечивающих удаление значительных количеств сыворотки, что, естественно, отражается на качестве готового продукта.

В промышленности часто стараются сократить продолжительность или даже полностью исключить самопрессование сырной массы в формах с целью ускорения процесса изготовления сыра. При этом в сыре остается излишнее количество сыворотки, которое дальнейшим прессованием не всегда удастся удалить. Запрессовка сыворотки в сырную массу приводит к излишнему развитию молочнокислого процесса, высокой кислотности сырной массы, ухудшению вкусовых показателей, структуры и консистенции сыра.

Таким образом, самопрессование сыра в формах является весьма важной технологической операцией, обеспечивающей достаточную полноту удаления сыворотки в период, когда еще не произошло уплотнение сырной массы и замыкание поверхностного слоя сыра. От правильности проведения этой операции зависит качество готового продукта.

Прессование сыров

Прессование – процесс воздействия на расположенную в замкнутом объеме (прессовальной форме) сырную массу внешними статическими или динамическими нагрузками.

Целью прессования является уплотнение массы, отжим гидравлически свободной сыворотки, придание и закрепление определенной геометрической формы сыру, а также замыкание его поверхностного слоя. В сыроделии процесс прессования является логическим продолжением и завершением процесса формирования сыра. Разделить их практически невозможно, т. к. выполнение операций проводится одна после другой и конец одной является началом другой.

Прессованию подвергают обычно сравнительно крупные сыры, формуемые из достаточно обсушенного, упругого и прочного сырного зерна, способного выдержать без разрушения значительные внешние прессующие нагрузки. Обычно это твердые и частично полутвердые сыры. Процесс прессования проводится во времени – факторе, играющем большую роль в производительности труда и качестве готового продукта.

В настоящее время известно много разнообразных способов прессования сырной массы, отличающихся теми или иными особенностями. Основными из них являются: бессалфеточное прессование, прессование с применением вакуума и вибрации, крупноблочное прессование, центробежное прессование и др. Эти способы прессования реализованы в промышленности и, в большинстве своем, обеспечивают положительный эффект.

Прессование сыра сопровождается выделением сыворотки с одновременным уплотнением сырной массы и замыканием поверхности.

Скорость прессования характеризуется интенсивностью выделения сыворотки и соответствующей ей скоростью уплотнения сырной массы.

Прессование – важнейший технологический процесс производства сыра, обеспечивающий получение продукта с заданными свойствами и товарным видом. Практика прессования сыра достаточно проста. В то же время это весьма сложный физико–химический и механический процесс, который одновременно объединяет в себе склеивание сырных зерен в компактную, сравнительно однородную массу определенной формы и размеров, максимально допустимое уплотнение под действием внешней статической нагрузки и удаление излишков сыворотки. При этом поверхностный слой сыра переуплотняется, обезвоживается и превращается в натуральную защитную корку продукта, обладающую более высокой прочностью, однородностью и меньшей проницаемостью.

В технологическом процессе производства твердого сыра прессование является важнейшей операцией, без которой невозможно получить продукт товарного вида и высокого качества. Теоретические предпосылки процесса прессования до сих пор четко не сформулированы, однако имеется довольно много соображений, объясняющих ту или иную сторону этого процесса. С физической точки зрения процесс прессования сыра можно представить как затухающую фильтрацию жидкости в деформируемой пористой среде.

Ориентировочные параметры процесса прессования, в зависимости от вида и размеров сыра, приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9 – Параметры процесса прессования

Сыр	При расчетах давления			Площадь полотна сыра, см ²	Давление на сыр, Н	Усилие, оказываемое на один сыр при макс. пресс. нагрузке		Давление, оказываемое на сыр при прессуемой нагрузке, кПа	Давление в пневмоцилиндре пресса (показания манометра, атм)	Продолжительность прессования, ч
	средняя масса сыра, кг	макс. прессуемая нагрузка на 1 кг								
		кгс	Н							
Советский	14,0	40	392,4	931,0	0,0931	560	5493,6	60	5,0	4–6
Кубанский	9,0	30	294,3	214,0	0,0214	270	2648,7	126	2,5	4–6
Голландский										
круглый	2,5	40	392,4	154,0	0,0154	100	981,0	65	1,0	1,5–2
брусковый	5,5	40	392,4	420,0	0,0420	220	2158,2	52	2,0	1,5–2
Костромской										
большой	10,5	40	392,4	908,0	0,0908	420	4120,0	46	4,0	1,5–2
малый	5,5	40	392,4	572,0	0,0572	220	2158,2	38	2,0	1,5–2
Пошехонский	5,5	40	392,4	572,0	0,0572	220	2158,2	38	2,0	1,5–2
Ярославский унифициров.										
крупный	9,0	30	294,3	214,0	0,0214	270	2648,7	126	2,5 .	2–3

малый	5,0	40	392,4	1330	0,0133	200	1962,0	150	2,0	1,5–2
Ярославский	2,5	40	392,4	64,0	0,0064	100	981,0	156	1,0	1,5–2
Степной	5,5	40	392,4	552,0	0,0552	220	2158,2	40	2,0	1,5–2
Эстонский	2,5	40	392,4	64,0	0,0064	100	981,0	156	1,0	1–1,5
Угличский	2,5	30	294,3	294,0	0,0294	75	735,7	25	1,0	1,5–2
Российский мал.	8,0	40	392,4	572,0	0,0572	320	3139,2	55	2,5	5–8
Чеддар большой (блок)	19,0	40	392,4	1008,0	0,1008	760	7455,6	75	7,0	12–16

Замыкание поверхности и образование коркового слоя на твердых сырах

На поверхности твердых сычужных сыров корка – это переуплотненный, прочный, сухой наружный слой, целенаправленно формируемый технологическими приемами и методами. В основе их образование хорошо замкнутой поверхности сыра при самопрессовании и прессовании в контакте с дренажными материалами. Корка является внешним защитным слоем, предохраняющим сыры от механического повреждения, проникновения внутрь влаги, воздуха, плесени, слизи, акара (сырного клеща) и других нежелательных явлений, в том числе микроорганизмов и насекомых.

Более точно начало формирования коркового слоя на сырах следует отнести к моменту образования оболочек на сырном зерне после разрезки сгустка и постановки зерна. Известно, что образование тонких, упругих, полупроницаемых оболочек на сырных зернах является обязательным условием интенсивного обезвоживания сырной массы.

При формовании, дальнейшем самопрессовании и прессовании сырные зерна, контактирующие с дренажной поверхностью толщиной 1÷3 мм, быстро обезвоживаются в результате дренажа и удаления сыворотки.

Таким образом, поверхностный слой получается менее влажным по сравнению с остальной массой сыра. Под действием прессующей нагрузки сырные зерна поверхностного слоя сыра постепенно расплющиваются, площадь их оболочек увеличивается и они еще более обезвоживаются. В результате содержимое зерен поверхностного слоя сыра все больше концентрируется, приближаясь по составу к оболочкам сырных зерен. Существенное влияние при этом оказывают вид и параметры дренажного материала, с поверхностью которого контактирует сыр. Лучшей является традиционная салфетка из тканей, сотканная из толстых многоволоконных натуральных нитей (серпянка, бязь, миткаль и др.). Такой материал обладает сильно развитой дренажной поверхностью, хорошей смачиваемостью и высоким капиллярно-всасывающим эффектом по отношению к сыворотке.

При использовании полимерных сеток и перфорированных дренажных материалов (перфорированная нержавеющая сталь, металлокерамика, пористые полимерные мембраны) существенное влияние на формирование коркового слоя оказывают параметры их дренажных пор и отверстий (размеры, форма,

частота), эффективная площадь дренажа, наличие и параметры пуклевки, материал, из которого изготовлен дренаж.

Образующийся переуплотненный, замкнутый поверхностный слой во время прессования имеет достаточно высокую проницаемость для эвакуации сыворотки из межзернового пространства. Поры между зернами постепенно закрываются за счет все более сильного расплющивания поверхностного, следующего второго и даже, частично, третьего слоя сырных зерен (рис. 1.16).

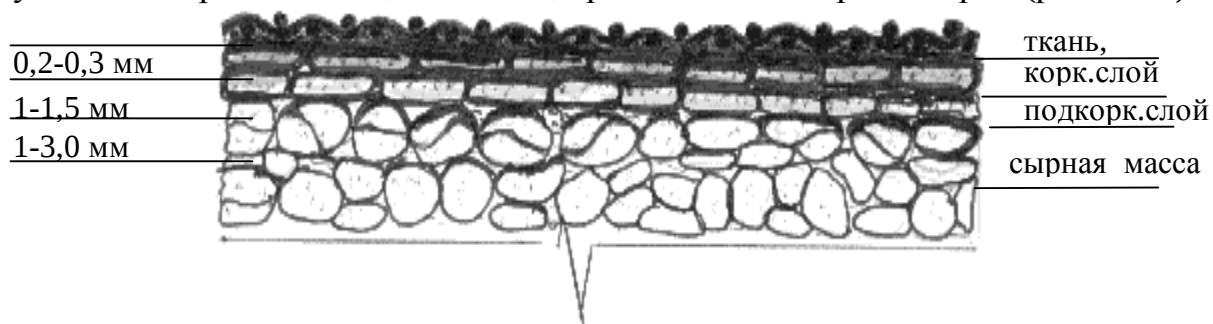


Рис. 1.16. Схема формирования коркового слоя на поверхности твердых сыров

Сырная пыль и жировые шарики, выносимые изнутри сыра сывороткой, своей массой также постепенно закрывают поры в межзерновых промежутках. Выделяющаяся из сыра к концу прессования сыворотка всегда более прозрачна, чем в начале и даже середине прессования.

Происходит уменьшение пористости — так называемое «замыкание поверхности» сыра. К этому моменту основная масса межзерновой, гидравлически свободной сыворотки уже иссякает. Коагуляционно выделяющаяся сыворотка выжимается через межзерновые поры и капилляры. Но такой совсем мало. К концу прессования и в начале процесса посолки сыворотка медленно выделяется из сыра в режиме ползущего течения ($Re \ll 1$). Часть ее защемляется в межзерновых промежутках. В этой части сыворотка обогащается развивающимися лактококками, растворимым белком, закисляется, охлаждается, в результате чего вязкость ее повышается.

Существенное влияние оказывает облитерация стенок межзерновых пор, препятствующая удалению этой части сыворотки, которая включается в процесс гидролиза белков и как бы «впитывается» в сырное зерно. Через несколько часов после прессования в межзерновых промежутках нормально отпрессованных твердых сычужных сыров уже не обнаруживается свободной сыворотки, заметны уменьшившиеся размеры межзерновых промежутков или они полностью закрыты.

Замкнутость поверхностного слоя улучшается с увеличением количества перепрессовок сыра и повышения, в некоторых пределах, прессующих нагрузок. При перепрессовках (это наглядно проявляется при использовании перфорированных форм) происходит смещение мест контакта поверхности сыра с перфорациями, что обеспечивает более полное, равномерное обезвоживание и уплотнение коркового слоя, а, следовательно, и качество его замыкания.

Корковый слой свежотпрессованного сыра может стать пористым, если некоторое время сыр будет находиться на гладкой, без дренажного материала, поверхности стола. Сыр «подпарился». Потеря замкнутости нередко наблюда-

ется во время посолки в рассоле. Это особенно часто наблюдается в крупных сырах, формуемых насыпью (например, российский). При таком формировании в сыр захватывается воздух и аэробная микрофлора цеха. Процесс созревания сыра в данном случае проходит, в том числе и при участии этой микрофлоры. В присутствии кислорода воздуха в сыре проходят, наряду с брожением, окислительные процессы, усиленно идет газообразование. Сыр слегка вспучивается, растягивая корковый слой, увеличивая его пористость.

Немаловажное значение имеет быстрое охлаждение с одновременным просаливанием поверхности сыра, в результате чего последняя огрубляется и под действием внутреннего напряжения теряет замкнутость (появляются трещины). Это хорошо видно при рассмотрении российского сыра под 10–ти кратной лупой после односуточной посолки. Для предупреждения потери замкнутости поверхности следует сместить во времени охлаждение и посолку сыра. Отпрессованный сыр необходимо сначала охладить в холодной ($6\div 10^{\circ}\text{C}$) воде, выдержав его $4\div 6$ часов. Корковый слой не просаливается и остается эластичным. Сыр охлаждается, микробиологические и газообразующие процессы в нем замедляются. А затем сыр переместить в рассол с температурой $10\div 12^{\circ}\text{C}$, где сыр продолжает постепенно охлаждаться. Просаливание поверхностного слоя не приводит к его сильному и быстрому огрублению, газообразование замедляется и уже не оказывает значительного растягивающего воздействия на корковый слой сыра.

Прочная корка на твердых сычужных сырах в дальнейшем целенаправленно формируется во время его созревания, путем неоднократной тепловой обработки. Вымытый сыр помещают в кипящую воду на $2\div 3$ с, затем обсушивают.

При тепловой обработке из поверхностного слоя вытапливается жир, молочная кислота, растворимые белки, поверхность сыра слегка оплавляется, становится пластичной, закрываются поры и микротрещины. Сыры снаружи становятся гладкими, а их корковый слой упругим, гибким, прочным и хорошо замкнутым.

Дополнительно к тепловой обработке поверхность сыра можно кальцинировать. В этом случае поверхность сыра становится более твердой и прочной, похожей на яичную скорлупу. Последующее покрытие бесцветными или окрашенными адгезионными препаратами (белковыми, полимерно–парафиновыми сплавами, лаками и т.п.) создает привлекательный вид и лучшую хранимособность.

Распространение бескорковых сыров, упакованных под вакуумом в термоусадочную пленку (например, ВКР – 1 или ВКР – 2), не требует высококачественного замыкания поверхности. Однако, учитывая не всегда качественную герметичность пакетов из термоусадочных пленок, качественно проведенное замыкание поверхности твердых сычужных сыров позволяет избежать порчи сыра. Кроме того, корковые сыры можно хранить более длительное время без потери качества и товарного вида.

Движение сыворотки в межзерновых капиллярах прес-суемого сыра

Прессование сыра, в конечном счете, с гидродинамической точки зрения сводится к возможно более быстрому выделению и удалению сыворотки с целью получения сыров заданной влажности. Выделяющаяся из сырных зерен сыворотка попадает в межзерновые промежутки и капилляры, откуда под воздействием градиента давления выдавливается наружу. Одновременно под действием давления сырныя зерна деформируются и смещаются, постепенно заполняя своей массой межзерновые пустоты. На нестационарные явления уплотнения сырных зерен в межзерновой капиллярной системе накладывается много разнообразно влияющих факторов.

При протекании сыворотки, обладающей определенной вязкостью ($1,6 \div 2,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с) и несущей в себе некоторое количество частиц сырной пыли и жира, имеют место сорбционные явления, обусловленные влиянием межмолекулярных сил. На стенках капилляров образуется фиксированный слой твердых компонентов сыворотки, обладающий определенными прочностными свойствами. Предельное напряжение сдвига этого слоя зависит от многих факторов и в первую очередь от вязкости, температуры, содержания сухих веществ, в т.ч. белка, жира, лактозы, солей, а также от поперечного сечения и геометрической формы капилляров. При снижении скорости движения сыворотки происходит «заращивание» (облитерация) просвета капилляров. Облитерация проявляется тем сильнее, чем сложнее по молекулярному составу жидкость и чем ближе ее сходство с материалом стенок капилляров. Сыворотка является сложной по молекулярному составу и близкой к сырным зернам, из которых состоят стенки капилляров, своими белковыми, липидными, солевыми и другими компонентами. С увеличением содержания белка, жира, лактозы, солей кальция, сыворотка более плотно и более толстым слоем налипает на стенки. Поэтому сыворотка, например жирных сыров, хуже выпрессовывается из сыра, чем из обезжиренных. Облитерация капилляров увеличивается при повышении градиента давления. Это объясняется тем, что к силам молекулярного сцепления прибавляются силы давления, возникающие в жидкости. Под действием давления также уменьшается сечение межзерновых промежутков и капилляров, а отсюда и возможность запрессовки сыворотки внутри сыра. Оно наблюдается тогда, когда сырную массу, имеющую много влаги, прессуют повышенными нагрузками. Капилляры в сыре, а особенно в поверхностном слое, резко уменьшаются (порядка нескольких микрон). Эти размеры соизмеримы с толщиной облитерационного слоя на их стенках, поэтому движение сыворотки в капиллярах резко замедляется и даже может прекратиться совсем. Такое явление наблюдается, когда, несмотря на значительную влажность сырной массы и увеличенные прессующие нагрузки, выделение сыворотки из сыра замедляется или вовсе прекращается (так называемая запрессовка сыворотки в сыре). Снижение температуры сыров и особенно их поверхности усиливает облитерацию, следовательно, и сопротивление движению сыворотки в капиллярах. Известное на практике «застывание сыра», когда прекращается выделение сыворотки, в результате охлаждения прессуемой массы во многом объясняется облитерационными эффектами.

Изучение движения сыворотки в тонких межзерновых капиллярах на модельной воде и натуральном сырном зерне сыров разных видов показало, что критерий Рейнольдса (Re) и скорость движения сыворотки в нестационарно уплотняющемся, упруго–пластичном слое сырного зерна постепенно уменьшается. К концу прессования критерий Re резко уменьшается, приближаясь к единице. При таких значениях Re имеет место уже так называемое «ползущее» течение. Поэтому фильтрацию сыворотки в межзерновых капиллярах к концу прессования сыра следует рассматривать как ползущее течение, осложненное облитерационными явлениями. Следует учитывать, что большую отрицательную роль здесь играет и сырная пыль, своей массой забивающая межзерновые капилляры и тем ухудшающая отток сыворотки.

1.10. Посолка сыра

Посолка является одним из основных этапов получения натурального сыра. Поваренная соль формирует характерный вкус и консистенцию сыра, обеспечивает дополнительное выделение сыворотки, воздействует на активность микроорганизмов и ферментов, увеличивает гидратацию белков.

Содержание соли в разных сырах колеблется в довольно больших пределах (от 0,8 до 6%). Каждый вид сыра должен иметь заданное содержание соли, отклонение от которого в ту или иную сторону ухудшает его качество. Пороки, вызванные нарушениями в технологии посолки, часто не поддаются исправлению.

Посолку сыра осуществляют разными способами: частичной посолкой в зерне сухой солью; соляной гущей; в концентрированном растворе; в зерне; инъекционированием рассола; орошением; посолка, совмещенная с прессованием, и другие. При частичной посолке сыра в зерне соль более равномерно распространяется по всей сырной массе уже в процессе прессования. Обычно вносят из расчета 2–3 кг соли на каждую тонну молока. Рассол готовят в горячей (80–85°C) воде, после чего фильтруют и оставляют для охлаждения. При посолке сыра в зерне в сырной массе увеличивается количество связанной воды, в результате перехода части свободной воды в связанное с белком состояние. Под действием слабой концентрации соли наблюдается размягчение поверхностного слоя сырных зерен, они теснее слипаются друг с другом и сыр получается более пластичной консистенции. Особенно широко это практикуется в технологии российского сыра. Последующее досаливание сыра проводят обычно в рассоле с 18–20% концентрации соли.

Наиболее распространена посолка отпрессованного сыра в концентрированном и охлажденном рассоле. Сыры, уложенные в посолочные контейнеры, опускают в бассейн с рассолом, где их выдерживают определенное время. При динамических режимах посолки сыры погружают в циркулирующий рассол или орошаются им. При этом могут двигаться и сыры, увлекаемые потоком рассола. Динамический режим ускоряет посолку сыра.

Рассол диффундирует внутрь сыра за счет разности концентрации соли в рассоле и в водной фазе сыра. Одновременно идет противоположно направленный процесс осмотического переноса сыворотки из сыра в рассол. Скорость

этих процессов зависит от влажности и температуры, замкнутости поверхности, структуры, формы и размеров сыров, концентрации, кислотности, температуры рассола, коэффициента диффузии соли в сыр и других факторов.

Коэффициент диффузии для мелких твердых сыров голландской группы составляет 0,20–0,25 см²/сутки, для мягких 0,4–0,20 см²/сутки. Коэффициент диффузии зависит от интенсивности перемещения рассола и его температуры.

Зависимость продолжительности посолки сыров от их влажности выражается для разных сыров по-разному. Увеличение влажности сыра на 1% сокращает продолжительность посолки мелких твердых сыров на 4–5 часов. С увеличением концентрации и температуры рассола посолка сыров ускоряется. Однако при температуре выше 12–13°C возможна активизация развития микроорганизмов и вспучивание сыров. Высокая концентрация рассола существенно увеличивает потери сыра в рассол, хотя и ускоряет просаливаемость его.

Низкая концентрация рассола может привести к растворению белков и ослизнению поверхности сыров, замедлению процесса посолки.

Более предпочтительна посолка мелких твердых сыров в рассоле концентрацией 18–19% при температуре 8–11°C. Иногда, в практике сыроделия, используются более низкие концентрации рассола, что уменьшает потери массы сыра за счет уменьшения потери влаги в рассол. Однако здесь возможно нежелательное развитие микрофлоры в сырах, ослизнение их поверхности. Особенно опасно это при невысоком качестве молока.

Высокая кислотность рассола замедляет процесс посолки сыра и не следует допускать повышение его титруемой кислотности выше 35–40°Т. Активная кислотность рассола должна быть равна или немного ниже, чем эта же величина у сыров перед посолкой. Для мелких твердых сыров показатель рН рассола должен быть 5,1–5,6; для мягких – 4,6–5,0.

Продолжительность посолки зависит от площади поверхности сыра, вернее от отношения этой поверхности к массе головки. Чем больше эта величина, тем большей площадью контактирует сыр с рассолом, тем больше и быстрее он просаливается. С увеличением качества замыкания поверхности сыров просаливаемость их замедляется и наоборот. Так, твердые сыры с хорошо замкнутой поверхностью, особенно отпрессованные в салфетках из серпянки или бязи, просаливаются медленнее, чем отпрессованные в перфорированных формах или, например, мягкие сыры с незамкнутой поверхностью и рыхлой сырной массой.

В твердые прессуемые сыры с хорошо замкнутой поверхностью за время посолки соль проникает на глубину до 25–30 мм, а затем в процессе созревания равномерно распределяется по всей массе сыра. В мелких твердых сырах на это уходит около 1,5 месяца. Просаливаемость сыров с замкнутой коркой, но с рыхлой структурой сырного теста (мягких, кисломолочных), значительно быстрее. При погружении в холодный рассол теплого свежотпрессованного сыра его поверхностный слой быстро обезвоживается и одновременно насыщается солью. Это приводит к изменению коллоидных состояний белка и его структурно-механических свойств. Поверхностный слой сыра становится грубым, твердым, теряет эластичность и, сжимаясь, натягивается. Это приводит к тому, что поверхность сыра, особенно отпрессованного в перфорированных формах,

легко повреждается даже при незначительной его деформации. Поэтому сыры в процессе посолки и в первые дни созревания, пока не произойдет релаксация напряжений, требуют особо бережного обращения.

При посолке формируются вкусовые показатели и видовые особенности сыров и поэтому, как пересол, так и недосол существенно снижает их качество.

Распределение соли в сыре и потери влаги

В начале посолки рассол проникает в наружный слой сыра вследствие градиента концентрации соли в рассоле и в водной фазе сыра. Затем соль постепенно диффундирует в глубинные слои сыра под действием разности концентрации соли в наружном и внутреннем слоях. Разность концентраций соли является движущей силой процесса просаливания.

Полное равновесие концентрации соли во всех слоях практически недостижимо из-за выбывания соли с поверхности сыра, испарения влаги, воздействия поверхностной микрофлоры и прочих факторов.

В зрелых твердых сырах содержание соли в поверхностном слое может быть в два раза ниже, чем в середине.

При посолке сыры теряют до 11% массы за счет выделения в рассол сыворотки. Между просаливанием сыра и снижением в нем содержания влаги прослеживается устойчивая зависимость (табл. 1.10).

Таблица 1.10– Влияние концентрации рассола на изменение массы сыра

Показатель	Концентрация рассола, %				
	14	16	18	20	24
Изменение массы, %	+ 0,46	– 0,5	–1,18	– 2,56	– 4,50
Продолжительность посолки, сут	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Состояние поверхности головки сыра в рассоле кислотностью до 5°T	Сильное ослизнение	Ослизнение	Слабое ослизнение	Нормальное	Нормальное
5 – 10°T	Ослизнение	Нормальное	Нормальное	Нормальное	Нормальное

Уходящая из сыра сыворотка уносит с собой часть растворимых белков, молочную кислоту, минеральные вещества. Состав этой сыворотки близок составу сыворотки, выделяющейся в конце прессования сыра.

Расчет соляных бассейнов и приготовление рассола

Посолку большинства сыров проводят частично в зерне, а частично в концентрированном рассоле. Для этого в соляном отделении предусматривается устройство железобетонных или кирпичных соляных бассейнов требуемой вместимости, исходя из предельной выработки сыра в смену или сутки и максимальной загрузке одного посолочного контейнера. Площадь соляных бассейнов рассчитывают по формуле:

$$S = S_1 \cdot N / K, \quad (1.15)$$

где S – площадь соляных бассейнов, м^2 ;

S_1 – площадь, занимаемая одним посолочным контейнером, м^2 ;

N – количество контейнеров, помещаемых вертикально в бассейн для посолки сыра, шт (2 шт);

K – коэффициент использования площади соляного бассейна ($K = 0,8$).

Общую длину бассейнов рассчитывают по формуле:

$$L = S_1 / B, \quad (1.16)$$

где L – длина соляных бассейнов, м;

B – ширина бассейна, м.

Ширина соляного бассейна определяется по формуле:

$$B = l + 0,1, \quad (1.17)$$

где l – длина посолочного контейнера, м

Растворение соли в воде – это типичный диффузионный процесс, который состоит из стадий: перенос молекул соли в воду, окружающую соль; перенос молекул рассола в объем воды.

Последняя стадия, как правило, лимитирует скорость растворения. Причиной тому – насыщенный рассол на границе контакта воды с поверхностью кристаллов соли.

Движущей силой растворения соли является разность концентраций растворенного вещества в пограничном слое и во всем объеме рассола.

Фазовое состояние поваренной соли при посолке сыра можно представить в следующем виде, рис.1.17.

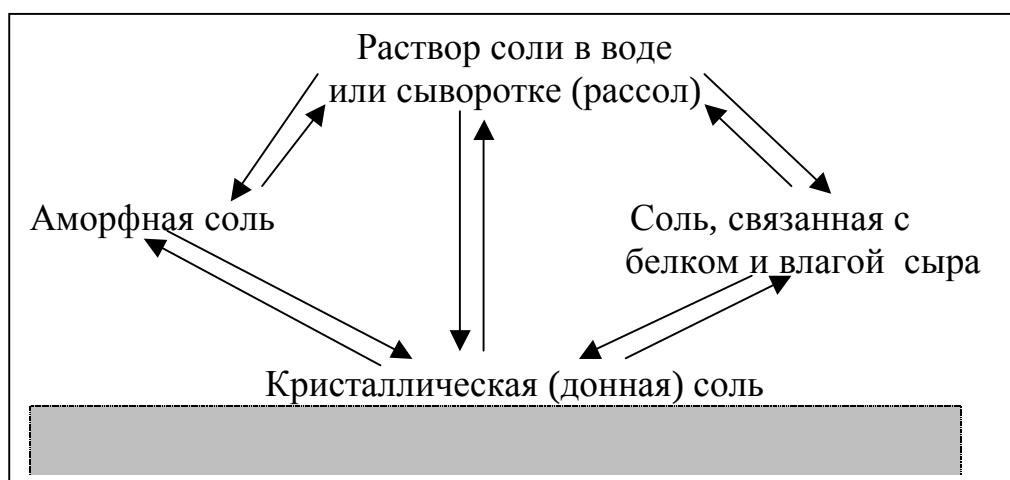


Рис. 1.17. Схема фазового состояния соли в рассоле при посолке сыра.

Процесс приготовления рассола проходит тем быстрее, чем большую поверхность контакта с водой имеет соль. Большое значение имеет режим движения жидкости вокруг кристаллов, т. к. с увеличением турбулентности (критерия Рейнольдса) увеличивается значение коэффициента массоотдачи.

Повышение температуры воды, используемой для приготовления рассола, ускоряет растворение соли, а, следовательно, и приготовление рассола. Кроме того, если температура превышает 60°C , происходит пастеризация рассола, что всегда желательно.

Иногда рассол готовят не на воде, а на обезжиренной пастеризованной

подсырной сыворотке. При посолке в сывороточном рассоле качество сыров часто бывает выше, т. к. из сыра меньше вымывается растворимых веществ. Вкус сыра становится более выраженным, резким, меньше и потери влаги.

Однако рассол, приготовленный на сыворотке, более подвержен порче, что требует более частой его регенерации и даже замены.

При посолке рассол постепенно разбавляется выделяющейся из сыра влагой. Кроме того, уменьшается концентрация соли и повышается его кислотность. Активная кислотность (рН) рассола быстро достигает значения рН сыворотки и стабилизируется на этом уровне. Титруемая кислотность все время увеличивается, так же как и микробное обсеменение рассола. Особенно нежелательно обсеменение рассола посторонней микрофлорой, которая может заражать последующие партии сыра. Поэтому за качеством рассола должен быть строгий контроль. Необходимо поддерживать заданную концентрацию соли около 20%, постоянную температуру 10–12°C, постоянную кислотность и минимальный уровень бактериальной обсемененности; удалять фильтрованием взвешенные в рассоле частицы. Плотность рассола устанавливают с помощью ареометра и определяют его концентрацию (табл. 1.11).

Таблица 1.11– Зависимость концентрации рассола от его плотности

Плотность рассола при 10°C, кг/м ³	Содержание соли в рассоле, %	Плотность рассола при 10°C, кг/м ³	Содержание соли в рассоле, %
1060	8	1136	18
1067	9	1144	19
1076	10	1153	20
1083	11	1161	21
1090	12	1169	22
1099	13	1177	23
1105	14	1186	24
1113	15	1194	25
1121	16	1203	26

Целесообразно на дне соляных бассейнов иметь слой не растворившейся соли, которая, растворяясь, будет пополнять концентрацию.

Перемешивание рассола всегда желательно, т.к. быстро приводит к выравниванию концентрации в разных слоях.

В соляном отделении необходимо предусмотреть монтаж монорельсовой потолочной дороги с электротельферами (не менее 2–х) или кран–балки.

Для наведения, очистки, охлаждения и регенерации рассола целесообразно предусмотреть специальный резервуар, теплообменник и фильтр, обычно монтируемые в специально отведенном помещении или на свободной площади соляного отделения.

1.11. Процессы созревания сыров

Изготовленный и посоленный сыр может быть реализован в свежем (не зрелом) виде или после некоторой, иногда длительной выдержки (созревания) в

определенных температурно–влажностных условиях.

В свежем виде, как правило, реализуют творожные, кисломолочные и некоторые мягкие и рассольные сыры, изготовленные без применения молокосвертывающих ферментов или при условии их инактивации (сулугуни). Такие сыры представляют собой концентрат белка, жира, солей и молочной кислоты и не обладают высокими и ярко выраженными вкусовыми достоинствами.

Основная масса твердых, полутвердых, мягких и рассольных сыров в реализацию выпускается в зрелом виде. Химический состав некоторых видов сыров приведен в табл. 1.12.

Таблица 1.12 – Химический состав и пищевая ценность зрелых сыров

Сыр	Вода	Белки	Жиры	Органические кислоты	Зола	Na	К	Ca	P	Витамины						Энергетическая ценность		Несъедобная часть, %
										A	β-каротин	B ₁	B ₂	PP	C			
	Граммы					Миллиграммы				Миллиграммы						ккал	кДж	
Твердые сыры																		
Советский	36,9	25,3	32,2	2,6	4	1000	–	1050	580	0,27	0,16	0,05	0,46	0,21	1,5	400	1674	4
Швейцарский	36,4	24,9	31,8	2,8	4,1	980	–	1064	594	0,27	0,17	0,05	0,50	0,20	1,5	396	1657	4
Костромской	39,5	26,8	27,3	2,2	4,2	900	–	1040	500	0,23	0,17	0,03	0,36	0,40	3,0	361	1510	2
Голландский																		
брусковый	39,5	26,8	27,3	2,2	4,2	1000	130	1040	544	0,21	0,17	0,03	0,38	0,40	2,8	361	1510	4
круглый	38,8	23,5	30,9	2,1	4,7	950	–	760	424	0,21	0,16	0,03	0,38	0,30	2,4	380	1590	4
Пошехонский	41,0	26,0	26,5	2,2	4,3	800	–	1050	480	0,23	0,17	0,03	0,30	0,40	2,8	350	1464	2
Ярославский	39,5	26,8	27,3	2,2	4,2	800	–	869	491	0,19	0,16	0,05	0,50	0,30	2,5	361	1510	3
Угличский	41,6	24,2	27,9	2,4	3,9	863	–	1040	516	0,23	0,16	0,03	0,30	0,40	1,8	357	1494	3
Чеддар	36,4	24,9	31,8	2,8	4,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	396	1657	4
Российский	40,0	23,4	30,0	2,0	4,6	1000	116	1000	544	0,26	0,17	0,04	0,30	0,30	1,6	371	1552	3
Рассольные сыры																		
Сулугуни	51,0	19,5	22,0	2,5	5,0	1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	285	1192	0
Брынза																		
из коровье-го молока	52,0	17,9	20,1	2,0	8,0	1560	–	530	210	–	–	0,04	0,12	–	1,0	260	1088	0
из овечьего молока	49,0	14,6	25,5	2,9	8,0	1600	–	550	220	–	–	0,05	0,15	–	1,0	298	1247	0
Мягкие сыры																		
Дорогобуж-ский	46,7	16,7	30,3	2,2	4,1	–	–	723	429	–		–	–	–	–	348	1456	2
Рокфор	40,4	20,0	30,3	2,7	6,6	1900	187	639	405	0,25	0,17	0,03	0,27	0,47	2,0	363	1519	0,5

Созревание сыра – это сложный биотехнологический процесс, комплекс физико–химических, биохимических и микробиологических изменений сырной массы. При этом все составные части сыра (белки, жиры, лактоза, минеральные вещества и пр.) подвергаются определенным превращениям при установленных температурно–временных параметрах под воздействием микроорганизмов и их ферментов, а также ферментов молока и молокосвертывающих ферментов, в результате чего формируются

ферментов, в результате чего формируются органолептические показатели зрелого сыра.

Созревание начинается с момента прекращения действие в молоке бактерицидной фазы. Как только начинают развиваться молочнокислые микроорганизмы, начинаются процессы сбраживания лактозы, изменяются физико-химические и технологические свойства молока. В молоке образуется и увеличивается количество растворимых азотистых соединений, мицеллы белков укрупняются, снижается окислительно-восстановительный потенциал, часть нерастворимых кальциевых солей переходит в растворимое состояние и т.п. Поэтому, начало созревания сыра корректнее считать с момента созревания молока. Однако, в промышленности операционное начало процесса созревания считают после посолки и обсушки сыра, когда его помещают в камеры или подвалы с установленными в них температурой и влажностью воздуха. Для разных сыров температурно-влажностные и временные режимы созревания различны.

Примерно половину состава сыра составляет влага, которая является растворителем многих веществ и сама является реакционно-способной, участвуя в биохимических реакциях. В воде растворены лактоза, ферменты, соли, некоторые белки и многие другие вещества.

Упрощенно созревание сыра можно представить следующим образом. В процессе изготовления и созревания сыра лактоза сбраживается микроорганизмами. Сначала она разлагается до моносахаров – глюкозы и галактозы. Основная часть этих моносахаров сбраживается в сыре на 3–5 сутки. Причем глюкоза сбраживается полностью, а сбраживание галактозы длится 2–3 недели (у разных сыров этот срок неодинаков). Галактоза сбраживается до появления фруктозобиофосфатов или до пентозофосфатов.

Сбраживание по гликолитическому пути ведет к появлению пировиноградной кислоты, полностью окисляющейся по циклу Кребса в случае аэробного метаболизма.

В условиях анаэробного брожения пировиноградная кислота почти полностью превращается в молочную кислоту. Одна молекула пировиноградной кислоты дает четыре молекулы молочной кислоты. Этим гомоферментативным путем лактозу сбраживают молочнокислые стрептококки и лактобациллы.

Второй, гетероферментативный (пентозофосфатный), путь ведет к образованию двух молекул молочной кислоты и выделению углекислоты, этанола, уксусной кислоты и других продуктов. Этим путем лактозу сбраживают гетероферментативные лактобациллы, дрожжи.

Молочная кислота и лактаты, образовавшиеся при брожении, в свою очередь подвергаются метаболизму под действием плесеней и дрожжей до углекислого газа и воды по циклу Кребса. Пропионовокислые микроорганизмы превращают лактозу в пропионовую кислоту, пропионаты, ацетат и другие продукты метаболизма. Многие микроорганизмы расщепляют лактозу до масляной и уксусной кислоты, углекислого газа и водорода. В мягких сырах в период с 4 по 7-е сутки соли молочной кислоты расщепляются плесенью и к 20-м суткам полностью окисляются. При этом возможна нейтрализация кислой среды.

Сбраживание лактозы существенно влияет на органолептические показатели сыра. Так, уксусная и пропионовая кислоты участвуют в формировании

аромата твердых сыров с высокой температурой второго нагревания. Молочная кислота формирует вид многих свежих, кисломолочных и мягких сыров. Иногда метаболизм лактозы может нарушаться, в сыре появляются углеродные соединения типа уксусной, муравьиной кислот, этанола и других продуктов. Это приводит к ухудшению органолептических показателей сыра.

Значительную часть сухого вещества сыра составляют молочные белки. При созревании сыра белки расщепляются протеазами: ферментами молока, сычужными ферментами, ферментами микробного происхождения. Молочная протеаза (плазмин) термоустойчива и переходит в молочный сгусток из пастеризованного молока. Он расщепляет β -казеин в γ -казеин и небольшое количество растворимых пептидов и аминокислот. Оптимум действия плазмина при pH 6–7. Сычужный фермент играет важную роль в расщеплении белков. Он разлагает параказеинат кальция до пептидов с высокой молекулярной массой.

Ферменты бактериального происхождения образуют основное количество растворимого азота в виде пептидов и аминокислот с короткими цепочками. Микробные протеазы выделяют молочнокислые микроорганизмы (аминопептидазы, дипептидазы, пролинаминопептидазы, трипептидазы). Активность микробных пептидаз дополняет и усиливает активность сычужного фермента. Плесени выделяют пептидазы, которые расщепляют белки до пептидов и даже до аминокислот.

Роль ферментов посторонней микрофлоры до конца не выяснена. Она может быть разной в зависимости от состава, активности и количества этой микрофлоры.

Образующиеся в процессе распада белков аминокислоты вступают в реакции дезаминирования, декарбоксилирования и переаминирования с продуктами разложения лактозы и липидов. Конечными продуктами разложения белков могут быть аммиак, углекислота, вода и другие продукты распада, играющие существенную роль в образовании вкуса и аромата сыров. Также велика роль их в возникновении пороков вкуса, запаха и консистенции сыров.

Примерно половину сухого вещества сыра составляют липиды, преимущественно молочный жир, который в сыре представлен в виде жировых шариков диаметром 3–6 мкм и конгломератов. Это сложный комплекс, состоящий из различных видов липидов и веществ, сопутствующих жиру. В процессе созревания сыра липиды частично разлагаются. Липолиз в сырах, выработанных из сырого и пастеризованного молока, проходит по-разному.

При нагревании разлагаются многие нативные липазы и липолиз в сырах из пастеризованного молока происходит, преимущественно, только под действием микробных липаз. В сырах из сырого, непастеризованного молока липолиз осуществляют нативные липазы молока и липазы микробов. Липазы могут выделять все штаммы микроорганизмов, но наибольшей активностью отличаются липазы плесеней, дрожжей. Молочнокислые микроорганизмы выделяют липазы низкой активности. Липолиз в сырах обычно идет по схеме:

триглицерид $\rightarrow$ 1,2 или 2,3-диглицерид $\rightarrow$ 2-моноглицерид.

Иногда этот порядок может нарушаться и тогда в сыре появляются глицерин, жирные кислоты, вторичные спирты, алифатические эфиры и другие продукты разложения жира, которые приводят к порокам.

Количество разложившегося жира невелико и составляет у разных сыров от 1 до 10%, однако влияние продуктов липолиза на органолептические показатели готового сыра очень большое, т. к. продукты распада жира обладают сильно выраженным вкусом и ароматом.

Неразложившийся молочный жир также создает вкус и аромат сыра. Он влияет на консистенцию сыра, делая ее более пластичной. В жире растворяются жирорастворимые ароматобразующие вещества. При этом порог их восприятия органами чувств существенно меняется в зависимости от содержания жира.

Немаловажное значение в процессе созревания сыров имеют соли и, в частности, соли кальция, фосфора и натрия, микроэлементы, витамины, биологически активные вещества и другие соединения. От концентрации поваренной соли в сыре зависят микробиологические и биохимические процессы. Поваренная соль так же, как и влага, обуславливает величину осмотического давления в водной фазе сыра. Соль в разных концентрациях может активизировать или угнетать развитие молочнокислых микроорганизмов. Высокая концентрация соли в сыре снижает активность ферментов, в частности, пептидаз. Поваренная соль изменяет коллоидно–химическое состояние, натуральность параказеина. Соль влияет на процессы липолиза жиров, воздействуя как катализатор.

Таким образом, поваренная соль является регулирующим фактором скорости и направленности биохимических и микробиологических процессов в сырах. Кроме того, соль обеспечивает традиционный вкус и консистенцию сыра. Она в определенных концентрациях может являться также консервантом некоторых сыров.

Прессуемые сыры с низкой температурой второго нагревания созревают при 10–14°C и относительной влажности воздуха 85–95%. В табл. 1.13 приведены данные зависимости содержания свободных аминокислот от продолжительности созревания некоторых сыров.

Таблица 1.13 – Аминокислотный состав сыров

Аминокислота	Содержание свободных аминокислот (мг в 100 г сыра) при возрасте, дни							
	Свежий сыр	30	60	90	Свежий сыр	15	30	60
	Голландский				Дорогобужский			
Аланин	0,1	4,70	38,40	26,30	0,12	11,10	10,10	9,30
Аспарагиновая	16,30	26,40	89,30	101,30	0,45	10,90	1,06	0,67
Валин и метионин	4,60	51,60	85,60	53,30	0,36	11,80	14,10	11,00
Глицин и серин	6,20	90,10	123,20	93,20	1,86	28,80	25,20	30,30
Глутаминовая и треонин	19,40	95,60	200,30	212,50	2,60	15,82	15,72	41,41
Диаминокислоты	3,20	181,70	386,70	428,70	4,80	71,60	70,60	95,00
Лейцин и изолейцин	22,00	102,30	262,40	165,90	4,40	29,20	53,10	65,50
Тирозин и α-аминомасляная	0,70	72,70	115,50	45,10	3,78	35,10	25,30	23,40
Триптофан	–	29,60	30,40	70,40	–	7,50	7,50	17,50
Фенилаланин	8,70	24,70	82,20	48,80	3,80	22,80	14,70	12,80

Способы созревания сыров

Созревание сыров осуществляется разными способами: открытым (на полках стеллажей с периодическими переворачиваниями, перетираниями и мойкой от поверхностной плесени и слизи); под адгезионными покрытиями поверхности головок сыра (масло, белковые или полимерно–парафиновые сплавы, воски); упакованными в пленки; в рассоле или другой жидкой заливке.

Практика ведения процесса созревания открытых или упакованных сыров достаточно проста. Сыр укладывают на полки стеллажей или в контейнеры, где и выдерживают заданное время. Обычно созревание сыра проводится в двух разных помещениях. Одно из них предназначено для созревания, другое для хранения и складирования сыра до реализации. В каждом помещении создаются соответствующие температурно–влажностные режимы, обеспечивающие прохождение биохимических процессов. На отдельных стадиях режимы созревания могут меняться, поэтому целесообразно иметь несколько камер или использовать кондиционеры воздуха. Камеры созревания оборудуют стационарными или передвижными стеллажами–контейнерами типа П–580, устанавливаемых в 3–4 ряда по высоте. Они имеют 5 полок и вмещают 300–400 кг сыра.

При проведении процесса созревания сыров открытым способом на их поверхности появляется серо–зеленая плесень, которую периодически, не реже, чем через каждые 10–15 суток, смывают теплой водой, а затем на сыре наводят корку, погружая его в кипящую воду на 2–3 секунды. Сыр обсушивают и направляют в камеру для дальнейшего созревания. Для предотвращения деформации сыров под действием собственной массы и равномерности наведения корки их через каждые 3–5 суток переворачивают.

Адгезионные покрытия. Для предотвращения усушки и развития нежелательной поверхностной микрофлоры сыр смазывают растительным или вазелиновым маслом, молочным жиром, покрывают белковой композицией либо полимерно–парафиновым сплавом. Их наносят только на сыры с наведенной коркой. Уход за сыром под адгезионными покрытиями заключается в периодическом обтирании поверхности и переворачивании головок.

При ведении процесса созревания открытым способом весьма значительны затраты труда по уходу за сыром, а также происходит усушка за счет испарения влаги. Нанесение адгезионных покрытий снижает эти затраты, однако при подготовке сыра к реализации возникает необходимость снятия покрытия, мойки сыра, наведения корки вновь, нового покрытия.

Более совершенным является производство бескорковых сыров. Для этого сыры после посолки и обсушки упаковывают в пакеты из полимерной пленки. Технологический процесс изготовления твердых сычужных сыров не изменяется, однако мы рекомендуем снижать влажность свежотпрессованного сыра на 2–3% и более четко контролировать содержание соли (не более 2%).

В конце срока созревания сыры моют, обсушивают, упаковывают в новые пакеты под вакуумом, герметично закрывают и подвергают термоусадке в воде с температурой 93–95°C в течение 2–3 с.

Пакеты, применявшиеся для созревания сыра, с целью экономии, можно подвергнуть стирке, дезинфекции, сушке и повторно (до 3–5 раз) использовать

для созревания следующих партий сыра.

Производство бескорковых твердых, а также некоторых рассольных сыров (осетинский, чанах и др.) экономически более эффективно предприятиям, т.к. существенно снижаются затраты труда по уходу за сырами. Рассольные самопрессующиеся сыры, созревающие в рассоле, также не имеют корки. В реализацию они поступают в бочках с рассолом.

На мини–предприятиях мы рекомендуем использовать авторские разработки по созреванию бескоркового сыра, герметично упакованного в пленки и погруженного в жидкость (рассол, раствор фунгицида и т.п.). При этом отпадает необходимость ухода за сыром.

Рациональные пути ускорения созревания сыра.

Разные виды сыров имеют различные сроки созревания: от нескольких недель до нескольких месяцев и даже лет. В период созревания сыры требуют ухода, затрачиваются энергия, труд, омертвляются финансовые средства. Поэтому актуальной задачей является сокращение сроков созревания без ухудшения качества готового продукта.

Одним из способов ускорения процесса созревания является повышение содержания влаги в сыре и создание условий для возможно более интенсивного накопления лактококков и палочек. При этом повышается концентрация протеолитических и липолитических ферментов, что ускоряет созревание сыра.

Важным фактором интенсификации процесса созревания также является повышение температуры и относительной влажности воздуха в камерах созревания сыра. Все биохимические процессы ускоряются, однако как в том, так и в другом случаях есть определенные пределы, превышение которых может привести к ухудшению качества сыра: повышенной влажности и/или кислотности, вспучиванию, ухудшению органолептических показателей.

Использование симбиоза микроорганизмов – некоторых видов дрожжей (№ 304) при совместном функционировании их с лактококками – ускоряет созревание сыра. Дрожжи, потребляя молочную кислоту, разлагают белок, снабжают лактококки дополнительным азотистым питанием, витаминами и некоторыми биологически активными веществами. Такие симбиотические закваски достаточно широко представлены в промышленном сыроделии.

Применение гидролизатов и гидролизированных заквасок способствует накоплению азотистых соединений, улучшению питания лактококков, а, следовательно, интенсивному продуцированию ими различных ферментов.

На ход биохимических процессов созревания сыра, его состав и свойства, вкус и консистенцию готового продукта оказывает влияние активная кислотность сырной массы. Поэтому регулирование активной кислотности в процессе созревания является одним из путей его интенсификации (табл. 1.14).

Таблица 1.14 – Показатели изменения активной кислотности в зависимости от содержания влаги и соли в сыре

Сыр	Оптимальное содержание, %	pH
-----	---------------------------	----

	влаги в сыре после прессования	влаги в зрелом сыре	поваренной соли в зрелом сыре	через 10–15 дней после выработки	зрелого сыра	после прессования через 3–5 дней	после выработки
Советский	38–40	36–38	1,2–1,8	5,4–5,45	5,5–5,7	5,5–5,7	5,3–5,35
Швейцарский	38–40	36–37	1,5–2,0	5,4–5,45	5,6–5,7	5,5–5,6	5,3–5,35
Костромской	44–46	39–41	1,5–2,0	5,2–5,35	5,35–5,45	5,6–5,7	5,25–5,3
Голландский							
брусковый	41–43	39–40	2,0–2,5	5,2–5,35	5,35–5,45	5,4–5,7	5,25–5,3
круглый	42–43	39–40	2,8–3,5	5,1–5,2	5,25–5,35	5,4–5,6	5,2–5,3
Пошехонский	44–46	40–42	1,5–2,0	5,25–5,35	5,3–5,4	5,4–5,6	5,2–5,25
Степной	42–44	40–41	2,5–3,0	5,2–5,35	5,3–5,4	5,5–5,7	5,25–5,3
Ярославский	42–44	40–41	1,5–2,5	5,2–5,25	5,3–5,4	5,6–5,7	5,25–5,3
Угличский	44–46	40–42	1,5–2,5	5,20–5,25	5,3–5,4	5,2–5,3	5,15–5,20
Латвийский	45–47	41–43	2,0–3,5	5,3–5,35	5,4–5,5	5,25–5,3	5,2–5,25
Пикантный	44–46	42–43	2,0–2,5	5,3–5,35	5,5–5,7	5,3–5,35	5,25–5,3
Российский	43–44	39–40,5	1,5–1,8	5,15–5,20	5,25–5,35	5,2–5,3	5,15–5,20

Ускорение созревания сыра обеспечивают добавки в молоко и/или сырную массу микроэлементов, ударных доз бактериальных заквасок, а также активаторов роста бактерий – разнообразных ростовых веществ, активаторов, буферных солей, азотистых соединений, витаминов и т.п.

Для ускорения процесса созревания сыров биофабрики, выпускающие бактериальные закваски, отбирают наиболее протеолитически активные виды и штаммы бактерий, увеличивают содержание микроорганов до 10^{12} КОЕ/г.

1.12. Образование и оценка органолептических показателей сыра

В результате гидролиза и дальнейших превращений лактозы, белков, жира, солей, ферментов и других составных частей молока в присутствии воды происходит формирование приятного, иногда резко выраженного, вкуса и аромата, определенной консистенции, рисунка и цвета сыра, его внешнего вида.

Вкус и аромата сыра. Вкус и аромат, характерный для определенного вида сыра, обусловлен комплексом вкусообразующих и ароматических соединений, переходящих из молока, образуемых в сырах при их изготовлении, посолке и созревании. Таких веществ в сыре насчитывают более сотни и с каждым годом ученые открывают все новые. В создании типичного сырного вкуса и аромата участвуют, прежде всего, молочная и уксусная кислоты, жир, поваренная соль, а также летучие жирные кислоты, этанол, углекислота, карбонильные и другие соединения.

Концентрация вкусообразующего числа часто выражается в процентах. Так, содержание поваренной соли в сыре с точки зрения вкуса должно быть от 1,5 до 2,5%. Меньшее характеризуется как «недосол», а большее – «пересол». Примерно такое же описание вкуса от содержания кислоты – «пресный», «кисловатый», «излишне кислый». Содержание жира влияет по иному: чем выше жирность сыра, тем вкус характернее, сыр «вкуснее». Жир выступает в качестве одного из главных вкусообразующих компонентов сыра.

При оценке влияния на вкус и аромат сыра того или иного компонента следует исходить не из абсолютного его содержания, а учитывать вкусовой порог ощущения этого вещества и на сколько его концентрация превосходит этот порог. Существует понятие ароматического числа (мг %) – отношения концентрации вещества к его вкусовому порогу. Причем, ароматическое число колеблется в некоторых пределах. По набору ароматических чисел можно, в некоторой мере, более объективно характеризовать сыры разных видов. В табл. 1.15 приведено содержание некоторых ароматических веществ в зрелых сырах.

Таблица 1.15 – Содержание некоторых ароматических веществ в зрелых твердых сычужных сырах

Вещество	Горный		Советский		Швейцарский		Ярославский	
	мг /100 г сыра	%	мг /100 г сыра	%	мг /100 г сыра	%	мг /100 г сыра	%
Ацеталь	0,039	17,68	0,038	2,98	0,320	14,48	0,056	10,68
Ацетон	–	–	0,008	0,63	0,132	5,97	0,033	6,37
Диацетил	0,010	4,65	0,392	30,74	0,170	7,71	–	–
Пропанол	–	–	–	–	0,038	1,72	–	–
Этанол	0,166	76,33	0,837	65,65	1,55	70,15	0,444	83,77

Оценивают вкус и запах сыра методом органолептической экспертизы обученными специалистами. Химические и физико–химические методы – хроматография, определение аминокислотного и жирнокислотного составов, наличие углеводов и органических соединений и другие анализы только помогают в оценке. Общую же картину вкуса и аромата сыров можно оценить только органолептической экспертизой.

Консистенция – другой важный показатель. Изменение сырной массы от грубой до пластично–вязкой, мягкой и сочной происходит при созревании, одновременно с изменениями вкуса и аромата. Это результат расщепления белков под действием протеолитических ферментов, с образованием водо– и жирорастворимых веществ. Присутствие жира, влаги и их связь с другими составными частями создает типичную для данного вида сыра и желаемую для потребителя консистенцию. Увеличение массового содержания жира и влаги в сыре формирует более мягкую и пластичную консистенцию.

Рисунок сыра формируется в результате накопления в сыре газообразных продуктов – углекислого газа и/или водорода. На разрезе твердых сычужных сыров обычно видны пустоты (глазки) шарообразной, щелевидной или угловатой формы. При созревании углекислота собирается в микро– и макропустотах, давление ее повышается, стенки пустот деформируются и образуются глазки, заполненные газом, реже жидкостью («слеза»).

При нормальном брожении глазки в головке сыра расположены достаточно равномерно. Глазки многих сыров обладают правильной шарообразной формой, что свидетельствует о нормальной консистенции и однородности структуры сырной массы.

Количество и величина глазков зависят от объема выделяющихся газов,

момента начала и скорости газообразования, реологических свойств сырной массы и некоторых других факторов. Шарообразные глазки (правильный рисунок) формируются только в твердых сычужных сырах, формируемых из пласта сырной массы, образуемого под слоем сыворотки. Это, в свою очередь, обеспечивает течение процесса брожения в сыре за счет анаэробных микроорганизмов. Иногда, при повышенном содержании соли и длительном созревании, в глазках образуется прозрачная солоновато-кислая жидкость – «слеза». Появление слезы в сыре часто указывает на высокое качество сыра. Видимо, не зря среди профессиональных сыроделов существует афоризм: «сыр плачет – мастер смеется» и наоборот.

Цвет сырного теста может быть от слабо желтого до маслянисто желтого, в результате содержания в сыре пигментов (красящих веществ), переходящих из молока или внесенных в виде сырной краски. С увеличением содержания жира желтый цвет зрелого сыра усиливается. Сыр, выработанный весной, летом и в начале осени более желтый, чем зимой, из-за большего содержания жирорастворимого каротина в молоке.

Свежий сыр имеет белый или слабо кремовый цвет. По мере созревания желтый цвет сырного теста усиливается в результате изменения оптических свойств параказеина, который по мере созревания из непрозрачного фарфорово-белого превращается в полупрозрачный, сквозь который просматривается желтый цвет пигмента. На тонких микротомных срезах зрелый сыр значительно прозрачнее, чем незрелый.

Внешний вид сыра изменяется за период созревания. Под действием газообразования сыр сначала несколько раздувается, теряя форму, а затем, когда газообразование уменьшается, сыр претерпевает некоторую осадку.

Потеря влаги сыром также изменяет его внешний вид. Обычно сыры парафинируют или упаковывают в пленку, прозрачную либо окрашенную в желтый, красный, рубиновый цвет.

Сыры, созревающие под слоем слизи, к концу выдержки подсушивают, в результате поверхность его становится желтовато-коричневой. Эти сыры заворачивают в цветную фольгу, станиоль, цветную пленку или бумагу и упаковывают в картонные или пластиковые коробки.

Сыры сувенирного ассортимента можно выпускать в керамической, пластиковой таре либо в деревянных резных шкатулках с набором дополнительных продуктов: шоколада, конфет, вино-коньячных изделий и проч.

Оценка качества и подготовка сыров к реализации

Хранят сыр при температуре 8–12°C, а при необходимости сверх длительного хранения ее снижают до 0± – 5°C, не допуская замораживания, что может привести к резкому ухудшению органолептических и структурно-механических показателей продукта.

Кондиционно зрелые сыры оценивают по количественному составу и качеству. Качество устанавливают в соответствии с ГОСТ или ТУ: по внешнему виду; параметрам технологического процесса, занесенным в технологический журнал; простукиванием; по органолептической оценке проб, взятых щупом из головок.

головок.

При соблюдении технологических режимов производства, высоком качестве молока и надлежащих санитарно-гигиенических условиях всегда получают высококачественные сыры. От разных причин качество сыров может снижаться, что нежелательно, т. к. сыры худшего качества реализуются по сниженной цене или вообще не могут быть реализованы.

Оценку качества сыров проводят органолептически, т. е. органами чувств человека по 100-балльной шкале, используя следующую схему:

Показатели	Баллы
Вкус и запах	45
Консистенция	25
Рисунок	10
Цвет теста	5
Внешний вид	10
Упаковка, маркировка	5
Итого	100

В зависимости от балльной оценки сыры относят к одному из следующих сортов (табл. 1.16).

Таблица 1.16 – Балльная оценка качества сыров

Сорт сыра	Общая балльная оценка	Оценка по вкусу и запаху, не менее
Высший	87–100	37
Первый	75– 86	–

При обнаружении пороков оценка снижается, иногда до перевода сыра в более низкий сорт или сыр оценивают как нестандартный. Сыры, оцененные менее, чем в 75 баллов или по химическому составу ниже требований НТД, к реализации не допускаются и подлежат переработке. Не практично также реализовать высококачественные сыры по низкой цене. А это вполне может быть, если неправильно оценить качественные показатели сыров, случайно или заведомо занижить их сортность. Поэтому от правильной оценки (балльности) сыров зависит рентабельность предприятия и доброе имя хозяина.

Рассортированный сыр взвешивают, маркируют и упаковывают в пленку или парафинируют. Каждую головку твердого сыра заворачивают в бумагу и упаковывают в ящики. Тару маркируют в соответствии с требованиями стандарта или ТУ.

При транспортировке температура сыров должна сохраняться не выше 8–12°C, относительная влажность воздуха в рефрижераторе 85–87%. Не допускается перевозка сыров совместно с грузами, имеющими резкий запах: рыба, овощи, нефтепродукты и проч.

1.13. Пороки натуральных сыров

Высококачественный сыр должен иметь определенные физико–

химические показатели (химический состав, усвояемость, питательную ценность и др.) и выраженные органолептические свойства, характерные для данного вида сыра, согласно требованиям НТД. Отклонения от установленных требований считаются пороками. Эти термином называются дефекты во внешнем виде, составе и качестве готового продукта, ухудшение его товарных и потребительских показателей. Пороки могут быть физиологического (вследствие аномального состава молока), бактериологического (продукты жизнедеятельности вредных бактерий), технологического (неверные определения в ходе технологических процессов производства сыра), физического (структуры и консистенции), химического (присутствие в сыре инородных веществ – металлов, солей и др.) или механического происхождения. Часто бывает и так, что для сыров одних видов определенный органолептический показатель является пороком, для других – это норма.

Пороки вкуса и запаха возникают от образования в сыре посторонних веществ, обладающих собственным вкусом и запахом.

Аммиачный вкус и запах появляется в твердых сычужных сырах, когда сыры созревают и хранятся при повышенных температуре и относительной влажности воздуха в камере. Аммиачный запах почти у всех твердых сыров ощущаться не должен. У некоторых мягких сыров слабый аммиачный запах является нормальным свойством. Причиной возникновения порока является слишком кислая реакция сырной массы вначале и щелочная в конце созревания сыра, что вызывает еще ряд других пороков: слизистую корку, крошливую консистенцию, поэтому борьбу надо вести с этими пороками одновременно.

Горечь в сыре может быть выражена в разной мере – от слабой до сильной. В ряде случаев этот порок вызывают дрожжи, в других – нетипичные микроорганизмы. Горечь может быть растительного происхождения, переходить в сыр из молока, если в корме животных была амброзия, полынь, горчица, лютик и др. подобные травы, а также испорченные комбикорма.

Слабая горечь может быть результатом неполной зрелости сыра. Это явление временное и исчезает при дозревании сыра. Если же горечь – результат отклонений в технологических режимах ведения процесса брожения (излишне низкая или слишком высокая температура пастеризации молока, повышенная кислотность, низкие температуры созревания, развитие в сыре нежелательной микрофлоры и пр.), тогда это может привести к браку.

Невыраженный или слабовыраженный вкус и запах твердые сыры приобретают при чрезмерной сухой обработке сырного зерна, излишнем разбавлении сыворотки водой, т.к. при этом уменьшается содержание лактозы, а вместе с тем и молочной кислоты, необходимой для образования жирных летучих кислот, придающих вкус и остроту сыру.

Кислый вкус, наиболее распространенный порок сыра типа голландского, является результатом низкой температуры подвалов (ниже 10°C) или недостаточной продолжительности процесса созревания сыра.

Творожный вкус – более сильное проявление предыдущего порока. Вызывается использованием кислого молока, нарушениями технологических режимов коагуляции и обработки сырного зерна, в результате чего в сыре образуется излишнее количество молочной кислоты. Творожистый вкус также появ-

ляется в осенне–зимний период и ранней весной при слишком низкой температуре созревания (ниже 10°C).

Салистый и прогорклый вкус наиболее часто встречается весной у сыров с высокой температурой 2-го нагревания (советский, швейцарский), появляется при маслянокислом брожении, а также в результате действия света и воздуха на жир бескорковых сыров.

Пересол и недосол – пороки несоблюдения технологических параметров, что отражается не только на вкусе, но и форме головки сыра, консистенции, рисунке, цвете, корке.

Тухлый, гниlostный вкус и запах – порок бактериального происхождения, а также появляется в результате позднего и недостаточного просаливания сыра.

Пороки консистенции возникают, как правило, в результате нарушений технологических режимов получения сгустка, вследствие замедленного или слишком интенсивного развития биохимических процессов созревания сыра.

Твердая консистенция. Причина порока может заключаться в недостатке влажности сырной массы и/или молочной кислоты из-за сильной обсушки сырного зерна, излишне высокой температуры 2-го нагревания, низкой температуры созревания, высокого содержания соли.

Крошливая консистенция появляется вследствие слишком интенсивного накопления молочной кислоты в результате высокой кислотности исходного молока, повышенных доз бактериальных заквасок.

Резинистая консистенция вызывается, напротив, недостаточной скоростью развития молочнокислого процесса, сильной обсушкой сырного зерна, низким содержанием влаги после прессования. Чаще всего данный порок встречается у сыров с низким содержанием жира.

Колющаяся консистенция (самокол). Причиной растрескивания сырного теста при возникновении и увеличении глазков является недостаточная эластичность его вследствие несколько повышенной кислотности. Провоцируют возникновение данного порока повышенная кислотность молока (выше 19–20°T), большие дозы бактериальных заквасок и низкая температура сырной массы во время созревания.

Пороки рисунка обусловлены нарушениями режимов газообразования в сыре – слишком сильным или слишком слабым газообразованием, неблагоприятными условиями заложения глазков в сырной массе, нетипичными свойствами сырной массы.

Отсутствие рисунка, как правило, возникает при недостаточном количестве полезных газообразующих бактерий в молоке и неблагоприятными условиями их развития в сыре.

Частый, сетчатый рисунок образуется в начале процесса созревания сыра при сильной обсемененности молока бактериями группы кишечной палочки, дрожжами.

Пустотный рисунок может появляться у сыров, формуемых из пласта, в результате нарушения целостности пласта, засасывания воздуха при отсутствии слоя сыворотки над пластом.

Щелевидный рисунок – это начальная стадия самокола сыра.

Пороки цвета. Цвет сырного теста обусловлен наличием в нем естествен-

ного пигмента молока или сырной краски, степенью прозрачности теста.

Порок «бледный цвет» можно наблюдать у сыров, изготовленных из молока в зимний, стойловый период содержания скота, при кормлении его кормами, лишенными каротина. Однако, нормальный кремовый цвет сыра приятен потребителю, что оправдывает искусственное подкрашивание молока красителями для сырного теста, разрешенными Минздравом РФ.

Неравномерное окрашивание теста и мраморность. Эти пороки возникают в результате неравномерного распределения закваски, нарушения условий обработки сырного зерна, режимов прессования и посолки сыра.

Пороки внешнего вида. Внешний вид, масса и форма головок сыра регламентированы НТД. Искажение и изменение формы являются пороками сыра.

Деформация головок сыра возникает в результате: неправильной формовки и прессования, особенно у небольших по размеру сыров; перекосом крышек сырных форм; неровностей по толщине полок контейнеров и стеллажей; небрежной укладки в соляный бассейн.

Если оставить теплый сыр после распрессовки на столе без формы, то происходит *оседание (расплывание)*. К расплыванию головок приводит излишне мягкая консистенция сыра и созревание его в камерах с слишком высокой температурой, редкое перевертывание.

Осыпание парафина происходит из-за нарушения режимов обсушки после посолки сыра с плохо наведенной коркой, парафинирования сыра, хранившегося при температуре ниже 10°C, низкой температуры сплава (ниже 140°C), хранение сыра при повышенной (выше 85%) относительной влажности воздуха в камере.

Пороки сырной корки могут быть вызваны различными причинами.

Толстая корка образуется: из-за недостатка молочной кислоты и/или соли в сырной массе; длительного хранения твердого сыра без покрытий сплавом при влажности ниже 85%; частые мойки сыра в слишком теплой воде; посолка в рассоле с концентрацией соли выше 22%; низкая влажность воздуха в подвалах при созревании.

Слабая белая корка является результатом повышенного содержания в сыре молочной кислоты и/или соли.

Трещины на корке сыра образуются при наличии сквозняков, что приводит к быстрому высыханию корки. Слабая корка, не соблюдение режимов прессования, повышенная кислотность сырного теста, неправильный уход за сыром и бурное газообразование также приводят к появлению трещин.

Подопревание сырной корки происходит в результате: редкого перевертывания сыра; нарушений режимов мойки и заражения корки гнилостной микрофлорой; недостаточной обсушки сыра перед покрытиями сплавом или упаковкой в пленку; при ненадлежащем уходе за сыром во время созревания.

Развитие подкорковой плесени происходит в порах и трещинах на поверхности головок, особенно часто в сырах, формуемых насыпью. Подкорковая плесень возникает и развивается также при излишней обсушке сырного зерна, нарушениях режимов прессования, быстром охлаждении сыра, повреждении поверхности при небрежной мойке.

Если нарушаются санитарно-гигиенические режимы ухода за сыром во

время созревания и хранения, поверхность сыра может изъязвляться в результате развития *осповидной плесени* (плесневого гриба *Oospora*). Она может проникать в глубину сырного теста и способствовать образованию гнилостных колодцев и свищей.

Цветные пятна появляются в результате развития на поверхности сыра некоторых видов микрофлоры воздуха и воды, образующих цветные колонии. Порок сильно проявляется, если веществ молочную смесь попало молоко от коров, больных маститом. Черные пятна появляются вследствие воздействия металлов.

Пороки сырной корки, вызываемые акаром (сырный клещ) и сырной мухой, возникают в результате несоблюдения санитарно–гигиенических правил на сыродельном предприятии. Клещи и личинки сырной мухи попадают в цеха и сырные подвалы (камеры) большей частью на одежде рабочих, со старыми сырами, доставленными с других подвалов и складов, с грязной тарой и другими пассивными путями. Вред сыру наносят не сами сырные мухи, а их личинки. Размножаясь на сыре, личинки мух и клещи покрывают его серым порошком, состоящим из частиц сыра, живых и мертвых насекомых, их шкурок, яиц и экскрементов. Размеры клещей очень малы, не видны невооруженным глазом. Они предпочитают зрелый сыр, могут питаться слизью, загрязняющей полки в камерах созревания и хранения.

Меры борьбы с клещами и личинками мух сходны. Прежде всего, это соблюдение санитарно–гигиенических правил не только в сырых подвалах, но и во всех помещениях предприятия. Окна должны быть защищены металлическими мелкоячеистыми сетками, наружные двери – закрыты. Хорошие результаты дает окуливание ядовитыми газами, но только квалифицированными дезинсекторами (синильной кислотой, сернистым газом).

Выводы о пороках. Пороки возникают вследствие несоблюдения санитарно–гигиенических правил получения и первичной переработки молока, его транспортировки и хранения; нарушений и необоснованных изменений технологических режимов на всех стадиях производства сыров; низкого контроля над качеством мойки и дезинфекции оборудования и инвентаря; несоблюдения правил личной гигиены персоналом предприятия.

Каждое нарушение приводит, как правило, к возникновению не одного, а сразу нескольких пороков. Меры предупреждения и борьбы с пороками – вопросы глобальные и требуют комплексного индивидуального подхода к каждому сыродельному предприятию, высокой квалификации мастера–сыродела.

Глава 2. ЧАСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАТУРАЛЬНЫХ СЫРОВ

2.1. Классификация сыров

Классифицировать натуральные сыры можно по содержанию жира и/или влаги, сухих веществ, срокам и условиям созревания и другим признакам. Известны технологические и товароведческие классификации, которые к настоящему времени уже устарели.

По признакам, оказывающим решающее влияние на органолептические показатели и пищевую ценность сыров, А.В. Гудковым с соавторами (ВНИИМС) составлена современная классификация отечественных натуральных сыров и зарубежных аналогов, приведенная в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Классификация сыров (по Гудкову А.В.)

Классы, подклассы, группы		Основные представители
	ТВЕРДЫЕ СЫЧУЖНЫЕ В <48 %	
1.1	Терочные. Т второго нагревания >50°C, В – 37–40%, ВОМ –42–53 %, термофильные м/к, без рисунка или с мелким рисунком	Горный терочный, кавказский терочный (Р), пармезан, грана (И), сбринц (Шв)
1.2	С высокой Т второго нагревания (>50°C), В – 37–40 %, ВОМ –48–56 %, мезофильные и термофильные м/к, п/к. Рисунок крупный. Вкус слегка сладковатый	Советский, швейцарский, швейцарский блочный, бийский, алтайский (Р), эмменталь, грюйер, аппенцеллер (Шв), гергардсост (Ш), грюйер де комте, бофор (Ф), альпийский (А), ярлсберг (Нор)
1.3	Со средней Т второго нагревания (46–50°C), В – 40–43 %, ВОМ – 57–61 %, м/к и п/к, рисунок средних размеров	Горный, украинский, карпатский (Р), азиаго, фонтина (И)
1.4	С низкой Т второго нагревания (36–42°C), В – 42–46 %, ВОМ –58–63 %, мезофильные м/к. Рисунок мелкий овальный или неправильный, рН после прессования 5,5–5,9	Голландский (круглый и брусковый), костромской, ярославский, степной, эстонский, угличский, буковинский, сусанинский (Р), эдам, гауда (Н), данбо, финбои марибо (Д), турунмаа (Фин)
1.5	С высоким уровнем молочнокислого брожения (рН после прессования 4,8–5,3). М/к, в основном мезофильные	
1.5.1	С чеддаризацией сырной массы, В – 42–46 %, ВОМ – 52–62 %, без рисунка	Чеддар, чешир, лестер, глостер, данлоп, ланкашир, карфилли (ОК)
1.5.2	Без чеддаризации сырной массы, В – 42–43 %, ВОМ – 59–60 %, рисунок неправильный, угловатый	Российский, русский, кубань (Р), свесия (Ш)
2	ПОЛУТВЕРДЫЕ Созревают при участии м/ф поверхностной слизи и мезофильных м/к. В – 44–46 %. Формуются наливом. Рисунок угловатый, неправильный. Вкус острый, аммиачный. Самопрессующиеся	Пикантный, латвийский (Р), тильзит (Г), брик (США)
3	МЯГКИЕ В – 46–82 %, в основном самопрессующиеся	
3.1	Свежие кисломолочные. В – 57–82 %, кислотное, сычужно–кислотное свертывание, м/к, не созревают	Любительский, моале, останкинский, клинковый, молдавский, чайный, домашний творог (Р), коттедж, кембридж (ОК), петит суес (Ф), фромаже фре (Бел), кесо бланке (ЛА)
3.1.1	Диетические С мезофильными м/к, бифидобактериями и /или ацидофильной палочкой	«Айболит», славянский (Р)
3.2	Грибные С участием плесневых грибов. Вкус острый, грибной	
3.2.1	Плесень на поверхности. Созревают 7–14 суток	Русский камамбер, белый десертный (Р), бри, камамбер, карре де'ест, невштатель, шаурс (Ф)
3.2.2	Плесень по всей массе сыра	Рокфор (Р), голубой (голубой прожилочный), горгонзола (И), стильтон (ОК), данаблю, мицелла (Д), гаммерост (Нор), аделост (Ш), эдельпильтц (А), тироллер–грау (Г), кабралес (Ис)
3.3	Слизневые сыры. В – 46–65 %, вырабатывают с м/ф поверхностной слизи и/или плесневых грибов. Вкус острый, аммиачный	Смоленский, дорогобужский (Р), бри, мароль, сэн–полен, мюнстер (Ф), вашерен монт д'ор (Шв), эрв, лимбургский (Бел), ромадур (Г), бель пазе (И), трапист (П)
3.4	Сывороточные. Свертывание термокислотное	Адыгейский (Р), рикотта (И), бруност (Нор)
3.5	Сливочные. В – 56–72 %, свертывание сычужно–кислотное. Концентрирование молока центробежными и ультрафильтрационными методами	Сладкий, фруктовый (ягодный), «Метелица» (Р), крим (ОК)

4	РАССОЛЬНЫЕ Содержание соли от 3 до 8 %, В – 50–55 %	
4.1	Без чеддаризации и плавления. Консистенция однородная, слегка ломкая	Брынза, грузинский, имеритинский, карачаевский, лиманский, осетинский, столовый, чанах (Р), белый десертный (Б), фета (Гр), домиати (Е), телемаа (Рум)
4.2	С чеддаризацией и плавлением. Консистенция волокнистая, упругая	Сулугуни, слоистый, чечил (Р), качкавал (Б), моззарелла, проволоке (И) касери (Гр)
5	ИЗ ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА Твердые, с плесенью, рассольные	
6	ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА Свежие, сывороточные, рассольные	
7	ИЗ БУЙВОЛИНОГО И СМЕСИ БУЙВОЛИНОГО МОЛОКА С КОРОВЬИМ Рассольные, свежие	
Примечание: 1 Страны, в которых начали вырабатывать сыр: А – Австрия; Б – Болгария; Бел – Бельгия; Г – Германия; Гр – Греция; Д – Дания; Е – Египет; И – Италия; Ис – Испания; А – Латинская Америка; Н – Нидерланды; Нор – Норвегия; ОК – Великобритания; П – Польша; Р – Россия и страны ближнего зарубежья; Рум – Румыния; Ф – Франция; Фин – Финляндия; Ш – Швеция; Шв – Швейцария		2. Т – температура; В – содержание влаги в сыре; ВОМ – содержание влаги в сырной массе без жира; м/к – молочнокислые бактерии; п/к – пропионовокислые бактерии м/ф – микрофлора.

В эту классификацию мы предлагаем внести комбинированные и суве-
нирные сыры.

2.2. Технология твердых сычужных сыров

Твердые сычужные сыры подразделяют на терочные, с высокой, средней и низкой температурой 2-го нагревания, а также с низкой температурой 2-го нагревания и высоким уровнем молочнокислого брожения, с чеддаризацией сырной массы и без чеддаризации.

Терочные сыры

Отечественные предприятия иногда выпускают терочный зеленый сыр с порошком голубого донника (тригонеллы). Рынок России располагает терочными сырами производства Западной Европы: Италии, Греции, Франции, Швейцарии и др. Ассортимент терочных сыров достаточно обширен, цены стабильно высокие. Натертые в виде стружки или порошка они являются хорошей приправой в кулинарии.

Специализированные сыродельные модули могут производить терочные сыры в летнее время, в т.ч. и на экспорт.

Биотехнологические особенности.

Особенностью этих сыров является строгий отбор качественного молока, в том числе и по микробиологическим показателям.

Сыры готовят из сычужного сгустка, они имеют низкую влажность, поэтому режимы пастеризации молока щадящие, а некоторые сыры готовят из непастеризованного молока с обязательным его созревaniem.

Главной отличительной особенностью технологии терочных сыров является подбор бактериальной закваски, преимущественно из молочнокислых па-

лочек, термофильных стрептококков и пропионовокислых бактерий. На создание оптимальных условий для развития и функционирования этой микрофлоры и направлены все технологические приемы: высокая температура 2-го нагревания (54–56°C); формование из пласта, образуемого под слоем сыворотки; крупные размеры головок сыра, препятствующие быстрому их охлаждению; длительное прессование (12–14 ч) при повышенном давлении; посолка в рассоле до содержания соли в сыре 1,5–2,0%; длительное созревание – не менее 6 мес., для некоторых 1 год и более.

Молочнокислые палочки, имеющие высокую протеолитическую способность, обеспечивают более глубокое расщепление казеина. Длительное созревание приводит к высокому содержанию свободных аминокислот и летучих жирных кислот.

Некоторые терочные сыры обладают сладким, сладковато–пряным и острым вкусом и резко выраженным сырным ароматом. Образующиеся газы (углекислый, водород и др.) обеспечивают появление в сыре правильного рисунка.

Для снижения усушки сыров их смазывают растительным маслом, молочным жиром, покрывают адгезионными белковыми или полимерно–парафиновыми сплавами и прочими эмульсиями. Однако, потеря влаги при длительном периоде созревания создает твердую, ломкую консистенцию с единичными мелкими глазками. Некоторые сыры не поддаются порционированию на ломтики, поэтому сыр перед употреблением растирают в порошок или измельчают в форме стружки.

Производство терочных сыров вполне можно организовать на мини–заводах, особенно в горных и предгорных районах, где имеется высококачественное, богатое по составу и содержанию сухих веществ молоко с альпийских и субальпийских пастбищ. В нашей стране разработана технология горного, горноалтайского и кавказского терочных сыров, однако они практически не выпускаются, отсутствует описание их технологии и в действующем сборнике технологических инструкций по производству твердых сыров.

Горный терочный сыр изготавливают из пастеризованного молока альпийских лугов. Сычужный сгусток получают в течение 25–35 мин при 32–35°C, после чего режут на зерно размером 2–3 мм в поперечнике. Перед 2–м нагреванием зерно вымешивают 30–40 мин до повышения кислотности сыворотки на 1,0–1,5°Т.

Температура 2–го нагревания 54–56°C, которую обеспечивают нагреванием паром или внесением горячей (75–85°C) воды. Продолжительность 2–го нагревания 25–40 мин, после чего вновь зерно вымешивают в течение 40–80 мин до максимально низкой влажности (38–40%).

Сыры формуют из пласта под слоем сыворотки 20–30 мин, затем пласт разрезают на куски и помещают их в формы.

Прессуют сыр при давлении 0,2–0,5 МПа от 12 до 24 ч с 4–6 перепрессовками.

Солят в рассоле 18–20% концентрации, а если влажность сыра из–под пресса все же высокая, то натирают головки сыра сухой солью.

Срок созревания не менее 6 мес., но чаще всего 1 год и более. Для созревания сыр иногда натирают молочным жиром, растительным маслом, парафи-

нируют или упаковывают в термоусадочную пленку. По мере плесневения сыры моют и наводят корку. Сыр к концу созревания имеет очень твердую консистенцию, резко выраженный вкус и аромат.

Перед потреблением растирают на специальных терочных машинах. В растертом виде служит в качестве острой приправы.

Содержание жира в сухом веществе не менее 50%, влаги не более 38%, поваренной соли 1,3–1,6%.

Технология горноалтайского сыра близка к технологии сыра горного, отличие состоит в форме и размерах головок.

Кавказские терочные сыры бывают двух видов: средней (90 суток созревания) и высшей зрелости (180 суток).

Готовят данный вид сыра из пастеризованного молока. Сычужный сгусток получают при 32–34°C в течение 32–34 мин, после чего разрезают на достаточно крупное зерно (5–6 мм в поперечнике). Вымешивают до начала 2-го нагревания 25–30 мин и повышения кислотности сыворотки на 1,5–2,0°Т.

Второе нагревание проводят при 50–52°C, после чего вымешивают еще 20–40 мин. Зерно обсушивают до характерного скрипа на зубах, затем формуют в пласт толщиной 15–20 см и подпрессовывают 15–20 мин при давлении 0,1–0,2 кПа.

Пласт разрезают на одинаковые куски со сторонами 25–30 см и оставляют для чеддаризации на 5–6 часов при 45–50°C. Формовочный аппарат для теплоизоляции накрывают 2 слоями серпянки, а сыворотку подогревают, не допуская охлаждения кусков сырной массы. По мере чеддаризации (через 30–50 мин) куски сырной массы укладывают в 2 ряда, периодически перемещая их по вертикали (снизу вверх). Выделяющаяся из сырных кусков сыворотка имеет возможность свободно вытекать и удаляться.

После чеддаризации куски сырной массы разрезают на ломтики или стружку и плавят в горячей (75–80°C) воде, сыворотке или в 12–14%-ном рассоле. Расплавленную массу помещают в формы и быстро охлаждают в холодной (12–14°C) воде.

Сыр солят 6–8 суток в концентрированной рассоле (18–20%) при температуре 10–12°C.

После 1–2 суточной обсушки сыр созревает первые 20 суток при 15–16°C, затем до конца срока созревания при 14–15°C в сухой камере. Во время созревания во избежание повышенных потерь массы головки сыра смазывают растительным маслом, молочным жиром или коптят холодным копчением. Зрелый сыр имеет 45% жира в сухом веществе, 38–49% влаги и 1,5–2,0% соли.

Технология твердых сычужных сыров с высокой температурой 2-го нагревания

Крупные сыры с высокой температурой второго нагревания и длительным сроком созревания традиционно относят к ломтевым сырам. Их изготовление достаточно сложное и трудоемкое, но получаемый продукт отличается исключительно высокими органолептическими показателями, долго сохраняется и дорого стоит. Для сыров с высокой температурой 2-го нагревания используется

только высококачественное молоко с горных, альпийских лугов и пастбищ, жирное, густое, ароматное.

Биотехнологические особенности.

Эти крупные сыры изготавливают как из молока сырого (швейцарский сыр), так и пастеризованного по щадящим температурным режимам (советский сыр), что обеспечивает возможность получения сыра с низким содержанием влаги при минимальной коагуляции сывороточных белков.

В состав бактериальных заквасок входят преимущественно термофильные молочнокислые палочки, стрептококки и бульонные культуры пропионовокислых бактерий. Для их развития создаются все необходимые условия: сычужное свертывание; мелкое сырное зерно (3–4 мм в поперечнике); высокая (52–58°C) температура 2-го нагревания; обсушка зерна до содержания влаги в сыре после прессования 38–40%; формование из пласта, образуемого под слоем сыворотки, крупных головок сыра. Такое формование препятствует проникновению в сыр воздуха и посторонней микрофлоры. Это, в свою очередь, создает оптимальные условия для прохождения молочнокислого брожения и препятствует окислительным процессам.

Самопрессование сыров в формах длится 30–40 мин, после чего сыр прессуют от 4–6 до 16–18 часов с 4–8 перепрессовками.

Сыры солят в рассоле с концентрацией соли 18–20% при температуре 8–10°C. Обсушка сыра после посолки в течение 3 суток.

Процесс созревания сыров с высокой температурой 2-го нагревания проводят по ступенчатым режимам: 15–20 суток при 10–12°C; следующие 5–10 суток – при 17–18°C, после чего на 20–40 суток сыр помещают в бродильную камеру. При созревании этих сыров применяют выдержку в бродильной камере с температурой 22–25°C и относительной влажностью воздуха 92–95%. В бродильной камере интенсифицируются молочнокислый и пропионовокислый процессы, создается типичный рисунок с крупными глазками. После бродильной камеры сыры до конца созревания выдерживают при 10–12°C и относительной влажности воздуха 80–85%.

Общая продолжительность созревания сыров с высокой температурой 2-го нагревания составляет от 4 до 6 месяцев. Зрелые сыры имеют выраженный сладковато-пряный вкус, хорошо развитый рисунок, пластичную, мягкую консистенцию. В зрелых сырах высокое содержание аминокислот со сладким или сладко-пряным вкусом и ароматом (глутаминовая кислота, пролин, оксипролин и др.), которые и создают характерный вкус и аромат этих сыров. В них также образуется повышенное содержание летучих жирных кислот (уксусной, пропионовой), углекислого газа и водорода, что способствует развитию крупных глазков диаметром 10–15 мм.

Ассортимент сыров данного типа многообразен, характеристика некоторых из них приведена в табл. 2.2. Этим показателям должны соответствовать и сыры, вырабатываемые на мини-заводах и специализированных модулях малой мощности.

Швейцарский сыр, как правило, изготавливается из непастеризованного молока. Молочную смесь нормализуют из расчета получения в готовом сыре не менее 50% жира. В смесь внести закваску для сыров с высокой температурой

второго нагревания, хлористый кальций 20–40 г на 100 л молока и селитру 10–30 г на 100 л молока, нагреть до 32–34°C и внести сычужный фермент из расчета образования сгустка примерно за 30 мин. Готовый сгусток разрезать на кубики и поставить зерно размером 3–5 мм. Удалить до 30% сыворотки, вымешивать 20–60 мин до повышения кислотности сыворотки 13–13,5°Т.

При необходимости массу можно раскислить пастеризованной водой. Второе нагревание до 55–58°C проводят в течение 20–30 мин, повышая температуру на 1°C в 1 мин. Вымешивать зерно еще 20–60 мин до кислотности 14,5°Т. Сырное зерно становится плотным, упругим, при дегустации сильно скрипящим на зубах.

Сыр формируют из пласта, образуемого под слоем сыворотки. При использовании котлов с шарообразным дном сырное зерно интенсивно перемешивают до образования конуса зерна в сыворотке. Конус вынимают серпянкой, один конец которой намотан на стальную гибкую ленту. Серпянку стягивают, всю массу помещают в форму–обечайку и накладывают сверху круг.

Прессование проводят в течение 10–14 ч, делая 7–8 перепрессовок: первую через 5 мин, вторую через 30 мин третью через 1 ч, четвертую через 1,5 ч и следующие через 3 ч. Первые 5 перепрессовок делать во влажные серпянки, последние в сухие. Отпрессованный сыр маркируют с указанием даты и номера выработки.

Солят сыр сначала сухой солью или соляной гущей в твердой форме–обечайке. Продолжительность 1–3 суток. Затем в рассоле с концентрацией 18% и температуре 8–12°C в течение 4–5 суток. Посоленный сыр обсыхает на стеллажах двое–трое суток при 10°C и влажности воздуха 90–95%.

Таблица 2.2.

Основные показатели некоторых твердых сычужных сыров с высокой и средней температурой 2-го нагревания

Наименование сыров	Содержание, %			Форма головок	диаметр	Размеры, см			Масса головок	Температура 2-го нагревания, °С	Срок созревания, сут.	Температура созревания, °С	Внешний вид
	жира в сухом веществе не менее	влаги не более	соли			длина	ширина	высота					
Швейцарский	50	42	1,5–2,5	низкий цилиндр	65–80	–	–	12–18	40–90	55–58	180	11 и 17	прочн. сухая корка
Советский	50	42	1,5–2,5	брусок	–	48–50	18–20	12–17	11–18	52–55	90	11 и 22	прочн. сухая корка
Алтайский	50	42	1,5–2,5	низкий цилиндр	32–36	–	–	12–16	12–18	50–54	120	11 и 23	прочн. корка
Московский	50	42	1,5–2,5	высокий цилиндр	15–18	–	–	40–50	8–10	50–54		11 и 18	корка
Кубанский	50	41	1,5–2,0	высокий цилиндр	15–18	–	–	40–50	8–10	48–54	60	11 и 18	корка
Горный	50	42	1,3–1,6	брусок	–	36–39	16–17	12–13	7,5–9,0	47–55	60	11 и 18	корка
Бийский	45	43	1,0–1,5	брусок	–	26–29	26–28	12–15	8–11	47–56	60	11 и 20	корка

Созревание сыра осуществляется вначале при 10–12°C в течение 15–20 суток с переворачиванием через каждые 3 суток и подсаливанием верхнего полотна головки соляной гущей. Каждый раз сыр укладывается на сухие чистые круги. Затем сыр созревает при температуре 16–18°C и относительной влажности 85–90% в течение 10–15 суток. Далее сыр помещается в так называемую парилку – бродильная камера с температурой 20–24°C и влажностью 90–95% на 30 дней. В парилке сыр переворачивается ежедневно. Периодически 1 раз в неделю подсаливается сухой солью верхнее полотно, образующийся рассол растирается. Ход процесса созревания и образования рисунка оценивают простукиванием сыра серебряным молоточком или ложкой по специфическому, характерному звуку.

Из парилки сыр перемещается в камеру температурой 10–12°C и влажностью 85–95%. Здесь его выдерживают до полной зрелости, переворачивая и оmyвая еженедельно, а к концу один раз в две недели. Деревянные круги периодически моют, обрабатывают кипятком и дезинфицируют.

Срок хранения готового сыра при 4–6°C до 1 года.

Советский сыр изготавливается по технологии, близкой к технологии швейцарского, только из пастеризованного молока высокого качества.

В нормализованную смесь вносится 20–40 г раствора дихлорида кальция на 100 л молока, 0,2–0,3% стрептококковой закваски, 0,1–0,3% молочно-кислых палочек, бульонная культура пропионовокислых бактерий (1–2 мл на 5 т молока) и при необходимости 10–30 г селитры на 100 л молока. Кислотность смеси перед свертыванием не должна быть более 19°Т. Температура свертывания 32–34°C, расчетное время образования сгустка 25 – 30 мин.

Сгусток аккуратно режется и ставится зерно размером 4–5 мм в течение 15–20 мин. Отбирается до 20% сыворотки, проводится вымешивание до 30 мин для нарастания кислотности на 1–1,5°Т. Температура второго нагревания 52–55°C. Обсушивают (вымешивают) зерно после второго нагревания в течение 50–80 мин до содержания влаги 38–40% (почти полная потеря клейкости зерна). При быстром повышении кислотности массу необходимо раскислить пастеризованной водой.

Сыр формуют из пласта, образованного под слоем сыворотки. Пласт подпрессовывают при давлении 0,1–0,2 кПа в течение 30–40 мин и разрезают на бруски, которые укладывают в формы. Сыр оставляют на 15–45 мин для самопрессования, переворачивают, маркируют и прессуют.

Продолжительность прессования 4–6 ч при 3 – 5-ти перепрессовках. К концу прессования давление возрастает до 50–60 кПа. При необходимости поверхность сыра между перепрессовками охлаждается холодной водой.

Отпрессованные сыры взвешивают, охлаждают в течение 1–2 суток и солят в рассоле 20%-ной концентрации при температуре 10–12°C в течение 4–6 суток (в зависимости от влажности свежотпрессованного сыра).

Созревает сыр в бродильной камере при 20–25°C и относительной влажности 92–94% в течение 30 дней. Через каждые 3–5 дней сыр моют водой с температурой 30–40°C, переворачивают и досаливают мелкой солью. Затем сыр до конца созревания выдерживается при 10–12°C. Ход созревания

контролируется простукиванием и по внешнему виду – подъем верхнего полотна корки. Для уменьшения усушки головки сыра рекомендуется покрыть сплавом типа СКФ–15 или смазать маслом. Можно упаковать в полимерную пленку.

Срок хранения сыра при температуре 4–6°C до 3 месяцев.

Технология других крупных сыров швейцарского типа и сыров в унифицированных формах отличается от советского сыра незначительно.

Алтайский сыр вырабатывают по технологии, близкой к технологии швейцарского сыра. Температура второго нагревания 50–54°C, влажность зрелого сыра 38–40%.

Московский и кубанский сыры вырабатывают по технологии, близкой к технологии советского и алтайского сыров. Сыр имеет рисунок в форме шарообразных глазков диаметром 4–6 мм. Вкус готового сыра сладковатый, пряный.

Сыры со средней температурой 2-го нагревания

Эта немногочисленная группа сыров занимает среднее положение между сырами с высокой и низкой температурой 2-го нагревания и представлена сырами горный, кубанский, украинский, карпатский, масдам, фонтина, азиго и некоторыми другими. В России наиболее распространен сыр горный (не путать с горным терочным и горноалтайским).

Биотехнологические особенности.

Сыры этого вида вырабатывают из зрелого, нормализованного молока, пастеризованного при 72–74°C с выдержкой 15–20 с. В некоторые сыры (горный) вносят разнообразные микроэлементы для коррекции состава молока и приближения его к составу молока с альпийских лугов.

Температура 2-го нагревания 48–50°C, что обеспечивает содержание влаги в сыре на уровне 40–42%.

Формуют сыры из пласта для получения правильного рисунка с шаровидными глазками диаметром 10–12 мм.

Созревают сыры 2 и более месяца, в том числе при 20–25°C в первый период созревания. Из-за более глубокого расщепления белков молочнокислыми палочками образуется значительное количество свободных аминокислот и пропионовой кислоты, последняя – в результате сбраживания лактатов и гидролиза жиров.

Сыр горный можно вырабатывать по ТУ 4971–80 и по усовершенствованной технологии созревания ТУ РСФСР 21–283–91 и ТИ 10 РСФСР 21–354–91. Производство горного сыра отличается тем, что технология сыра по ТУ 491–80 приближается к технологии сыра с высокой температурой 2-го нагревания (47–50°C) и более низкой влажностью (из-под пресса – 41–43%, в зрелом виде 37–39%). Продолжительность созревания не менее 60 суток.

Производство горного сыра по ТУ 21–283–91 приближается к технологии сыра с низкой температурой 2-го нагревания (45±1°C), влажностью из-

под пресса – 42–44%, в зрелом виде не более 42%. Продолжительность созревания 45 суток.

В промышленности сыр горный вырабатывают, чаще всего, по усовершенствованной технологии из зрелого пастеризованного молока с внесением смеси бакзаквасок БП – Углич–4 от 0,1 до 0,3%, ТМБ от 0,3 до 0,5%, до 1% *Lbm. plantarum*. сычужным свертыванием молока при 32–34°C.

В молоко вносят раствор смеси хлористых солей микроэлементов из расчета 4,3 г на 1 т молока. Состав смеси: $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,57 г; $\text{ZnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – 1,34 г; $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,10 г; $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 2,30 г. Соли растворяют в воде, пастеризованной при 70–75°C и вносят в молочную смесь в сыроизготовитель перед внесением бактериальной закваски.

Зерно ставят размером 5–10 мм, температура 2-го нагревания 44–46°C, прессование 2–4 ч. Влажность свежепрессованного сыра 42–44%.

Продолжительность посолки сыра в рассоле 18–20%-ной концентрации $3,5 \pm 0,5$ суток до содержания соли в сыре 1,3–1,5%. В начале (10–15 суток) сыр созревает при 10–12°C. Затем его выдерживают в бродильной камере при $23 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 20–30 суток. Следующие 15–20 суток сыр созревает при 10–12°C.

Рисунок в зрелом сыре – круглые глазки средних размеров (4–5 мм).

Другие сыры данной группы – украинский и карпатский, имеющие сходные технологии, в России практически не вырабатываются.

Твердые сычужные сыры с низкой температурой второго нагревания

Биотехнологические особенности.

К этой группе сыров относятся мелкие твердые сыры, изготовленные из зрелого пастеризованного при 72–76°C молока сычужным свертыванием.

Применяют стрептококковую бактериальную закваску для мелких твердых сыров с низкой температурой 2-го нагревания, которую вносят в количестве 0,5–1,0% к массе молочной смеси.

Сырное зерно ставят размером 6–10 мм в поперечнике, в зависимости от вида сыра.

Второе нагревание проводят при умеренной (38–42°C) температуре. Обработку сырного зерна продолжают до влажности его 43–45%.

При изготовлении сыров с нежной консистенцией применяют операцию раскисления сыворотки водой, обеспечивают повышенное (44–46%) содержание влаги и частичную посолку в зерне. Температуру 2-го нагревания снижают до 38–39°C. Все это направлено на увеличение содержания в сыре связанной влаги.

Сыры согласно ГОСТ 7616–85 должны иметь правильный рисунок в виде круглых или слегка щелевидных, равномерно расположенных глазков диаметром 3–5 мм. Поэтому все сыры (кроме угличского) формуют из пласта, подвергают самопрессованию в формах в течение 30–45 мин, после чего прессуют 1,5–2,0 часа с одной или двумя перепрессовками или смещением

местоположения дренажной вставки на поверхности сыра.

Солят сыры в концентрированном (18–20%) рассоле в течение 2–3 суток при 10–12°C и относительной влажности воздуха 90–95%.

Созревают эти сыры под действием лактококков, которые имеют более низкую биохимическую активность, чем молочнокислые палочки.

Температурно–влажностные нормы созревания мелких твердых сыров с низкой температурой 2–го нагревания.

Нормальное прохождение процесса созревания твердых сычужных сыров для получения высококачественного продукта возможно только при соблюдении следующих режимов.

Созревание в первый период проводится в течение 15–20 суток при 10–12°C и относительной влажности воздуха 80–85%. Низкие температуры сдерживают интенсивность брожения и излишнего газообразования в сырной массе в период, когда она еще грубая, твердая. Интенсивное газообразование может привести к вспучиванию и разрывам сырного теста.

Затем 30 суток сыр созревает при температуре 14–16°C и относительной влажности воздуха 80–85%. В этот период сырная масса становится достаточно мягкой, пластичной и газообразование создаст рисунок в сыре в виде равномерно расположенных глазков. Далее сыр необходимо охладить до 8–10°C (или переместить в подвал) и выдерживать при относительной влажности воздуха 75–85%. В течение первых 3 недель сыр следует переворачивать каждую неделю, а затем – каждые 12 суток. По мере плесневения (через 11±1 сут) сыры моют теплой (30–40°C) водой, обсушивают и, при необходимости, наводят корку. Сыр парафинируют красным, рубиновым или желтым цветом либо, если вырабатывают бескорковый сыр, то после обсушки головки упаковывают под вакуумом в термоусадочные пленки этих цветов.

Температурно–влажностные режимы созревания сыров устанавливают и поддерживают с помощью пристенных батарей, кондиционеров или воздухоохладителей (напольных или потолочных). Влажность воздуха в подвале легко регулировать распылением воды или с помощью размещенных на полу опилок.

Вкус и запах сыров с низкой температурой 2–го нагревания выраженный, сырный, допускается слабая кислотность, консистенция мягкая, упруго–пластичная.

Мелкие твердые сыры с низкой температурой второго нагревания вырабатываются в промышленных условиях под разными наименованиями практически по близкой технологии (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Основные технологические параметры производства сыров с низкой температурой 2–го нагревания

Показатель	Сыр
------------	-----

духа камер созревания, %										
Температура созревания до кондиционной зрелости, °С	10–12	10–12	10–12	10–12	10–12	–	10–12	–	10–12	–
Относительная влажность воздуха камер созревания, %	80–85	80–85	80–85	80–85	80–85	–	80–85	–	80–85	–

Общая технологическая схема производства твердых сычужных сыров приведена на рис. 2.1.

Форма, размеры и масса отечественных твердых сычужных сыров с низкой температурой 2-го нагревания даны в табл. 2.4.

Для изготовления голландского круглого и брускового сыров требуется свежее молоко высокого качества кислотностью не выше 20°Т, нормальное по сычужно-бродильной пробе. Молоко после очистки и охлаждения до 10–12°С оставить для созревания, затем составить смесь по жиру. Если молоко сборное или сомнительного качества, его необходимо пропастеризовать и охладить до 32–34°С. В смесь вносят 0,5–1% бактериальной закваски чистых культур для мелких сыров и раствор хлористого кальция из расчета 25 г сухой соли на 100 л молока. При сомнительном и недостаточно высоком качестве исходного молока рекомендуется внести селитру (калий или натрий азотнокислый) не более 20 г на 100 л молока. Раствор фермента вносится из расчета свертывания молока за 30 мин. Смесь тщательно перемешивают и оставляют в покое для образования сгустка. Готовность сгустка определяют пробой на излом, верхний слой перевертывают съемным ковшом на глубину 3–4 см, выдерживают 3–5 мин и начинают разрезку вертикальными и горизонтальными лирами механически или вручную.

Вначале разрезку ведут медленно, а затем скорость можно увеличить. Разрезку заканчивают при постановке зерна размером 5–7 мм. Определить кислотность сыворотки, которая должна быть 10–11°Т. Отлить 30% сыворотки, сдвинув осторожно зерно лирой к одному краю ванны. Сыворотку отливают быстро (за 2–3 мин) сифоном или ведром. Размешивают зерно осторожно, не допуская комкования, и вымешивают 10–20 мин. За это время кислотность сыворотки должна нарасти на 1–1,5°Т. Если кислотность не достигла этого уровня, вымешивание продолжают. При быстром нарастании кислотности нужно отлить еще 10–20% сыворотки и внести нагретую до 65–80°С воду (5–15% к количеству перерабатываемой смеси). Вода понизит кислотность массы и нагреет ее до 38–41°С. Воду вливать, медленно разбрызгивая по всей поверхности. Если температура не достигла указанного значения, то массу подогревают паром или горячей водой. Вымешивают зерно еще 30–50 мин до кислотности 14–16°Т.

Окончание обработки зерна определить пробой на упругость и клейкость – «на сжатие и растирание». Сырное зерно к концу обработки должно

быть в диаметре 4–6 мм.

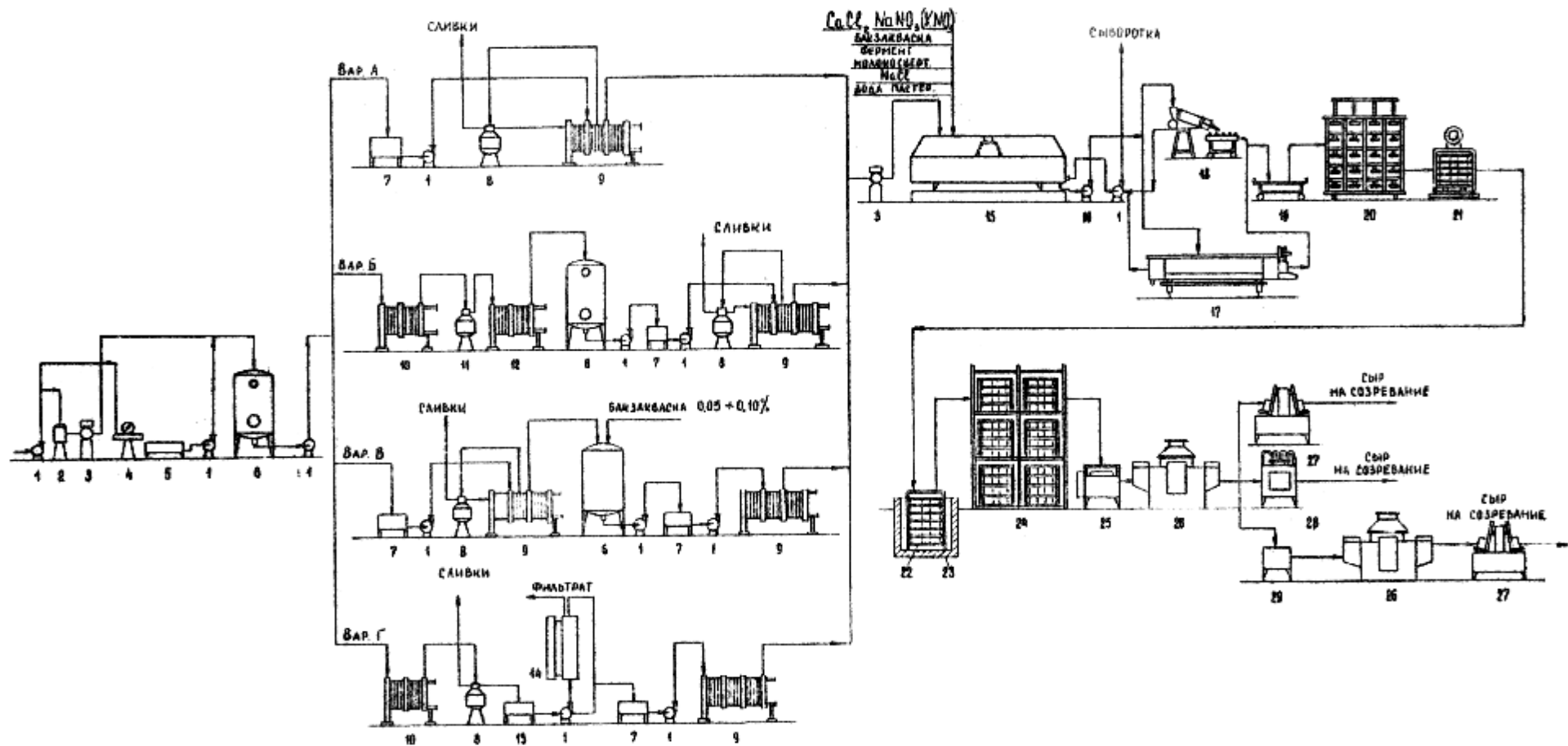


Рис. 2.1. Технологическая схема производства твердых сыров

1–насос, 2–воздухоотделитель, 3–счетчик для молока, 4–весы, 5–ванна для молока, 6–резервуар, 7–бачок уравнивающий, 8–сепаратор–нормализатор, 9–пастеризатор, 10–подогреватель, 11–сепаратор–молокоочиститель, 12–охладитель, 13–промежуточная емкость, 14–ультрафильтрационная установка, 15–сыродельная ванна, 16–насос для перекачивания сырного зерна, 17–формовочный аппарат, 18–отделитель сыворотки, 19–тележка для самопрессования, 20–пресс, 21–весы, 22–контейнер для посолки сыра, 23–бассейн соляный, 24–контейнеры (стеллажи) для созревания сыра, 25–машина для мойки сыра, 26–сушилка для сыра, 27–парафинер, 28–вакуумупаковочный аппарат, 29–аппарат для нанесения латексного покрытия на сыры

Таблица 2.4 – Основные показатели некоторых мелких твердых сыров

№ пп	Наименование сыров	Содержание, %			Форма головок	Размеры, см				Масса головок, кг	Срок созре- вания, суток	Темпе- ратура, созрева- ния, °С
		жира в сухом веществе не менее	влаги не более	соли		диаметр	длина	ширина	высота			
1.	Голландский: брусковый малый	45	44	1,5–3,0	брусок	–	24–30	12–15	9–12	2,5–6,0	45–60	12±2
	брусковый большой	45	44	1,5–3,0	брусок	–	11–14	11–14	6– 8	1–2	60	12±2
	круглый	50	43	1,5–3,0	шар	12–16	–	–	10–16	1,8–2,5	45 или 75	12±2
	лилипут	50	43	1,5–3,0	шар	7–8	–	–	8– 10	0,2–0,3	30–45	12±2
2.	Степной	45	44	2–3	брусок	–	26–28	26–28	9–11	6,5–9,5	75	12±2
3.	Пошехонский	45	44	1,5–2,5	цилиндр	24–28	–	–	8–11	3,5–7,5	30	12±2
4.	Костромской	45	44	1,5–2,5	цилиндр	24–28	–	–	8–11	3,5–7,5	45	12±2
5.	Ярославский	45	44	1,5–2,5	цилиндр	8–10	–	–	25–30	2,0–3,0	60	11 ±2
6.	Угличский	45	45	1,5–2,5	брусок	–	24–30	12–15	9–12	2,5–6,0	60	13±1
7.	Буковинский	45	44	2,5	цилиндр брусок	12–14	24–30	12–15	40–45 9–12	4–6 2,5–6,0	30	13±1
8.	Сусанинский	45	48	1,5–1,8	брусок	–	11– 14 24–30	11– 14 11–15	6– 8 6–10	1– 1,5 2–5,5	15	13±1

Голландские сыры формуют из пласта, образованного под слоем сыворотки без доступа воздуха. Формование проводят в ванне путем сдвига зерна под слоем сыворотки до толщины 20 см и закрепления пласта доской или в формовочных аппаратах. Пласт выравнивают, застилают серпянкой, накладывают щиты металлические или деревянные и груз. В качестве груза можно использовать чистые фляги с водой или сывороткой. Отделившуюся сыворотку удаляют, пласт подпрессовывают 15–20 мин при давлении 1–2 кг на 1 кг сырной массы. Освободив пласт от груза, щитов и серпянки, аккуратно обрезают закраины и режут на головки (бруски) из расчета 26 кг смеси на 1 головку голландского круглого или 60 кг на 1 головку брускового сыра.

Куски сырной массы аккуратно и быстро вложить в перфорированные формы, накрыть крышками и оставить на столе на 30 мин для стекания сыворотки и самоуплотнения. Через 15 мин формы перевернуть крышкой вниз, а затем через 30–45 мин вернуть в исходное положение. Если используются неперфорированные формы, каждую головку завернуть в салфетку из бязи или лавсана. Прессование сыра начинают с нагрузки 5–10 кг на 1 кг сырной массы, а затем через каждые 30 мин давление постепенно увеличивать до 15–20 кг на 1 кг массы. Через 40–60 мин сыр перепрессовать, заменить салфетки и наложить маркировку из цифр. Салфетки простирать в теплой воде и отжать. Общая продолжительность прессования определяется прекращением выделения сыворотки. Сырные головки становятся плотными, поверхность их суховатая, соломенно-желтого цвета. Содержание влаги должно быть 43–45%. Отпрессованные сыры взвешиваются и направляются на посолку.

Перед посолкой сыр рекомендуется охладить, в чистой, холодной воде в течение 4–6 час, а затем опустить в рассол. Температура рассола 8–12°C, концентрация соли–18%. При посолке сыр всплывает и поэтому сыры сверху нужно закрыть серпянкой и посыпать чистой солью. Можно наложить деревянные щиты. Рассол, особенно в начале посолки, перемешивают для равномерного просаливания головок и исключения ослизнения поверхности. Температуру рассола поддерживают на уровне 10, но не выше 12°C.

Продолжительность посолки голландского круглого сыра составляет 2–3 суток, брускового 5–6 суток. При посолке сыр теряет 4–5% массы за счет выделения сыворотки. При посолке сухой солью убыль составляет 6–7%. Если рассол готовить на пастеризованной и охлажденной сыворотке, потери массы будут меньше, а вкус сыра – более выраженным и острым.

Посоленный сыр обсушивают на стеллажах, выдерживая 2–3 суток при температуре 8–12°C и относительной влажности 90–95%. Затем сыры помещают на 15–20 суток в камеру созревания с температурой воздуха 10–12°C и относительной влажностью воздуха 85–90%.

Созревание сыра проводят в специальных контейнерах с полками Я1–ОСБ. Можно использовать стеллажи. Для круглого сыра полки должны иметь форму желоба, что предохраняет сыры от нарушения формы. Затем сыры на 30 дней перемещают в камеру с температурой 14–16°C и относительной влажностью воздуха 80–85%. В конце созревания сыров температура воздуха должна быть 10–12°C и влажность 85%. При невозможности соблю-

дения ступенчатого режима созревания сыры можно выдержать весь срок при 10–14°C и относительной влажности 80–90%.

При появлении на сырах слизи и плесени, обычно через 10–15 суток созревания, их моют в теплой 30–40°C воде, обсушивают и помещают на сухие чистые полки контейнеров. Периодически через 2–5 суток сыры переворачивают, что предупреждает деформацию формы и подпревание корки.

Для сокращения затрат по уходу каждый сыр в возрасте 10–15 суток рекомендуется упаковать в пакеты из полимерной пленки. При появлении плесени сыр вынимают из пакетов, моют, обсушивают и помещают в чистые пакеты. Освободившиеся пакеты промывают, дезинфицируют в кипятке, просушивают и используют повторно.

Тепловая обработка обеспечивает наведение на сыре упругой, прочной, защитной корочки. Рекомендуется вымытые сыры опустить на 1–2 с в горячую воду и обсушить. Можно ополоснуть вымытый сыр в известковой воде. Полки–стеллажи нужно дезинфицировать для предупреждения появления осповидной и подкорковой плесени, а также сырного клеща (акара).

Общая продолжительность созревания голландского круглого сыра 75 суток, брускового– 60 суток. Срок созревания можно сократить до 45 суток применением специальных биопрепаратов, изготавливаемых централизованно.

Зрелые сыры маркируют и покрывают парафиновыми сплавами, например СКФ–15. Сыры можно упаковать в термоусадочную полимерную пленку под вакуумом со специальным зажимом. Потребителю сыры поставляются в ящиках, каждая головка обертывается бумагой.

Зрелые сыры содержат не менее 45–50% жира в сухом веществе, имеют влажность 39–41% и содержат 2–2,5% соли. Срок хранения сыра с момента выпуска в реализацию при температуре 4–6°C не более 2–х месяцев.

Буковинский сыр. Технология производства этого сыра близка к технологии голландского сыра. Молочная смесь перед свертыванием должна быть достаточно зрелой, но не более 20°Т. В состав бакзакваски, наряду со *Lac. lactis*, входят ароматобразующие *Lac. cremoris* и *Lac. diacetylactis*. Закваска вносится в количестве 0,7–1,5% к массе молочной смеси.

Температуру 2–го нагревания 34±1°C обеспечивают внесением воды с температурой 65°C в количестве от 8 до 15% к объему смеси.

Кислотность сыворотки после разрезки сгустка должна быть 11–12°Т, к моменту начала 2–го нагревания – 13–13,5°Т, и концу обработки – не выше 13–14°Т.

Формование этого сыра допускается в формах для голландского брускового сыра насыпью или из пласта.

Самопрессование в течение 20–50 мин, после чего прессуют 2–3,5 ч при давлении от 3,5 в начале до 120 кПа в конце процесса прессования. В это время сыр 1–2 раза перепрессовывают, стараясь достичь хорошего замыкания поверхности. Влажность свежотпрессованного сыра составляет 44–48%, рН 5,4–5,7.

Сыр солят 3±1 сутки в рассоле при 10–12°C до содержания соли 2–2,5%, затем обсушивают 2–3 суток при 10–12°C и относительной влажности

воздуха 90–95%.

Созревает буковинский сыр сначала при $13\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 8–10 суток, после чего температуру в камере повышают на $1\text{--}2^\circ\text{C}$ на 5–7 суток. Остальное время сыр выдерживается при $10\text{--}12^\circ\text{C}$. Общая продолжительность созревания не менее 30 суток.

В зрелом сыре содержание влаги должно быть не более 44%, соли 2–2,5%, pH 5,5–5,7. Массовая доля жира не менее 45%.

Сусанинский сыр. Это полутвердый прессуемый сыр, технология подготовки смеси и изготовления которого близка к технологии буковинского сыра.

Температура сычужного свертывания $29\text{--}30^\circ\text{C}$, продолжительность 30 ± 5 минут. Зерно ставят размером 4–5 мм, при этом из сыроизготовителя удаляют 50% сыворотки, взамен вводят от 8 до 15% горячей (65°C) воды. Температуру 2-го нагревания доводят до $34\pm 1^\circ\text{C}$ и вымешивают сырную массу 20–30 минут.

Кислотность сыворотки после разрезки сгустка должна быть $11\text{--}12^\circ\text{T}$, к моменту начала 2-го нагревания – $13\text{--}13,5^\circ\text{T}$, и концу обработки $13,5\text{--}14^\circ\text{T}$.

Формуют наливом, насыпью или из пласта. Пласт подпрессовывают при давлении 1–2 кПа в течение 20–25 минут. Самопрессование сыров в формах 20–50 мин с одним перевертыванием через 15 мин и установкой форм на крышку.

Прессуют сусанинский сыр при давлении от 10 до 50 кПа в течение 45–60 минут до влажности сыра в конце прессования 44–46% и pH 5,4–5,7.

Сыр солят в концентрированном рассоле при $10\text{--}12^\circ\text{C}$ в течение 3 ± 1 суток до содержания соли 1,5–2,0%, затем 2–3 суток обсушивают в соляном помещении и перемещают в камеру созревания с температурой $13\pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажностью воздуха в ней 80–85%. Через 5–10 суток после мойки и обсушки сыр упаковывают в пленку или парафинируют.

Общая продолжительность созревания сыра не менее 30 суток. Массовая доля жира в сухом веществе зрелого сыра не менее 45%, влаги не более 48%, соли 1,0–1,8%, pH 5,1–5,4.

Сыры с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения

Биотехнологические особенности.

Твердые сычужные сыры с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения вырабатываются трех видов: с чеддаризацией в молоке и сгустке; в сырном зерне; в пласте. Технология этих сыров направлена на интенсификацию процесса развития лактококков и накопления ферментов.

Примером сыра с чеддаризацией в молоке и сгустке можно считать рассольный сыр брынзу.

К сырам с чеддаризацией в зерне относятся сыр российский, свесия и

др. Эти сыры вырабатывают из зрелого пастеризованного молока с добавлением 0,7–1,0% бакзакваски для мелких сычужных сыров. Мезофильные лактококки при развитии повышают кислотность смеси до 19–21°Т. Сычужный сгусток получают при 32–34°С за 30–40 минут. Сырное зерно ставят размером 6–7 мм в поперечнике. Температура 2-го нагревания 41–43°С, которое проводят медленно, в течение 30–40 мин. Продолжительность обсушки зерна после 2-го нагревания составляет 40–60 мин и проводится до содержания влаги в сыре из-под пресса 42–44%. Кислотность сыворотки с 13°Т (после разрезки сгустка) к концу обработки достигает 16–18°Т.

Для увеличения содержания связанной влаги в сырной массе в конце обработки удаляют 30–40% сыворотки и вносят 500–700 г поваренной соли на 100 кг смеси. Эти сыры, как правило, формуют насыпью сырного зерна в формы после предварительного отделения сыворотки.

Самопрессование длится 40–50 мин, прессование 10–12 ч с 3-мя перепрессовками. Такой режим прессования обеспечивает сбраживание лактозы за счет интенсивного развития лактококков.

Досаливают отпрессованные сыры в концентрированном рассоле 1,5–2 суток при 10–12°С. Иногда сыры предварительно охлаждают 4–5 ч в воде с температурой 10°С, после чего солят в рассоле.

После посолки в рассоле сыры оставляют в сухой камере (влажность воздуха 75–85%) на 10–12 суток при температуре 10–12°С, после чего парафинируют или упаковывают в термоусадочную пленку.

Зрелый сыр имеет выраженный сырный вкус и запах с характерной кислинкой, мягкую, нежную и пластичную консистенцию. Структура рисунка сыра представлена в виде многочисленных пустот угловатой формы.

Содержание влаги 39–41%, жира в сухом веществе 50%, соли 1,3–1,8%.

К сырам с чеддаризацией в пласте относятся чеддар, сулугуни, качкавал и др. Сырное зерно ставят достаточно крупное (7–10 мм для чеддара), что обеспечивает относительно высокое содержание в нем сыворотки, а следовательно, и лактозы. Кислотность сыворотки после разрезки сгустка и постановки зерна должна быть 13–17°Т, а в конце его обработки доведена до 18–20°Т. Температура второго нагревания 38–40°С, длительность обработки сырного зерна после второго нагревания 40–60 мин. Все это способствует интенсивному развитию микрофлоры и одновременно хорошей обсушке сырного зерна.

Дальнейшее развитие заквасочной микрофлоры и ферментов в сырной массе осуществляется при чеддаризации.

Чеддаризацию проводят при температуре, оптимальной для развития внесенной в молоко заквасочной микрофлоры. Обычно это 28–35°С, а иногда для некоторых видов сыров 33–38°С. Продолжительность – от 40 минут (для сулугуни при двойном внесении бакзакваски) до 4 часов (для чеддара и других твердых сыров), при этом обеспечивается свободное выделение и удаление сыворотки, а также газообразных продуктов брожения и окисления. За этот период основная часть лактозы сбраживается, а сырная масса обезвожи-

вается до содержания влаги 38–40%. В результате повышения кислотности сырной массы и обеднения ее кальцием она становится мягкой, пластичной, с глянцевой поверхностью. Таким образом, происходит быстрое повышение кислотности сырной массы за счет интенсивного развития микрофлоры, сбраживания лактозы, накопления молочной кислоты и ароматобразующих веществ. Одновременно образуется и выделяется значительный объем газообразных продуктов брожения (в основном – диоксид углерода), которые образуют многочисленные глазки и пустоты в сырной массе.

В данном разделе приводим технологию производства российского сыра и сыра чеддар, как наиболее приемлемые для производства их на малых предприятиях. Форма, размеры и масса российского сыра и сыра чеддар приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5 – Показатели формы, размеров и массы сыров с низкой температурой 2-го нагревания и высоким уровнем молочнокислого брожения

Сыр	Форма	Размер, см				Масса, кг
		длина	ширина	высота	диаметр	
Российский						
большой	Низкий цилиндр	–	–	16–18	34–36	11–13
малый	То же	–	–	13–15	26–28	7–9
Чеддар	Брусочек	35–37	27–29	16–19	–	16–22
большой						
малый	То же	27–29	11–13	8–10	–	2,5–4

Российский сыр менее требователен к качеству сырья, чем голландские и швейцарские сыры. Нормализованную смесь пастеризуют при температуре не выше 72°C, охлаждают до 32–34°C, вносят 0,7–1,5% бакзакваски для мелких сыров и 20–40 г хлористого кальция на 100 л смеси. Кислотность смеси перед внесением сычужного фермента должна быть 19–21°Т. Продолжительность свертывания 30–40 мин. Готовый сгусток разрезают 10–15 мин до размера зерна 6–8 мм. Оставляют на 1–3 мин в покое и удаляют до 30% сыворотки. Кислотность сыворотки 13–14°Т. Массу вымешивают до повышения кислотности на 1–1,5°Т обычно в течение 20–40 мин. Температура второго нагревания 41–43°C, продолжительность 35–40 мин. Обработку зерна проводят за 30–50 мин до кислотности сыворотки 16–18°Т. При большей кислотности для раскисления вносят пастеризованную воду.

После готовности зерна удаляют еще 30% сыворотки и солят массу внесением 500–700 г соли на 100 кг исходной смеси. Соль вносят в виде пастеризованного концентрированного рассола. Для просаливания зерна массу вымешивают 15–30 мин.

Формуют сыр насыпью, отделяя зерно от сыворотки любым способом и наполняя им формы. Продолжительность формования 10–20 мин. Сырную массу в формах оставить для самопрессования на 2–5 ч с переворачиванием за это время 1–2 раза.

Общая продолжительность прессования сыра летом 10–12 ч, зимой 16–

18 ч при постепенном увеличении давления от 10 до 60 кг на головку сыра. За это время сыр перепрессовывают не менее 3-х раз.

Следует иметь в виду, что во время формования и прессования интенсивно идет молочнокислое брожение.

Сыр солят 1,5–2 суток в рассоле 18–20% концентрации при температуре 10–12°C. Посоленный сыр обсушить в солильном помещении 2–3 суток. Созревание сыра в течение 12–15 суток проводится в камере при 12°C и влажности 75–85%. Затем сыр моют в теплой 30–40°C воде и опускают для наведения корки в горячую воду при 70–80°C. После обсушки сыр помещают в те же условия. По мере появления плесени вновь моют и обсушивают. В 15–25-суточном возрасте сыр парафинируют или упаковывают в пленку. Общая продолжительность созревания 60 суток.

Зрелый сыр содержит не менее 50% жира, 40–42% влаги.

Сыр чеддар готовится по сходной технологии российского сыра с некоторыми отличиями, связанными с чеддаризацией сырной массы. Готовое сырное зерно оставляют на дне ванны или формовочного аппарата, выпустив сыворотку. Зерно сформовать в виде пласта, оставив канал для выделения сыворотки. Сырный пласт оставить в покое на 2–3 ч при температуре 27–32°C. В массе будет интенсивно проходить молочнокислое брожение с накоплением в сыре молочной кислоты. Окончание процесса чеддаризации определяют прикосновением раскаленного шпателя. При его отделении от сыра должны образоваться нити расплавленной сырной массы длиной около 50 см, а кислотность выворотки составляет 45–70°Т.

Чеддаризованную массу измельчить на кусочки 2–4 см, посолить сухой вакуумной солью из расчета 2,5–3,5% соли к сырной массе, тщательно перемешать.

Наполнить сырной массой формы и выдержать 30–40 мин для самопрессования. Прессовать 10–14 ч при постоянно повышающемся давлении от 10 до 100 кг на головку сыра. За время прессования сделать 3–5 перепрессовок.

Созревать сыр должен первые 1–1,5 месяца при температуре 10–13°C, а затем до конца срока при 6–8°C. Общая продолжительность созревания 3 месяца. Сыр может созревать при периодической мойке и наведении корки или в полимерной пленке.

В готовом чеддаре содержание жира в сухом веществе должно быть не менее 50%, влаги не более 42%, поваренной соли 1,5–3%.

2.3. Технология полутвердых сычужных сыров

Это самопрессующиеся сыры, вырабатываемые в нашей стране в ограниченных количествах. К ним относятся пикантный, волжский, краснодарский, пятигорский и некоторые другие сыры. Особенностью технологии производства сыров данного вида является сычужное свертывание молока с 0,8–1,5% бакзакваски лактококков при температуре 32–34°C в течение 30–35 мин. Зерно ставят размером 6–7 мм в поперечнике, после чего вымешивают

до 2-го нагревания 5–10 мин. Второе нагревание до 36–38°C проводят в течение 10 мин, после чего вымешивают 10–20 мин до содержания влаги в сыром зерне 44–45%.

Сыр формуют насыпью зерна, предварительно отделенного от сыворотки. Самопрессование длится 4–6 часов при 4–5 перевертываниях вместе с формами.

Сыр солят в рассоле 2–3 суток, после чего обсушивают 1–2 суток для созревания и оставляют для созревания при 12–14°C на 25–30 суток.

Созревает сыр в камере, в условиях повышенной относительной влажности воздуха (92–95%). При этом через каждые 2–3 суток сыр перетирают, не удаляя слизь, и перевертывают. К концу созревания снижают температуру до 10–12°C при относительной влажности воздуха 85–90%.

Полутвердые сычужные сыры, за исключением пикантного, за время созревания не моют. Пикантный сыр через 25–30 суток созревания под слизью, моют, парафинируют или упаковывают в термоусадочную пленку и помещают в сухую камеру с температурой 13–15°C на 5–10 суток. Этим приемом регулируют уровень пикантности в сыре. Перед реализацией сыр упаковывают в фольгу красного цвета.

2.4. Технология мягких сычужных сыров

В мировом производстве группа мягких сычужных сыров одна из самых многочисленных (более 100 наименований). Особенно распространено производство мягких сыров во Франции, Италии, Германии и других Западно-Европейских странах, странах Латинской Америки.

В России зрелых мягких сычужных сыров вырабатывается немного – дорогобужский, калининский, закусочный, любительский, рокфор и другие. Некоторое количество мягких сыров выпускается и реализуется в свежем виде – адыгейский, мягкий соленый сырок и т.п. Физические показатели сыров приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6 – Показатели формы, размеров и массы мягких сыров

Сыр	Форма	Размер, см				Масса, кг
		высота	длина	ширина	диаметр	
Русский камамбер	Низкий цилиндр	2–3	–	–	6–10	0,13
	Полуцилиндр	2–3	–	–	8–10	0,065
Белый десертный	Низкий цилиндр	2–3	–	–	8–10	0,13
Смоленский	–«–	4–5	–	–	13–14	0,8–1,2
Любительский зрелый	–«–	4–7	–	–	13–16	0,8–1,2
Дорогобужский	Близка к форме куба, со слегка округленными гранями и боковыми поверхностями	7–8	9	9	–	0,5–0,7
Калининский	Высокий цилиндр	18–26	–	–	7,5–8,0	0,6–1,0
Дорожный	Низкий цилиндр	6–8	–	–	17–18	1,5–2,2

Рокфор	Низкий цилиндр	9–11	–	–	17–20	2,0–3,5
Любительский свежий	Низкий цилиндр	4–7	–	–	13–15	1,0–1,5
Нарочь: обычный сыр	—»—	5–8	–	–	13–15	0,4–0,8
на поточной линии	—» —	2–3	–	–	8,5–9,0	0,15
Останкинский	Низкий цилиндр или полуцилиндр	2–3	–	–	8,5–9,0	0,15–0,075
Клинковый: соленый	Клинковая, с округленными гранями острого конца	3–5	12–21	–	–	0,5–1,0
несоленый	То же, тупого конца	4–7	10–14	–	–	0,5–1,0
Адыгейский	Низкий цилиндр со слегка выпуклыми поверхностями и округленными гранями.	5–6	–	–	18–22	1,0–1,5
Чайный	Выпускается в реализацию фасованным	–	–	–	–	0,1; 0,25; 0,5
Сливочный	Фасованный в мелкую тару из полимерных материалов	–	–	–	–	0,125; 0,250
Домашний	Фасованный в стаканчики из полимерных материалов, флаги, бидоны, ящики, мешки из пленки	–	–	–	–	0,2÷20,0
Волжанка	Прямоугольный брусок	6–9	24–28	11–14	–	2–4

В основе технологии производства мягких сычужных сыров лежит создание условий для интенсивного развития молочнокислого процесса при высоком содержании в сыре влаги (60% и более). Для этого молоко перед свертыванием вместе с 1–3% бакзакваски лактококков выдерживают до нарастания кислотности на 1–2°Т. Продолжительность свертывания устанавливают 60–90 мин. Сырное зерно ставят крупное (10–15 мм в поперечнике).

Сыр формуют наливом и оставляют для самопрессования на 4–8 часов при 18–20°С.

Мягкие сычужные сыры предпочтительнее солить в рассоле с концентрацией 20–22% при температуре 12–13°С в течение 2–3 часов. Продолжительность посолки зависит от вида реализуемого сыра – зрелый, не зрелый. После посолки сыры обсушивают, выдерживая их в этом же помещении в течение 2 суток. За время обсушки сыры переворачивают 2–3 раза.

Созревание мягкого сычужного сыра проводят в камере с температурой 12–15°С и относительной влажностью воздуха в ней 80–85%. Здесь сыры обсеменяют микрофлорой слизи (*Bact. linens*) и спорами плесеней *Penic. album* и *Penic. candidum*. В начале созревания уровень pH сырной массы достигает 4,7–4,9. При этом вся лактоза в сыре сбраживается. Созревание идет за счет микрофлоры, развивающейся на поверхности головок сыра (белая плесень). При этом потребляется молочная кислота и лактаты, расщепляются белок и жир. За счет выделения аммиака кислотность в сыре снижается и pH к концу

созревания сыра достигает 6,0–6,5. Процесс созревания сыра идет снаружи внутрь головок.

По мере достаточного развития белой плесени на поверхности сыров (6–8 суток) сыры перекладывают и перемещают в камеру с температурой 11–12°C и влажностью 88–92% на 15–20 суток. За время созревания объем плесени уменьшается, развивается слизь, в дальнейшем покрывающая всю поверхность головки сыра. Перед реализацией зрелый мягкий сыр должен иметь острый пикантный вкус, консистенцию мягкую, маслянистую, без рисунка. Тонкая корочка сыра покрыта слоем красновато–желтой слизи и вкраплениями белой и голубоватой плесени. Несозревающие сыры после посолки и обсушки поверхности сразу же направляют в реализацию.

Сыр рокфор традиционно вырабатывается из цельного овечьего молока, однако в настоящее время многие производители вырабатывают его из коровьего молока. Сыр имеет пикантный, перечный, остросоленый вкус и специфический аромат за счет применения в технологии производства рокфора культур плесени *Penic. roqueforti* и чистых молочнокислых бактерий.

Технология сыра рокфор достаточно сложна и его производство требует изолированных камер выдержки (парильни), посолки и созревания, высокой квалификации и профессионализма рабочих, поэтому мы не останавливаемся подробно на ее особенностях. В условиях мини–предприятий организация выработки сыра рокфор возможна только при четкой специализации производства. К данной группе сыров относятся сыр русский камамбер и десертный белый, имеющую белую плесень на поверхности головок сыра.

Особенности технологии кисломолочных сыров

Среди большого разнообразия ассортимента натуральных отечественных сыров (более 150 наименований) особую группу занимают мягкие кисломолочные сыры, производство которых явно недостаточно. Из них технологичными и удобными для непрерывного производства являются сыры термокислотного осаждения белков молока (ТКО). Эта группа сыров немногочисленна, в нашей стране она представлена сырами адыгейским, дачным, майским, альпийским и некоторыми другими.

Сыры ТКО имеют ряд преимуществ перед сырами других видов, т.к. менее требовательны к составу, свойствам и качеству перерабатываемого молока, позволяют полнее и эффективнее использовать составные части молочного сырья, интенсифицировать технологию получения сырной массы и др.. Наряду с использованием натурального молока при выработке сыров ТКО допустимо и, вероятно, целесообразно использование также другого молочного сырья, целенаправленно изготавливаемого на самом сырзаводе из белково–жировых составляющих молока. При этом для повышения эффективности производства возможно увеличение концентрации основных компонентов (белка и жира) в этом сырье.

Для производства сыров термокислотного способа осаждения к составу и качеству молока не предъявляются повышенные требования сыропригод-

ности и к отсутствию маслянокислой микрофлоры, которые обуславливают качество сычужных сыров. Кроме того, технология сыров термокислотного способа осаждения позволяет быстро выделить сухие вещества из молока, отделить сыворотку и сформовать головки. Отпадает необходимость в применении дорогостоящих молокосвертывающих ферментах. Коагуляция белков и выделение сухих веществ проводится путем подкисления горячего молока до pH 4,6. После охлаждения и посолки сыры в 3–5 сут. возрасте пригодны для реализации. Выход сыров ТКО за счет использования сывороточных белков, на 4–7 % выше, чем при производстве сыров других видов. Сырная масса этих сыров может быть основой для изготовления комбинированных сыров с растительными компонентами (КСРК) и других продуктов. Существенными недостатками традиционной технологии производства сыров термокислотного способа осаждения являются высокие температуры (80–98°C), используемые для выделения сухих веществ из молока. Это создает определенные трудности при работе в плане соблюдения правил техники безопасности.

Кисломолочные сыры реализуют в свежем виде. Свертывание молока при изготовлении сыров этой группы проводится кислотным, путем развития лактококков, или кислотнo–сычужным способами. Продолжительность свертывания 6–8 часов.

Ассортимент сыров данной группы в России представлен следующими сырами: сливочный, чайный, диетический, черкасский, клинковый и др. Эти сыры готовят из молока, пахты или их смеси. Технология кисломолочных сыров близка к технологии творога.

Свертывание молока проводят молочнокислыми лактококками с добавлением хлорида кальция при 30–32°C. Через 1,5–2 ч после внесения бакзакваски добавляют водный раствор сычужного фермента (1 г на 1 т молока). Продолжительность свертывания – 6–9 часов, причем первые 2 ч молоко перемешивают через каждые 30 мин для предупреждения отстоя сливок. Готовый сгусток имеет кислотность 70–75°T.

Сгусток разрезают и выдерживают 10–15 мин, после чего перемещают на решета, выстланные серпянкой для самопрессования в течение 1,5–2 часов. Затем сырную массу прессуют в течение 2 ч под давлением 0,1–0,15 МПа при температуре в помещении прессования не выше 8°C.

Сливочный сыр изготавливают на механизированных линиях. Сыворотку от сгустка отделяют на саморазгружающихся творожных сепараторах. В полученную белковую массу добавляют сахар, фруктовые эссенции, слегка солят и, перемешав, фасуют в полистироловые стаканчики или коробки.

Из созревающих кисломолочных сыров в нашей стране выпускают зеленый терочный сыр и, очень редко, гарцкий сыр. Последний вырабатывают из творога влажностью 68–70%.

2.5. Технология рассольных сыров

Биотехнологические особенности.

Эти сыры с древних времен вырабатывают в регионах с жарким климатом, где другие сыры трудно сохранить. Для сохранности использовали жидкие заливки – рассол, крепкие белые вина, меды, сиропы. До настоящего времени используется концентрированный (16–20%) раствор поваренной соли, который наводят на чистой воде или обезжиренной и депротеинизированной сыворотке.

Рассольные сыры делятся на 2 группы: вырабатываемые по традиционной технологии, аналогично мягким сырам (типа осетинского), и с чеддаризацией и термомеханической обработкой сырной массы (типа сулугуни). Последние иногда подвергают холодному копчению.

Особенностями технологии рассольных сыров являются использование нормализованного, пастеризованного и зрелого молока, мезофильных лактококков в виде бакзакваски для мелких твердых сыров (0,8–1,2%).

Сычужный сгусток достаточно плотный, выдержанный, разрезается на крупное зерно (10–15 мм). Второе нагревание не делается или температуру его повышают на 1–2°C, короткая сушка зерна (10–15 мин).

Формование сыров – наливом или насыпью сырного зерна в формы.

Самопрессование – длительное (6–8 ч), с несколькими (3–4) перевертываниями форм с сырной массой.

Посолка и созревание сыра производится в рассоле 18–20%-ной концентрации при 10–12°C в продолжение 12–15 суток, после чего его перемещают в рассол 16–18%-ной концентрации с температурой 8–12°C. Срок созревания – до 2-х месяцев.

Сыры с чеддаризацией и термомеханической обработкой сырной массы имеют следующие биотехнологические особенности. Их готовят из пастеризованного и нормализованного по жиру молока. Вносят 0,7–1,2% бакзакваски для мелких твердых сыров, сычужный фермент и получают сгусток за 30–35 минут. Сырное зерно крупное, обрабатывают до содержания влаги 46–47%. Для ускорения чеддаризации практикуют двойное внесение бакзакваски. В этом случае 0,3–0,5% бакзакваски вносят дополнительно в сырное зерно и 5–7 мин перемешивают. Затем зерно направляют в чеддаризаторы.

Чеддаризацию проводят при 30–35°C до кислотности выделяющейся сыворотки 48–52°Т, после чего дробят на стружку, которую солят в горячем рассоле, отделяют от него и в шнековом аппарате подвергают термомеханической обработке.

Полученные головки помещают в формы, где сыр остывает.

Чечил изготавливают, как правило, из обезжиренного молока, которое свертывают добавлением кислой сыворотки, повышая кислотность до 45–60°Т. Затем вносят раствор сычужного препарата из расчета 0,3–0,4 г на 100 л молока, перемешивают и нагревают смесь до 48–55°C.

Разработана технология широкого ассортимента рассольных сыров, основные показатели некоторых из них приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6 – Основные показатели некоторых рассольных сыров

Наименование сыров	Содержание, %			Форма головок	Размеры, см				Масса головок, кг	Срок созревания, суток	Температура, созревания, °С
	жира в сухом веществе не менее	влаги не более	соли		диаметр	длина	ширина	высота			
Брынза	45 или 50	53	3–7	брусок	–	10–11	10–11	7–9	1–1,5	20 или 60	10–12 6–8
Осетинский свежий	45	52	3–4	цилиндр	24–28	–	–	8–10	4–7	5–6	8–12
Осетинский зрелый	45	50	4–7	цилиндр	24–28	–	–	8–10	4–7	60	8–12 16–18
Чанах, тушинский, кобийский	45	50	4–7	два усеченных конуса	широкой части 21–25, узкой части 13–16	–	–	17–19	4–6	60	8–12
Имеретинский	45	52	2–4	брусок	–	18–20	8–10	6–7	1–1,5	3–5	8–12
Ставропольский свежий	45	49	2–3	цилиндр	20–22	–	–	10–12	3–4,5	5	10–12
Ставропольский зрелый	45	57	3,5–4,5	цилиндр	20–22	–	–	10–12	3–4,5	25	10–12
Сулугуни	45	50	1–4	лепешка	15–20	–	–	2,5–3,5	0,5–1,5	1–5	8–12

Технология изготовления рассольных сыров одна из наиболее простых, т.к. посолка, созревание и хранение большинства их проводится в среде концентрированного раствора. При этом затраты по уходу за ними минимальны. Только немногие из них после посолки в рассоле созревают на полках. Технологическая схема производства рассольных сыров приведена на рис. 2.2.

Брынза. Одним из наиболее распространенных рассольных сыров, который вырабатывается из сырого или пастеризованного молока, овечьего, козьего, буйволиного или их смеси в разных соотношениях. При изготовлении брынзы из сырого молока срок ее созревания (выдержки в рассоле) должен быть не менее 60 суток. Режим пастеризации молока: температура 67°C , выдержка 10–15 мин. В охлажденное до $28\text{--}33^{\circ}\text{C}$ молоко вносится 0,8–1,2%, а в сырое при этой же температуре 0,2–0,4% бактериальной закваски. Хлористый кальций вносится только в пастеризованное молоко и не более 20 г на 100 л. Сычужный фермент – из расчета свертывания молока за 40–70 мин.

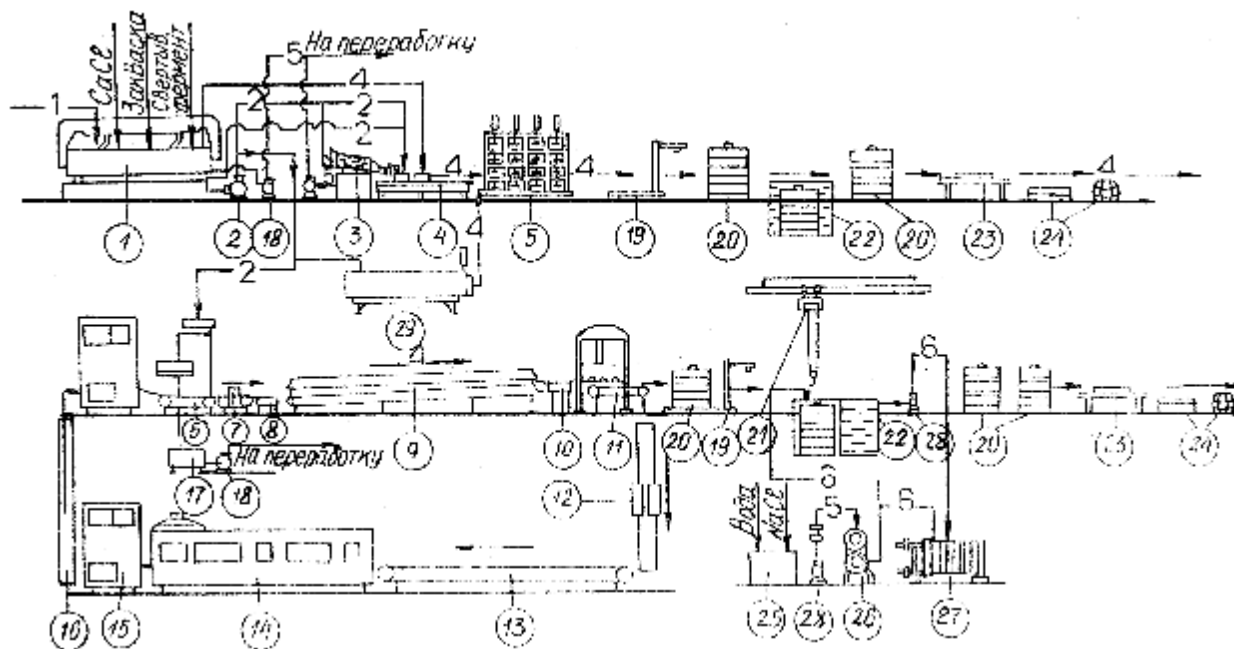


Рис. 2.2. Технологическая схема производства рассольных сыров и брынзы:

1 – ванна сыродельная; 2 – насос для сырного зерна; 3 – барабанный отделитель сыворотки; 4 – стол для формования и самопрессования; 5 – пневматический пресс; 6 – унифицированная установка для формования и дозировки сырной массы; 7 – групповая форма; 8 – механизм для загрузки форм на прессы; 9 – пресс для рассольных сыров; 10 – механизм для выгрузки форм из прессов; 11 – машина для выпрессовки сыра из групповых форм; 12 – устройство для подъема вставок групповых форм; 13 – транспортер-накопитель; 14 – машина для мойки и санитарной обработки сырных форм; 16 – накопитель вертикальный для групповых форм; 16 – транспортер продольной подачи форм; 17 – бак для сбора сыворотки; 18 – насос для перекачивания сыворотки; 19 – весы; 20 – контейнер; 21 – тельфер; 22 – бассейн; 23 – стол; 24 – тара; 25 – ванна; 26 – трубчатая пастеризационная установка; 27 – пластинчатый охладитель; 28 – насос; 29 – формовочный аппарат.

Условные обозначения: – 1 – молоко пастеризованное; – 2 – сырная масса; – 3 – сырное зерно; – 4 – сыр; – 5 – сыворотка; – 6 – рассол.

Готовый сгусток аккуратно без дробления переносят на сточный стол, застланный двумя слоями серпянки. Под серпянку подкладывается мат. Сыворотку собирают в емкость. Слой сырной массы на столе должен быть 10–12 см, ее можно порезать ножом. После выдержки 20–30 мин углы серпянки складывают конвертом и сверху помещают гнет, равный массе сыра. Температура помещения должна быть 18–20°C. Через 2–2,5 часа, когда сыворотка перестанет выделяться из массы, сыр развернуть и разрезать по линейке на бруски 10x10 см, которые охладить в воде с температурой 8–10°C в течение 1–2 ч.

Охлажденные сыры помещают в рассол с концентрацией 20% соли и температурой 10–12°C, как правило, в один ряд. Сверху сыры покрывают серпянкой и посыпают солью. Через 6–12 ч рассол перемешивают и повторно посыпают солью. Так ежедневно в течение недели. Просоленные сыры помещают в бочки с рассолом для созревания.

В подготовленные деревянные бочки на дно насыпать слой соли «экстра» и вложить плотно бруски сыра. Пустоты заполнить половинками кусков. Каждый последующий ряд брынзы посыпать слоем соли. После заполнения бочку закрыть донцем, набить обручи и залить через отверстие охлажденный до 6–8°C рассол концентрацией 16–18%. Оставить в прохладном месте при температуре 6–8°C для созревания, периодически контролируя концентрацию рассола. Перед отгрузкой рассол слить, профильтровать через серпянку, довести концентрацию до 16–18% и, охладив до 6–8°C, залить рассол в бочки и герметично укупорить их.

Сыры чанах, кобийский, тушинский. Эти сыры изготавливают также из пастеризованного молока животных в любом соотношении. Свертывание, обработка сгустка аналогичны производству брынзы. Однако сгусток разрезают в емкости, ставят зерно примерно 20 мм, выдерживают 20–25 мин., после чего отливают 30% сыворотки. Массу медленно (2°C в 1 мин.) нагревают до 36–38°C и вымешивают 25–45 мин. для обеспечения влажности сыра 52–56%. Удаляют еще 30–40% сыворотки и начинают формование.

Конические формы устанавливают плотно на сточный стол и наполняют размешанным сывороткой сырным зерном (наливом). Оставляют на 3–5 мин для самопрессования, перепрессовывают в новые формы, используя свойства конуса. Следующую перепрессовку проводят через полчаса, а затем через час и два часа. Общая продолжительность самопрессования 5–6 ч. Сыры вынимают из форм, отмечают дату и номер варки, а затем солят в рассоле с концентрацией 18–22% соли и температурой 8–12°C в течение 20–30 дней. Рассол ежедневно перемешивают. Затем концентрацию рассола можно понизить до 16–18%, в котором сыр созревает еще 30–45 дней. Готовый сыр вынимают из рассола, подсушивают и реализуют.

Сулугуни относится к рассольным сырам с чеддаризацией и плавлением сырной массой. Вырабатывается из сырного и пастеризованного молока

разных животных. Используется зрелое молоко с кислотностью смеси 25–27°Т. В смесь добавляется 0,7–1,2% закваски. Свертывание сычужным ферментом проводят при 31–35°С в течение 30–35 мин. Верхний слой сгустка переворачивают, сгусток разрезают на зерно 6–10 мм в течение 10–15 мин. Отливают 30% сыворотки и массу нагревают при перемешивании до 34–37°С. После удаления еще 40% сыворотки осевшее зерно формуют в пласт и подпрессовывают гнетом 0,5 кг на 1 кг сыра. При температуре 28–32°С и свободном выделении сыворотки происходит чеддаризация сырной массы в течение 3–5 ч. За это время пласт несколько раз переворачивают. Готовность массы оценивают по кислотности сыворотки (140–160°Т).

Технологическая схема производства сулугуни приведена на рис. 2.3.

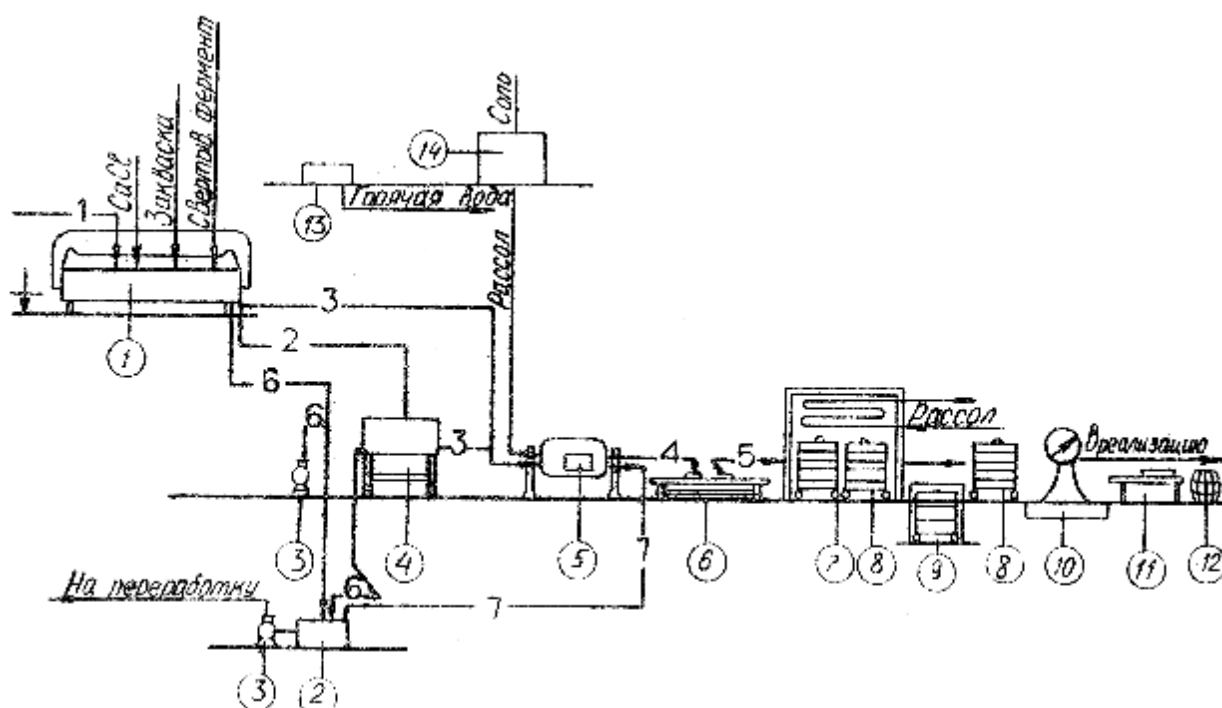


Рис. 2.3. Технологическая схема производства сулугуни:

1—сыродельная ванна; 2— бак для сыворотки; 3— насос центробежный; 4—чеддаризатор; 5—плавитель шнековый; 6—стол для формования; 7—холодильная камера; 8—контейнер; 9—солильный бассейн; 10—весы; 11—ящики; 12—бочка с рассолом; 13—бак для горячей воды; 14—бак для горячего рассола.

Условные обозначения: —1— смесь нормализованная; — 2 — сырная масса; — 3 — сыворотка; — 4 — чеддаризованная сырная масса; — 5 — сыр; — 6 — оттопки.

Созревшую массу режут на полосы толщиной 0,5–1 см и помещают в шнековый плавитель либо котел для плавления в горячей воде или сыворотке с температурой 70–87°С. Постоянно перемешивают до получения однородной тягучей массы. Эту массу формуют горячей, заворачивая наружные края внутрь формы, делая шаровидной верхнюю часть. Формы цилиндрические с дном, иногда присыпанным мелкой солью. Сформованные сыры оставляют в

холодном месте при 8–10°C на 6–12 ч. Солят сыр в рассоле 18–20% концентрации и температуре 8–12°C в течение 1–3 суток. Сыр реализуется в свежем виде.

Сыр чечил.

Подобно сулугуни, сыр чечил изготавливают из чеддаризованной, подвергнутой термомеханической обработке сырной массы.

Его изготавливают из цельного или обезжиренного молока с добавлением молочнокислой закваски, простокваши или кислой сыворотки, чтобы кислотность нормализованной смеси из коровьего молока достигла 30–45°Т (овечьего 100–110°Т). На 1 т молока добавляют 25–30 г пепсина или сычужного порошка, растворенного в воде или кислой сыворотке. Температура свертывания 38–40°C, продолжительность 5–10 мин. После образования сгустка его, при помешивании, подогревают до 43–54°C, в результате чего происходит чеддаризация сырной массы, сопровождающаяся выделением сыворотки.

При ручном способе изготовления образующуюся при этом хлопьевидную массу вытягивают в жгуты диаметром 6–8 мм, укладывают на сточный стол для остывания и обезвоживания. Из остывших жгутов формируют мотки массой 3–4 кг, связывают их в 2–3-х местах и переносят в рассол с концентрацией соли 16–18% и температурой 12–14°C для посолки в течение 1–3 суток.

Сыр хранят в холодном сухом помещении на вешалах, он содержит до 60,5% влаги, до 12,0% жира, 3–5% соли, готов к употреблению и в свежем виде.

При необходимости проводят созревание сыра на вешалах или в бочках, послойно засыпая сыр творогом или обезжиренным сыром. Бочки необходимо герметично закрыть и оставить для созревания в подвале при 10–15°C. Через 1,0–1,5 мес. сыр будет зрелым и значительно вкуснее, чем свежий. Такой сыр можно реализовать в виде рассыпчатой массы или сформовать из нее головки массой 300–500 г, обсушив с поверхности, но так чтобы не появилось трещин.

Бескорковые сыры

Это обычно твердые сыры с высокой, низкой или средней температурой 2-го нагревания, либо сыры типа чеддар. Сыры готовят из пастеризованного молока с содержанием жира в сухом веществе готового сыра 45 или 50%. Разработаны технологии производства специальных бескорковых сыров, особенность которых в том, что влажность сырной массы устанавливают на 2–3% ниже, чем обычно.

Технология бескорковых сыров обладает рядом преимуществ перед традиционными сырами. Бескорковые сыры – это крупные блочные сыры массой 50–80 кг и более. Поверхность не имеет корки и не требует зачистки, сыр потребляется полностью, качество более стабильное, консистенция теста

однородная. Упрощаются и облегчаются операции посолки и созревания, не необходимости в строгом соблюдении температурно–влажностных режимов созревания. Отпрессованные и обработанные фунгицидом сыры можно укладывать в специальные ящики – контейнеры, либо герметично упаковывать в термоусадочную пленку. Усушка и потери сырной массы при созревании незначительны, трудоемкость при использовании погрузочно–разгрузочных машин минимальна. Контейнеры с сыром можно штабелировать.

Интересные результаты получены авторами при проведении процесса созревания герметично упакованных в пленку под вакуумом 97–99 кПа бескорковых сыров в холодной, слегка подсоленной, воде с добавкой фунгицида (сорбата калия). При этом практически минимальны затраты труда по уходу за сыром, за счет снижения усушки уменьшаются потери сырной массы при созревании.

Зрелые сыры порционируют и упаковывают под вакуумом в полимерные пленки, что весьма удобно для реализации в универсамах и на предприятиях общественного питания.

Себестоимость бескорковых сыров по сравнению с обычными сырами в среднем на 7,5% ниже при стабильно высоком качестве.

Быстрозревающие сыры, сырные массы и сыроподобные продукты

При производстве многих видов плавленых сыров в качестве сырья вместо зрелых сыров удобно и эффективно использовать полуфабрикаты – специально изготовленные быстрозревающие сыры, сформованные в виде головок, или неформованные сырные массы, созревающие в бочках, пластиковых мешках, ящиках и другой крупной таре (табл. 2.7).

Таблица 2.7 – Форма, размер и масса быстрозревающих сыров

Сыр	Форма	Размер, мм				Масса, кг
		высота	длина	ширина	диаметр	
Сыры нежирные						
Типа голландского	Прямоугольный брусок	10–12 12–17	28–30 48–50	14–15 18–20	– –	5–6 12–16
Типа костромского	Низкий цилиндр	8–10 10–12	– –	– –	26–28 32–36	5– 6 9–12
Типа российского	То же	16–18 13–15	– –	– –	34–36 26–28	11–13 7–9
Сыр ускоренно-го созревания и сыр без созревания типа голландского	Тестообразная плотная масса, запрессованная в бочки (кадки) или упакованная в полимерные пленки с вакуумированием	–	–	–	–	В бочках массой 50 и 100 . Упакован в пленки блоками массой до 20 кг,

						батонами 7 – 10 кг
Сыры жирные						
Типа русского	Низкий цилиндр	16–18 13–15	– –	– –	34–36 26–28	11–13 7–9
Сырная масса чеддаризованная 30%–ной жирности	Уплотненная сырная масса, упакованная с вакуумированием в полимерные пленки блоками и батонами	–	–	–	–	Блоки 20 кг; батонны 7– 10 кг
Сырная масса 40% –ной жирности	Уплотненная сырная масса, запрессованная в бочки (кадки) или упакованная в полимерные пленки с вакуумированием	14–16	35–37	27–29	–	В бочках (кадках) массой 50 и 100 кг; в пленках массой 14–19 кг
Сыр ускоренного созревания 40% –ной жирности	То же	14–16	35–37	27–29	–	То же
Сыр без созревания, несоленый типа голландского 30– и 40% –ной жирности	Прямоугольный брусок	10–12	28–30	14–15	–	5–6

Биотехнологические особенности:

- высокая зрелость молока, кислотность 21–23°Т и выше;
- проведение кислотно–солевой коррекции состава молока;
- в пастеризованное молоко вносят высокую дозу бакзакваски (2–4%);
- свертывание молока при 36–38°С в течение 15–25 мин обычной дозой молокосвертывающего фермента;
- разрезка сгустка на зерно 4–6 мм;
- второе нагревание при 48–50°С;
- обработка сырной массы в течение 50–60 мин;
- чеддаризация сырной массы, освобожденной от сыворотки в продолжение 30–60 мин до кислотности выделяющейся сыворотки 40–45°Т;
- дробление сырной массы и смешивание ее с раствором солей (хлорид натрия 2%, динатрийфосфат 3–4%);
- рН массы после внесения солей 5,6–5,8;
- формование и уплотнение сырной массы в бочки, ящики или черные пластиковые мешки по 10–100 кг;
- созревание в течение 15–20 сут при 18–20°С.

Химический состав быстросозревающей сырной массы, % :

жира в с.в. – 45; сухих веществ – 52; воды – 48; белковых веществ – 17,5–18; свободных аминокислот – 3,3; соли – 2; золя – 4–4,1.

Сыр имеет малосвязанную, рыхловатую консистенцию, вкус выраженный, близкий к сырам с высокой температурой 2-го нагревания, пригоден для непосредственного употребления.

Как правило, эти полуфабрикаты можно изготавливать на мини-заводах, расположенных в российской глубинке. В качестве сырья можно использовать пастеризованное цельное и обезжиренное молоко, пахту и их смеси из расчета 30, 45 или 50% содержания жира в сухом веществе сыра.

Коагуляцию молока проводят сычужным ферментом или пепсином после внесения бактериальной закваски для сыров с низкой или высокой температурой 2-го нагревания. Сырное зерно ставят размером 4–6 мм и вымешивают до содержания влаги 43–45% (ясно выраженный скрип на зубах при жевании нескольких зерен).

Сырную массу формуют в виде пласта толщиной 10–15 см под слоем сыворотки и подпрессовывают 15–25 мин под нагрузкой 1 кг на кг сырной массы. Пласт разрезают на куски 30х30 см и оставляют на 2–4 ч для чеддаризации, обеспечивая свободный сток сыворотки.

Чеддаризованную сырную массу дробят в виде стружки или сырного фарша, смешивают с поваренной солью (1,5%) и солями-плавителями (1,5–2,0%), используемыми при производстве плавленых сыров. Затем массу плотно набивают в бочки вместимостью 100–120 кг, устанавливают верхний круг, гнет и не герметизируют.

Бочки, мешки или головки сыра направляют в камеры или подвалы для созревания при температуре 12–20°C (в зависимости от вида использованной бакзакваски). Продолжительность созревания около 2 недель. В результате получается зрелая, слегка пористая желтоватая сырная масса, возможно рассыпчатой консистенции, с приятным вкусом и ароматом. Недостаток – при 14–20°C сыр быстро перезревает и после 20–30 суточной выдержки его следует охладить до 2–4°C для длительного хранения или заморозить.

Сыроподобные продукты. На мини-сырзаводе из молочного сырья можно изготавливать сыроподобные продукты. Они могут быть выработаны в виде сырной или пастообразной массы. Чаще всего, это продукты двойного отваривания и содержат значительное количество сывороточных белков. Заметим, что пищевая и биологическая ценность сывороточных белков выше, чем казеина, но они имеют легкую природную горечь. Совместное осаждение казеина и сывороточных белков увеличивает выход продукции, что обеспечивает более высокую прибыль.

Для получения сырной массы лучше смешать свежую (сладкую) подсырную сыворотку с обезжиренным молоком в соотношении 1:1. Часть обезжиренного молока можно заменить сладкой пахтой. Эту смесь нагреть до 85–95°C и, при помешивании, внести кислую сыворотку с кислотностью 200–220°Т, лимонную или уксусную кислоту. При появлении белковых хлопьев

добавление кислот прекратить. Выдержать без перемешивания 3–5 мин, а поднявшийся на поверхность сыворотки слой белка собрать ситом, осветленную сыворотку слить. Белок быстро охладить. На дне останется сыворотка с белком. Эту часть слить в мешок из плотной полотняной или лавсановой ткани, завязать и положить на сточный стол. Обложить снаружи колотым льдом для охлаждения и ускорения стекания сыворотки. Через 10–20 ч, когда масса в мешке обезводится и охладится, смешать ее с массой, ранее собранной с поверхности сыворотки. Из этой массы, после ее посолки, можно приготовить, сформовав в конических формах–корзиночках, сыр, подобный итальянскому сыру «Рикота».

Неформованную массу можно выпускать в реализацию соленую, с сахаром, изюмом и другими добавками. В промышленности такая сырная масса выпускается под названием «Кавказ».

Сырную массу «Кавказ» и сыры типа «Рикота» нужно охладить до 6–8°C и быстро подготовить к реализации. Охлаждать удобно, смешав массу с пищевым чешуйчатым льдом. Срок реализации сыра «Рикота» и сырной массы «Кавказ» не более 48 ч.

Молочно–белковые пасты «Здоровье» и ацидофильную вырабатывают из обезжиренного молока кислотностью до 19°Т. Молоко нагреть до 90°C и выдержать 30 мин, после чего охладить до 36–38°C. Внести 5–8% бакзакваски. Оставить для сквашивания на 10–12 ч до кислотности сгустка 80–85°Т. Сгусток разрезать лирой на зерно 20 мм в поперечнике и выдержать 1ч. Перемешать осторожно и удалить возможно большую часть сыворотки. Сырную массу отделить от сыворотки фильтрованием в полотняном или лавсановом мешке до содержания в ней влаги не более 85%, Охладить до 8–10°C.

Белковую массу тщательно размешать до сметанообразной консистенции, внести пастеризованные сливки и, по желанию, другие наполнители и ароматизаторы. Фасовать в банки, стаканы, полимерную тару для сметаны. Срок реализации не более 36 ч при температуре 8°C с момента изготовления.

При изготовлении ацидофильной пасты сквашивать бакзакваской ацидофильной палочки при 40–42°C. В готовую массу можно добавить сахарный и фруктовый сиропы. Остальные технологические операции такие же, как и при изготовлении пасты «Здоровье».

2.6. Технология комбинированных сыров

Технология комбинированных сыров с растительными компонентами (КСРК) сложнее, чем других видов сыров, так как помимо изготовления сырной массы необходимо подготовить растительный (один или несколько) компонент. Эти компоненты должны сочетаться по вкусу, аромату, консистенции и структуре с сырной массой в готовом продукте. Эти сыры можно вырабатывать из различного молочного сырья (молоко цельное, обезжиренное, пахта, молочная сыворотка или их смесь) с добавлением растительных компонентов. При этом увеличивается выход готового продукта из единицы молока, сыру придается оригинальный вкус и высокие функциональные

свойства. Их можно готовить из зрелой и свежей сырной массы. Так, знаменитый сыр из Кипра «Халума» вырабатывается с добавлениями мяты, в Германии используют картофель, яблочные выжимки, в России – с добавлением круп маисовых и злаковых культур, белковых изолятов сои и других бобовых. Терочные сыры имеют в составе порошок из листьев тригонеллы или майорана.

Технология сыра с кукурузой. Для примера предлагаем технологию сыра термокислотного осаждения белков молока в смеси с гидротермически обработанной кукурузной крупой из белой зубовидной кукурузы. Технологическая схема производства КСРК представлена на рис. 2.6.

Нормализованное молоко направляют в теплообменник. Нагрев молочного сырья до температуры коагуляции ($85\pm 5^\circ\text{C}$) требует значительных затрат тепловой энергии. Наиболее эффективен предварительный нагрев молочной смеси за счет тепла горячей депротеинизированной сыворотки до температуры $60\text{--}70^\circ\text{C}$ в пластинчатом теплообменнике, затем в кожухотрубном пастеризаторе молочная смесь нагревается до $85\pm 5^\circ\text{C}$.

Нагретая молочная смесь подается в сыроизготовитель, где ее, окончательно нормализованную по жиру, смешивают с гидротермически обработанной (ГТО) крупой.

При интенсивном перемешивании молочно–растительная смесь смешивается с концентрированным раствором хлорида кальция и кислотным дестабилизатором. Последний может добавляться в 2–3 приема. Быстро образующиеся хлопья белка захватывают с собой жир и частички кукурузной массы. Образовавшуюся горячую комбинированную смесь выделившегося целевого компонента отделяют от сыворотки на вращающемся сите.

Комбинированную сырную массу смешивают с пищевым чешуйчатым льдом, затем ее формуют в конические формы по 1,5–2,5 кг на формовочных столах–тележках, где она быстро охлаждается, уплотняется и, частично, освобождается от гидравлически свободной влаги.

Горячая ($85\text{--}87^\circ\text{C}$) депротеинизированная сыворотка, отделенная от сырной массы, сливается в резервуар и насосом отправляется в секцию регенерации теплообменника, где отдает свое тепло вновь поступившей молочной смеси, что позволяет значительно снизить энергозатраты.

Сырную массу в формах прессуют самопрессованием и/или под нагрузкой. Одновременно сыр постепенно охлаждается до $20\text{--}40^\circ\text{C}$. На это затрачивается от 1 до 4 часов, в зависимости от температуры прессовального помещения и дозы чешуйчатого льда. Затем сыры солят одним из известных способов. Если влажность сыров высокая, применяют посолку сухой солью, при низкой влажности – солят в рассоле, методом барометрического вдавливания рассола или орошением поверхности. Способ посолки выбирается исходя из конкретных условий предприятия. Если сыры предназначены для реализации в свежем виде, то после посолки сыр обсушивают, а затем упаковывают в термоусадочную пленку и после охлаждения до $4\pm 2^\circ\text{C}$ направляют в реализацию. Срок реализации при $4\pm 2^\circ\text{C}$ не более 5–х суток.

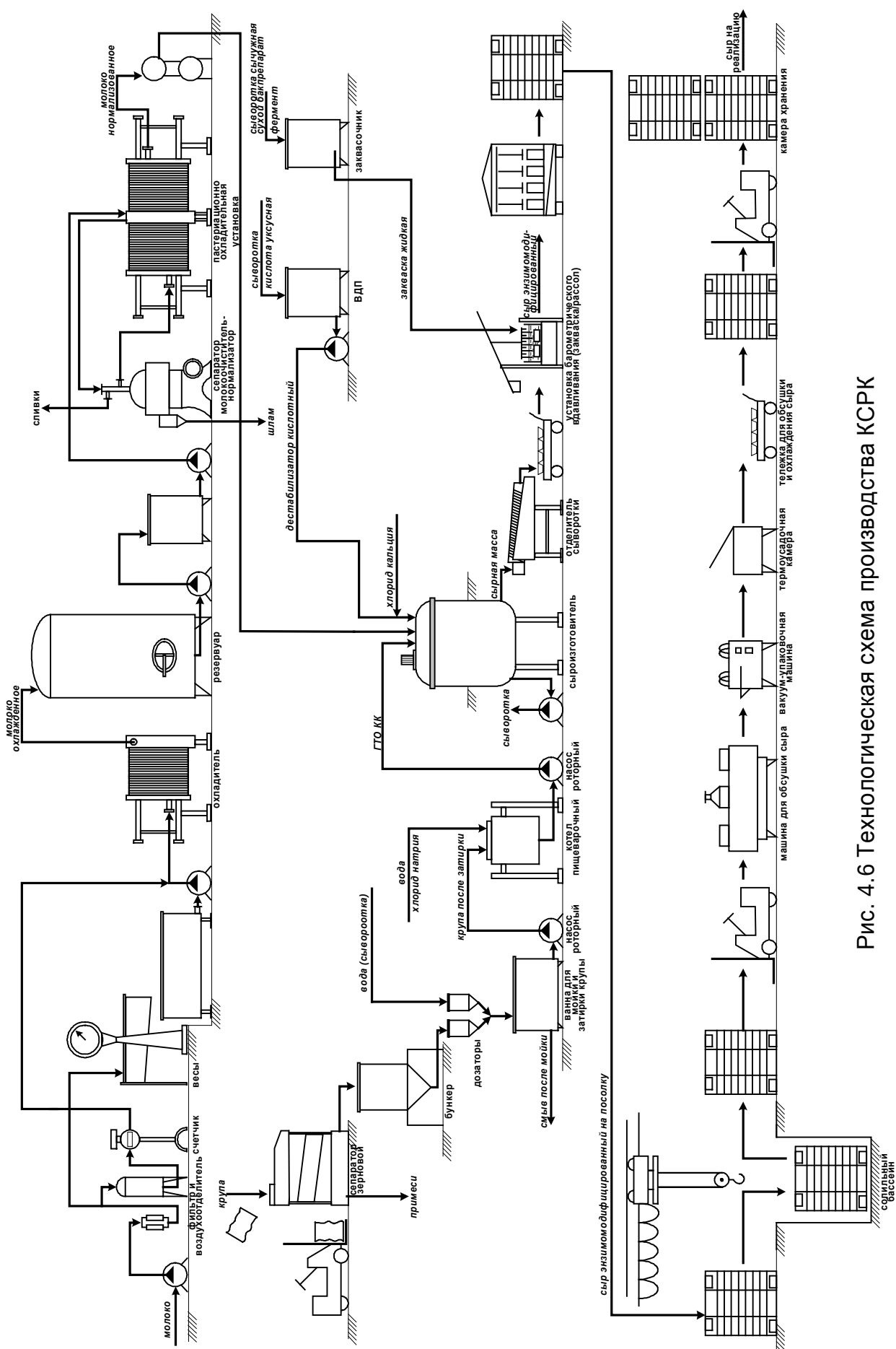


Рис. 4.6 Технологическая схема производства КСРК

Если сыр предназначен для созревания, то в головки сыра барометрическим способом вводят ферментно-бактериальную закваску. Для этого отпрессованные сыры помещают в свежую сычужную сыворотку первого после разрезки сгустка отбора так, чтобы над поверхностью сыра был слой сыворотки не менее 50 мм. Сыр под слоем сыворотки специальным перфорационным устройством с нержавеющей иглами диаметром 2,5–3,0 мм прокалывают насквозь. После извлечения игл сыворотка сычужных сыров, представляющая смесь сычужного фермента с бактериальной закваской для сыров, под действием барометрического давления заполняет пространство проколов, откуда постепенно диффундирует по всему объему головки.

Таким образом, свежая подсырная сыворотка сычужных сыров служит ферментно-бактериальной закваской. Такое внесение закваски в головки сыра, уже охлажденные до оптимальной температуры, позволяет провести созревание и получить энзимомодифицированные комбинированные сыры с более выраженным сырным вкусом и ароматом.

Зеленый сыр. Одним из комбинированных сыров, вырабатывать который можно из обезжиренного молока повышенной кислотности (до 24°Т) с добавлением порошка тригонеллы (голубой донник). Такая добавка придает сыру своеобразный грибной аромат. Сыр используют в качестве приправы к супам, овощным и макаронным блюдам.

Его вырабатывают из зрелого цигера (сгустка), который получают кислотным свертыванием обезжиренного молока и/или пахты. Обезжиренное молоко должно быть зрелым, кислотностью не более 24°Т. На практике, если при нагревании до 80°С молоко не свертывается, то оно пригодно для изготовления зеленого сыра.

В обезжиренное молоко, нагретое до 80°С, внести закваску, смешав с частью холодного молока (или разбрызгиванием). Вместо закваски можно внести кислую (160–180°Т) сыворотку из расчета 18–20 кг на 100 л молока. Таким подкислением доводим до изоэлектрической точки (рН 4,5–4,6), при которой молочные белки коагулируют. Вносить равномерно, разбрызгивая сыворотку по поверхности и медленно размешивая смесь. Оставить на 5–7 мин для окончательного выделения белков.

Закваску готовят следующим образом: свежую, депротеинизированную (нагреванием до 90–95°С в течение 1–1,5 ч с последующим фильтрованием) сыворотку охлаждают до 40–45°С и вносят 3–5% закваски болгарской палочки. Сыворотку оставляют на 2–3 суток для нарастания кислотности до 180–200°Т. Сыворотку ежедневно перемешивают, поддерживая температуру 40–45°С. Отобрав часть сыворотки для заквашивания молока, в основную массу добавляют столько же свежей кислой сыворотки.

Свежую белковую массу (цигер) выложить на покрытый серпянкой сточный стол и оставить на 15–20 мин для стекания сыворотки и остывания цигера до 60°С. Цигер размельчить на дробилке (можно использовать электромясорубку с крупной сеткой) и набить, укладывая послойно и плотно, в кадки или бочки на 5–6 см ниже края, утрамбовывая пестом. В одну емкость не следует помещать цигер разных дней выработки. Если это необходимо, то

обязательно верхний слой в кадке тщательно разрыхлить. Наложить гнет, постоянно увеличивая, который к концу должен быть не менее 3 кг на 1 кг цигера. При очень влажном цигере первоначальное давление должно быть меньше, а затем его постепенно повышают до нормы. Прессование 12–24 часа, после чего груз уменьшать до 1,5–2 кг на 1 кг цигера.

Оставить для созревания при температуре 16–22°C на месяц – полтора. При более высокой температуре созревание может проходить быстрее (за 20–25 дней). Следует возможно точнее установить кондиционную зрелость цигера, т.к. недозрелый, а тем более перезрелый цигер непригоден для изготовления зеленого сыра. Нормально созревший цигер должен иметь острый, солоновато-сырный вкус и винно-яблочный аромат. Цвет кремовый, однородный по всей массе, консистенция малосвязанная, слегка крошливая, легко набухающая при жевании во рту. При растирании высококачественного цигера на ладони сохраняются его мелкозернистая структура. При перезревании цигер может приобретать едко-горький, иногда гниlostный вкус, ослизлую консистенцию. Обычно порча начинается с поверхностных слоев. В этом случае верхний слой цигера зачистить, а затем всю массу цигера вынуть из кадки и размолоть на мясорубке с диаметром решетки 3–3,5 мм или пропустить через вальцовую машину.

Цигерную массу посолить из расчета 4–6% соли в готовом сыре. Соль в измельченном виде внести через сито в растертую сырную массу при ее перемешивании.

Вместе с солью или после посолки внести порошок зеленых листьев и стеблей тригонеллы (голубого донника) в количестве 2% к массе цигера. После перемешивания оставить на 30–40 мин для растворения соли и вторично пропустить через мясорубку. Если цигер имеет повышенную влажность (57–58%), его следует подсушить до 40–42% влаги, для чего расстелить на рамах с натянутой тканью, щитах, досках и т. п.

Сушить при температуре не выше 45°C и периодическом перемешивании, продолжительность сушки 20–24 ч в темном помещении. Обычно масса за сутки вдвое высушивается до требуемой влажности. Подсушенную массу поместить в емкость, тщательно перемешать и оставить закрытой на 12–24 ч для равномерного распределения влаги.

Формовать сырную массу удобно через мясорубку, закрепив на ее выходном конце цевку для начинки колбас. На цевку надеть форму, по мере поступления массы формочку постепенно отодвигать, но так, чтобы масса плотно заполняла форму. Масса сыра в одной формочке 50–100 г. Массу в форме уплотнить, заровнять верхний край и выдержать несколько минут.

Сырки вынуть из формочек и, установив их на широкое основание, подсушить в сушильной камере при 15–16°C и относительной влажности 80–85%. Во время сушки сыры не должны соприкасаться во избежания плесневения. В случае появления на их поверхности слизи или плесени сыры зачистить и подсушить.

Сыры завернуть в чистую бумагу или фольгу, протертую 70% спиртом. Завернутые сыры уложить в деревянные, картонные или пластиковые ящики.

Срок хранения сыра при 4–6°C не более 1 месяца.

Эти сыры можно использовать в качестве острой и ароматной приправы для овощных и макаронных блюд, в качестве начинки для пирогов, пиццы, использовать в составе бутербродов, сэндвичей и проч.

Сыры с зеленью издавна готовят на Кавказе, в Молдавии, Прибалтике.

Используют жирную, маложирную, обезжиренную сырную массу, полученную из ферментного или кисломолочного сгустка, пряные травы (кинзу, базилик, укроп, петрушку), сушеные абрикосы, изюм, орехи и др. Технология изготовления таких сыров подобна вышеописанным (зеленого и картофельного). Здесь достаточно простора для импровизации.

Свежие мягкие сыры можно изготавливать из смеси молока и сладкой пахты в разных (чаще всего 2:1) соотношениях. С увеличением в смеси пахты сырное зерно получается мягче и нежнее, но хуже обрабатывается и медленнее отделяет сыворотку.

При сычужном свертывании в молочную смесь добавляют 0,8–1% бакзакваски чистых культур, 30–40 г на 100 кг молочной смеси хлористого кальция, подогревают до 32–34°C. Затем внести раствор сычужного фермента из расчета свертывания за 40–60 мин. Сгусток разрезать на зерно 10–15 мм и оставить для выделения сыворотки на 10–15 мин. Отобрать 10–15% сыворотки и медленно вымешивать в течение 10–15 мин, не допуская комкования зерна. В конце вымешивания отобрать еще 10–20% сыворотки и нагреть на 2–3°C, вымешивать 5–10 мин, после чего зерно отделить от сыворотки. Смешать с солью, сахаром и растительными компонентами.

Компоненты должны быть соответствующим образом подготовлены (очищены, распарены, бланшированы, измельчены и пр.) Вносить в зависимости от вида растительного компонента от 3 до 30%. В сладкие сыры для вкуса необходимо добавить 0,5–0,7% соли. Сыры с растительными компонентами формировать лучше и конические формы–корзиночки, а выделяющуюся сыворотку собирать отдельно. Проводить самопрессование 3–5 ч, охлаждая в формах постепенно до 8–10°C. Готовые сыры завернуть в бумагу и немедленно реализовать. Срок хранения таких сыров не более 48 ч с момента выпуска с завода.

Можно свежие сыры готовить, уменьшая в 5–10 раз дозу сычужного фермента, из кислотно–сычужного сгустка. В молочную смесь внести 0,5–1% бактериальной закваски чистых культур и выдержать до достижения кислотности смеси 35°Т. Добавить сычужный фермент из расчета 1 г на 1000 кг молока. Свертывание произойдет в течение 6–9 ч. Готовый сгусток с кислотностью 68–72°Т разрезать на кубики размером 5–10 см, дать постоять 5–7 мин, вымешивая медленно и осторожно, после чего удалить сыворотку, а сырное зерно нагреть до 40–45°C. Затем, перемешивая, в течение 5–10 мин отделить всю сыворотку. Внести растительные компоненты (помидоры, лук, чеснок, укроп, кориандр и другие, по своему усмотрению), добавить 3% соли. Растительные компоненты должны быть соответствующим образом подготовлены. Обязательно бланшировать в кипятке, после чего дробить до частиц, соизмеримых по размерам с сырным зерном.

Формовать сыры в конических или цилиндрических формах, охлаждая до 8–10°C. Масса сыров должна быть 0,5–1,0 кг, содержание жира от 30 до 50% в сухом веществе.

Готовые сыры завернуть в бумагу или фольгу и упаковать в ящики. Реализовать немедленно, т. к. срок хранения таких сыров после выпуска не более 72 часов.

Картофельный сыр делают следующим образом. Картофель отварить до готовности очищенным или в кожуре. В последнем случае его почистить горячим и сразу же растолочь в гомогенную массу, порезать кубиками или гранулами с поперечным размером 3–5 мм. Слегка посолить и можно смешать с мукой или крупой в соотношении от 2: 1 до 5:1. Оставить для охлаждения до 24–26°C.

Получить жирную сырную массу в виде зерна или обезжиренную в виде цигера, посолить из расчета 3–6% соли и смешать с картофелем в соотношении от 2: 1 до 5: 1 и плотно набить в емкость (бочку, бак). Наложить гнет из расчета 3–5 кг на 1 кг массы и оставить для созревания при 16–20°C. Масса через 15– 30 дней созреет, приобретет приятный сладковато–сырный вкус и аромат. Верхний слой зачистить, а остальную массу пропустить через мясорубку и, слегка подсушив, сформовать в головки массой не более 200 г. После формования сыры можно подсушить с поверхности, смазать маслом и по желанию обсыпать слабозгущим перцем. Завернуть в фольгу с пергаментом или в кэшированную фольгу и упаковать в ящики. Хранить при 4–6°C не более месяца.

Сыры с ароматическими растениями. Обычно это сычужные твердые и полутвердые сыры, в которые вносят ароматические травы и овощи: черный и красный перец, базилик, укроп, тмин, майоран, мяту, мелиссу, лук, чеснок, мускатный орех и др. Ароматизаторы, как правило, в виде сухого порошка вносят в сырное зерно перед формованием, во время формования после удаления основной массы сыворотки, во время формования в качестве прослойки между слоями сырной массы, после чеддаризации и термомеханической обработки при сворачивании сырной массы в рулет или косичку. Сформованные сыры упаковывают под вакуумом в прозрачные разноцветные пакеты из термоусадочной пленки и после охлаждения направляют в реализацию.

Растительные ароматические добавки не должны быть загрязнены химически или микробиологически, сыры должны обладать стабильной хранимостпособностью.

2.7. Технология копченых сыров

Копчению подвергаются обычно жирные сыры (45–60% жира в сухом веществе). Для предотвращения выплавления и потерь жира эти сыры коптят холодным копчением или при температуре ниже температуры плавления молочного жира, т.е. не выше 30–35°C. При использовании коптильных препаратов, сыры обрабатывают также при этих температурах. При копчении масса сыров уменьшается за счет вытекания жира, испарения влаги. Потери мо-

гут быть значительными, если процесс проводится с нарушениями температурно–влажностных режимов. Способы копчения натуральных и плавленых сыров приведены на рис. 2.7.

Продолжительность дымового холодного копчения зависит от многих условий: размера головок, степени зрелости, жирности и влажности сыра, уровня подготовки поверхности сыра, температуры копчения, состава и насыщенности дыма коптильными веществами.

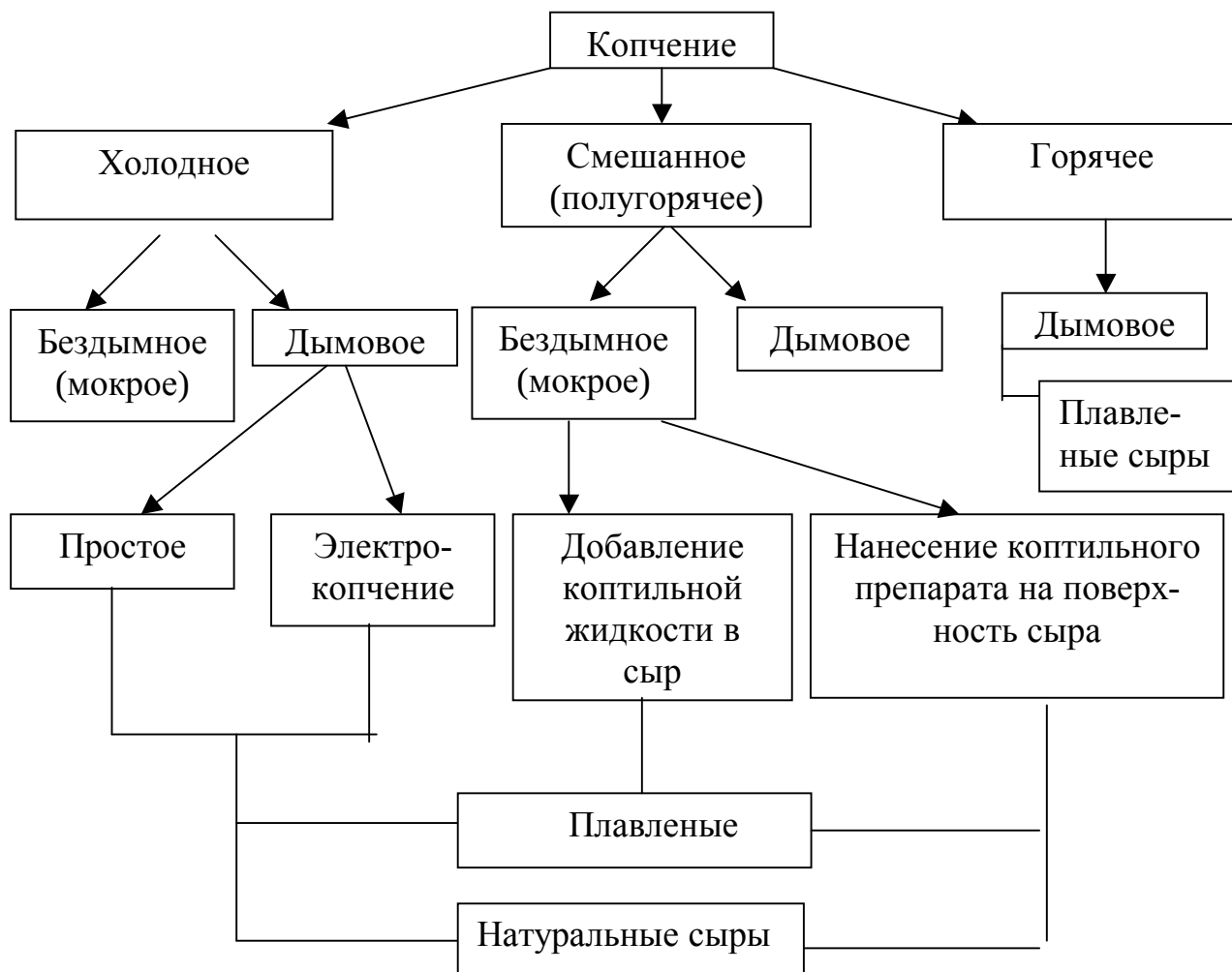


Рис. 2.7. Схема способов копчения сыров

Как правило, такое копчение занимает 12–28 часов. После копчения сыры необходимо охладить и выдержать некоторое время для проникновения коптильных ароматов с поверхности внутрь сыра. Это обычно занимает от одних до нескольких суток. Таким образом, дымовое копчение – достаточно сложная и длительная технологическая операция.

Значительно быстрее проводится бездымное копчение с применением коптильных жидкостей или растворов коптильных препаратов. Их можно добавлять непосредственно в сырную массу (плавленые сыры) или наносить на подготовленную поверхность (натуральные сыры). Наносить на поверхность можно окунанием, орошением сыров коптильной жидкостью, либо смазыванием их смоченными щетками, салфетками.

Применение полугорячего и горячего дымового копчения натуральных сыров исключено из-за возможного плавления сырной массы в процессе

копчения.

Копченых сыров промышленность выпускает немного, но своим неповторимым вкусом и ароматом они всегда привлекают потребителей, пользуются устойчивым спросом. Эти сыры хорошо сохраняются при повышенных температурах. В табл. 2.8 приведена характеристика формы и состава копченых сыров.

Таблица 2.8 – Основные показатели отечественных копченых сыров

Наименование сыров	Форма головок	Размеры, см		Масса головок, кг	Содержание, %			Срок созрев., сут	Копчение	
		диаметр	высота		жира	влаги	соли		темпер., °С	продолж. час.
Молдавский копченый	цилиндр	18–20	6–8	2,0–2,5	55	42	3,5	45–55	30–35	12–24
Вологодский копченый	цилиндр	18–20	6–8	2,0–2,5	50 45 40	42	3,5	45–55	30–35	12–24
Кабардинский копченый	цилиндр	18–20	6–8	1,5–2	45	40	3–5	25	30–35	12–24
Адыгейский копченый	цилиндр	18–22	5–6	1 – 1,5	50	34–40	2	13–15	20–25	7–8

Молдавский копченый сыр готовится из цельного овечьего молока.

Вологодский сыр готовится из коровьего молока, в остальном технология их производства сходна. В пастеризованное молоко добавить 0,5–1% бакзакваски и 10–30 г хлорида кальция, 30 г селитры на 100 л молока. Свертывание молока сычужным ферментом при 34°C. Сгусток разрезать на кубики размером 10 мм, после чего оставить на 5 мин для выделения сыворотки. Затем поставить зерно 4–5 мм. Дать постоять зерну 2–3 мин и отобрать 20–30% сыворотки. Вымешивать 15–20 мин до приобретения зерном заметной упругости. Медленно (0,5–1°C в мин) нагреть до 42–44°C и вымешивать, не допуская комкования зерен. Продолжительность вымешивания 15–35 мин. Отлить сыворотку на уровень зерна и формовать сыры наливом в цилиндрические формы без дна высотой 20 см, застеленные салфетками из серпянки или бязи. Оставить на 10–15 мин для самопрессования. Формы с сыром перевернуть, внутрь поместить металлические кружки и прессовать давлением 1, а затем и 2 кг на 1 кг сыра. Прессовать 2–3 ч, переворачивая сыры 3–1 раза.

После первой перепрессовки сыры маркировать казеиновыми цифрами или другими способами. Температуру в помещении поддерживать 14–16°C. Солить в рассоле 3–5 суток при 10–12°C, хранить до появления на поверхности сыров легкой слизи светло-желтого цвета. Если слизь не появляется, сыры для увлажнения поверхности протереть куском ткани, смоченной в 1%-ном растворе соли.

После ослизнения сыры помыть и обсушить с поверхности. Поверхность сыров необходимо оплавить, для чего опустить на 30–40 с в чистую горячую (75–85°C) воду. Сыры быстро обтереть сухой салфеткой и обсушить

в течение суток при 15–16°C в сухом (85–87% влажности) помещении. Возможно процесс оплавления поверхности сыров придется повторить, если она недостаточно оплавилась с первого раза.

Сыры поместить в подвал для созревания при 12–15°C и 87–90% влажности. На 7–10 день поверхность сыра должна покрыться сырной слизью светло-розового оттенка. Сыры немедленно помыть и обсушить. В таком виде сыры подготовлены к копчению. Коптить холодным копчением при 30–35°C в течение 12–24 ч. Для этого сыры на решетках поместить в коптильную камеру. Коптить дровами и опилками из лиственных, не содержащих смолистых выделений и дегтя. Дрова и опилки должны тлеть при доступе воздуха, но не давать пламени и высокой температуры. В этих условиях сыры приобретают золотисто-желтую корку, приятный вкус и аромат. В процессе копчения сыры следует 1–2 раза перевернуть для равномерности копчения. Копченые сыры обтереть чистой мягкой салфеткой, выдержать 2–3 ч при 15–18°C и отправить в подвал для созревания. Продолжительность созревания 35–45 дней, во время которого сыры через 2–3 суток переворачивать и обтирать чистой салфеткой. Другие копченые сыры вырабатываются подобным же способом.

Сулугуни копченый.

Типичными представителями отечественных копченых сыров из чеддаризованной и термомеханически обработанной массы являются сулугуни, слоистый, туристский. Особенностью этих сыров состоит в использовании зрелого (21–23°Т) коровьего, козьего, овечьего или буйволиного молока и их смеси в разных соотношениях. Молочную смесь составляют из расчета содержания в готовом продукте 45–50% жира в сухом веществе. Пастеризуют смесь на сыры при 72–74°C и выдержкой 20 с или по другим режимам, применяемым в сыроделии. Вносят хлорид кальция до 400 г на 1 т молока и бактериальную закваску, обычно в начале наполнения сыроизготовителя, в количестве 0,7–2,0%. Молочный сгусток получают сычужным, сычужно-кислотным, реже кисломолочным способом. Продолжительность свертывания при температуре 32–35°C составляет от 30 до 60 мин, в зависимости от способов коагуляции.

Сырное зерно ставят 6–10 мм в поперечнике.

Второе нагревание проводят при 35–38°C через 10–15 мин после разрезки сгустка и постановки зерна. После второго нагревания сырное зерно обсушивают 15–45 мин до кислотности сыворотки 15–17°Т.

В конце обработки удаляется 70–80% сыворотки, а из оставшейся массы образуют пласт в ванне или в формовочном аппарате. Пласт подпрессовывают при давлении 0,5–1,0 кг на 1 кг сырной массы, стараясь сохранить в нем необходимое для чеддаризации количество сыворотки.

Чеддаризацию проводят в пласте под слоем сыворотки или на воздухе при свободном ее вытекании. В последнем случае пласт разрезают на крупные куски, которые укладывают друг на друга. Температуру чеддаризации поддерживают в пределах 34–38°C.

Особенностью сыра сулугуни является сычужный сгусток, получаемый из коровьего молока, с последующей чеддаризацией сырной массы. Массу нагревают при интенсивном перемешивании до 75–85°C (обычно в рассоле).

В результате отщепления из пара-*k*-казеина кальциевых солей чеддаризованная масса превращается в пластичную, тестообразную и слоистую массу, которую формуют в виде низкого цилиндра массой 1,0–1,5 кг, диаметром 16–20 см и высотой 3,0–3,5 см.

Продолжительность чеддаризации 2–8 ч, в зависимости от степени зрелости молока, температуры, времени года и других факторов. К концу чеддаризации активная кислотность сырной массы достигает pH 5,2–5,0, титруемая 140–160°Т. Кислотность выделяющейся из пласта сыворотки должна быть 60–70°Т.

Зрелость сырной массы оценивается пробой на плавление. Для этого кусочек (30–50 г) сырной массы погружают на 3–5 мин в воду с температурой 70–85°C и после извлечения растягивают в руках. Созревшая масса должна хорошо тянуться и слипаться.

Сырную массу режут на куски и загружают в бункер аппарата для термомеханической обработки (фирмы Sordi–Lodi, Danido и др.), где проводится ее пластификация. Масса подвергается измельчению в виде кусочков или стружки и подается в горячую воду или рассол 8–10% концентрации с температурой 75–80°C на несколько секунд, так что ее температура достигает 55–65°C. С помощью вращающегося сита кусочки сырной массы извлекаются из воды или рассола и поступают в камеру, где подвергается механической обработке (сжатию, слипанию, растягиванию), и масса приобретает слоисто-волокнистую структуру. Шнеками масса подается в устройство для формирования в виде стружки или жгута заданного диаметра, направляемого в формы для прессования.

Прессуют сыр самопрессованием или под небольшой (5–10 кПа) нагрузкой с одновременным охлаждением до 6–12°C. Возможно охлаждение погружением форм с сыром в рассол с температурой ±2°C в течение 2–3 мин. Посолка сыра возможна в водном рассоле с концентрацией поваренной соли 16–20% или в сывороточном рассоле (16–18%). Кислотность водного рассола должна быть не выше 25°Т, сывороточного – 50–60°Т.

Посоленный сыр готовят к копчению. После посолки, обычно на другие сутки, поверхность сыров обсушивают, обтирают мягкими салфетками и подвергают холодному копчению. Копчение сулугуни проводится при 20–25°C в течение 3–5 суток на решетчатых полках.

Регулярно, один раз в сутки, сыры переворачивают для равномерного копчения головок со всех сторон и сохранения формы головок. Копченые сыры мягкими салфетками обтирают от копоти, охлаждают до 15–20°C, упаковывают в пакеты из термоусадочной пленки типа VKR 12 или завертывают в пергамент и наклеивают этикетку.

Срок хранения сулугуни копченого после выпуска с завода не более 30 суток, после чего следует оценить качество и хранимособность сыра.

Сыр копченый – хворост, пряди, лапша.

Это преимущественно местные сыры, разработанные на сыродельных заводах. Их выпускают под разными названиями и разной фабрикацией. В основе этих сыров обычно лежит чеддаризованная и термомеханически обработанная жирная или обезжиренная сырная масса. Это известная технология сыра сулугуни или качковал в различных вариациях. Сыры не формуют в виде головок, брусков, а после пластификации порции сырной массы (массой 0,5–1,5 кг) несколько раз растягивают и складывают в виде мотков, восьмерок, длинных лент лапши, прядей. Сыры солят в рассоле или сухой солью, охлаждают и коптят холодным копчением или обрабатывают растворами коптильных препаратов.

После копчения сыры выдерживают 1–2 суток, завертывают в пергамент и укладывают в ящики.

Такая технология этих сыров обеспечивает оригинальный внешний вид, вкус, и аромат, сыры привлекают потребителей и пользуются неизменным спросом.

2.8. Сыры сувенирные

Основными признаками, объединяющими эти сыры, являются их небольшая масса (до 0,5 кг), малые размеры, оригинальные формы, тщательная отделка и окраска поверхности, привлекательный вид, красивая упаковка и, безусловно, хорошее качество.

Молочной промышленностью России практически не выпускаются сувенирные сыры, т. к. они плохо вписываются в условия крупнотоннажного производства и трудоемки.

Конечно, изготавливать крупные сыры всегда более выгодно, чем мелкие, если последние не оплачиваются дороже. Чем мельче сыры, тем более трудоемко их производство и, как правило, выше расход сырья на единицу готового продукта. Не реализованные вовремя мелкие сыры быстро пересыхают, теряют массу. Однако производство мелких сыров может быть выгодно к праздникам, новогодней и рождественской торговле, ярмаркам, когда потребитель желает купить по более высокой цене целую головку маленького сыра.

Технология производства сувенирных сыров близка к технологии производства обычных сыров соответствующих видов, описанных выше. Отличия касаются формы, размеров, отделки поверхностей и некоторых других особенностей.

Производство сувенирных сыров трудоемко, но более высокая стоимость и дополнительная прибыль от реализации окупают затраты. Производство сувенирных сыров целесообразно наладить на мини-сырзаводах, прифермских сыроварнях и цехах, особенно там, где есть рынок сбыта (курорты, турбазы, кемпинги) или где есть избыток рабочей силы для их производства. Сувенирные сыры могут реализоваться отдельными, головками в оригинальной упаковке или подарочными наборами. Наборы состояются из сыров

одного или разных видов. Возможно включение в наборы других деликатесных продуктов и напитков (колбасные изделия, консервы, конфеты, коньяки и вина). В большие наборы можно включать красочные материалы полиграфического производства, игрушки, оригинальные изделия местных мастеров.

Упаковка сувенирных сыров и подарочных наборов может быть также оригинальной из дерева, металла, соломки, лозы, стекла, пластмассы, керамики и др. материалов, в т. ч. местного и домашнего производства. Это могут быть ящики, шкатулки, бочата, корзиночки, горшочки, баночки.

Сыры мелких размеров нельзя долго хранить, т. к. они при этом ухудшается качество, теряют массу за счет усушки, возрастают затраты по уходу.

Гарантийный срок хранения сувенирных сыров должен быть не менее одного месяца со дня выпуска в реализацию в упакованном виде. Реальный срок хранения без заметного ухудшения качества сувенирных сыров должен быть не менее трех месяцев при хранении в бытовом холодильнике.

Сувенирные сыры в кувертюре.

Наружная защита сыров полимерно-парафиновыми, белковыми, восковыми и другими адгезионными покрытиями служит для снижения усушки, предупреждения плесневения, придания сыру надлежащего товарного вида и цвета. Однако эти покрытия не съедобны и при их снятии приходится срезать корку сыра, теряя, таким образом, до 0,5% продукта.

Изучена возможность покрытия сувенирных сыров съедобными покрытиями на основе шоколадного кувертюра. Сувенирные сыры изготавливаются по технологии твердых сычужных сыров и/или из чеддаризованной сырной массы. Сыры прессуют с несколькими перепрессовками, хорошо замыкая поверхность. В зрелом виде сувенирные сыры подготавливают к глазированию (моют, наводят корку, обсушивают, наносят штамп). Сувенирные сыры глазируют, окуная в расплавленный кувертюр, охлаждают и заворачивают в тонкую прозрачную бумагу, целлофан или фольгу.

Глазурь сверху можно покрыть тонким слоем натурального пчелиного воска. Это улучшает защиту и создает более привлекательный вид сувенирным сырам. Шоколадное покрытие насыщенного коричневого цвета, приятного аромата делает особо привлекательными сувенирные сыры в наборах. Оно хорошо удерживается на сырах, препятствует усушке сыра. Глазированные сувенирные сыры симметрично укладывают в ячейки сувенирных коробок, сверху по периметру коробку заклеивают прозрачной пленкой из целлофана или бумагой. Это обеспечивает лучший товарный вид наборов, целостность сувенирных сыров и других сувенирных изделий. Глазированные сувенирные сыры разной формы в наборах хорошо сочетаются с сырами других цветов и оттенков (рубиновый, красный, желтый), другими сувенирными изделиями. В сувенирных наборах существенное значение имеет коробка, ящик, шкатулка, куда помещаются сувенирные сыры. В идеале это должна быть красиво оформленная, недорогая, достаточно прочная упаковка, которая после употребления продуктов остается покупателю в качестве сувенира.

2.9. Сыры в заливках

К сырам в заливках можно отнести рассольные сыры, созревающие в концентрированном рассоле. Наряду с ними разработаны технологические режимы и рецепты изготовления, созревания и хранения натуральных сыров в других заливках: винах, маринадах, соках, сахарных сиропах, медах.

Из сычужного, кисломолочного и сычужно-кислотного сгустков готовятся сыры разной жирности (25–45% в сухом веществе).

Прессуют самопрессованием без замыкания поверхности. Посолка в концентрированном рассоле до содержания соли 1,5–2,0%. Извлеченные из рассола сыры обсушивают 1–2 суток, после чего помещают в деревянные, пластиковые бочки, стеклянную тару с сыром закрывают и оставляют для созревания при $10\pm 2^{\circ}\text{C}$.

В качестве заливок используют: сухое и крепленое белое вино; виноградный, яблочный и томатный соки с добавлением фунгицида; маринады на уксусной и молочной кислоте (кислой сыворотке); натуральный и искусственный мед, разбавленный 1:1 или 2:1 кипяченой водой, пастеризованный и охлажденный; сахарные сиропы, изготовленные в соотношении 1: 1 или 2: 1, пастеризованные и охлажденные; другие жидкости.

Сыры в заливках оставляют для созревания и хранения на 3 месяца без всякого за ними ухода. Разные заливки неравномерно проникают в сыры. Более быстро в сыры диффундируют заливки, содержащие спирт и кислоту, а также кислоту и соль. Медленнее проникают в сыры сахаросодержащие и вязкие заливки. Влияние здесь оказывает сбраживание сахаров молочнокислыми микроорганизмами сыров, отсутствие тормозящего эффекта на их развитие этанола и соли.

Сыры в заливках достаточно хорошо сохраняются, пропитываясь и насыщаясь вкусовыми и ароматическими компонентами заливок, приобретают их окраску. Это позволяет целенаправленно регулировать органолептические показатели, состав и свойства сыров. При подборе заливок следует исключать маринады с горькими приправами (перец, лук, чеснок и т. п.), а также ароматизаторы, плохо сочетающиеся с сырами (корица, имбирь, шафран и др.). Заливки не должны быть темного (черного, фиолетового, синего, зеленого) цвета, т. к. они придают сырам неестественную окраску. Лучше использовать заливки прозрачные или слегка желтоватого цвета. Красные заливки из томатного сока с мякотью не должны содержать семян. Последние при хранении чернеют и могут придать неприятный запах.

Используя разнообразные заливки, можно в широких пределах регулировать органолептические показатели сыра. Сыры, созревающие в заливках, представляют собой новый вид продукта, вырабатываемый с заранее заданными вкусовыми показателями. При этом снижаются затраты труда по уходу за сырами в процессе созревания, уменьшаются потери на усушку сыров. Открываются новые возможности для производства пикантных или деликатесных сыров.

Заливки после регенерации могут быть повторно использованы для со-

зревания в них следующих партий сыра. Они могут быть также использованы потребителем в кулинарии, для изготовления разнообразных соусов, квасов и других напитков.

2.10. Сырная основа

Сезонность получения и переработки молока в условиях мелкофермерских хозяйств и сыродельных мини-заводов настоятельно требует разработки простых и эффективных способов резервирования молочного сырья.

Анализ возможных способов резервирования выявил потенциальные основы длительного хранения сырной основы в виде обработанного сырного зерна или чеддаризованной сырной массы в замороженном виде. Сырная основа готовится по технологии твердых сычужных сыров из маложирного сырья по ускоренной технологии. После отделения сыворотки сырная основа подвергается чеддаризации при свободном раскрытии пор и вытекания сыворотки. Сырная основа упаковывается в полимерные непрозрачные пакеты и после вакууммирования герметично запаивается. Сырной основы в пакетах должно быть 10–50 кг, что обеспечивает достаточно быстрое замораживание и в дальнейшем ее дефростацию. Замораживание и хранение следует проводить при возможно более низких температурах (не выше минус 20°C).

Дефростирование сырной основы целесообразно проводить в 2 степени: сначала в пакетах до температуры 0÷ + 5°C и в этом случае пакеты служат своеобразными зероторами для охлаждения других продуктов. Затем сырную основу после освобождения из пакетов нагревают в сладкой подсырной сыворотке до температуры переработки (40°C),

При изготовлении обычных сыров сырную основу можно перерабатывать вместе со свежим сырным зерном в любом соотношении, лучше 1:1 или близком к нему.

Качество сыров с использованием сырной основы, подвергнутой замораживанию и длительному хранению, после дефростации при переработке совместно со свежим зерном практически не отличалось от сыров из одной свежей сырной массы.

Таким образом, замораживание сырной основы является надежным способом консервирования белков молока в летний период в условиях отгонных пастбищ для последующей их переработки в межсезонье. Охлаждать и замораживать сырную основу особенно выгодно в условиях высокогорных сырзаводов, где достаточно естественного холода ледников и ледяной воды.

2.11. Способ изготовления сыра путем свертывания и сгущения

В этом способе совмещены процессы выделения белка ферментом, его инактивации и концентрирования составных частей молока. Нормализованная смесь, обезжиренное молоко или пахта, полученная при сбивании сливочного масла, нагревается до 32– 41°C, в нее вносится сычужный фермент

из расчета продолжительности свертывания в течение 30–40 мин. Сгусток разрезают на зерно 10–20 мм и вымешивают 10–15 мин, после чего подогревают до 95°C. При этой температуре выпаривают влагу в течение 2–4 ч, избегая пригорания массы. После сгущения массу солят по вкусу и расфасовывают в тару – стеклянные банки, глиняные горшки или эмалированные емкости. В горячую массу можно добавить ароматизатор и добавки: укроп, кинзу, чеснок, перец и пр. Сыр укупоривают и охлаждают до 10–12°C. Срок хранения при этой температуре до 2-х недель. При заливке поверхности горячей сырной массы в банках маслом или жиром срок хранения сыра увеличивается.

Сырную массу после сгущения можно высушить на сквозняке путем охлаждения до 40–45°C, дробления на мелкие кусочки и раскладки на поддонах. Обычно на открытом воздухе в солнечную погоду сырная масса высыхает за 1–2 дня. Сухой сыр помещают в пакеты и хранят в темном прохладном месте до 6 мес. Используют сухой сыр в зимнее время как добавку к овощным блюдам, макаронам, в супах и для начинки пирогов. Сыр восстанавливают, смешивая с небольшим количеством теплого молока или воды.

Сыр геленджикский относится к группе мягких сыров без созревания. Вырабатывается из свежего, пастеризованного при 80–82°C молока кислотностью не более 21°Т. Закваска для мелких сыров и ацидофильной палочки. Хлористый кальций вносится 10 г на 100 л молока. Смесь тщательно перемешивают и выдерживают в покое 1 ч при температуре 37–38°C для активизации закваски. Затем вносится сычужный фермент из расчета свертывания за 30–40 мин. Готовый сгусток разрезают на кубики по ребру 3–5 см, оставляя для обезвоживания на 5 мин, и вымешивают для постановки зерна размером до 1 см в течение 5–10 мин. Удаляют примерно 50% сыворотки, а в зерно вносят 1,2 кг соли на 100 кг смеси. Тщательно перемешивают и оставляют в покое на 15–20 мин. Оставшуюся сыворотку удаляют. Сырную массу формируют наливом в формы, выстланные серпянкой. Самопрессование 30 мин, затем прессование 1 ч с перепрессовками через 20 и 40 мин. Давление 1 кг на 1 кг сырной массы. Отпрессованный сыр завертывается в бумагу, укладывается в ящики и охлаждается до 8–10°C. Через сутки сыр готов к реализации и употреблению.

Форма сыра – прямоугольный брусок с размерами: длина 10–25 см, ширина 5–10 см и высота 5–10 см. Масса головки сыра 0,5–2,0 кг. Содержание жира в сухом веществе 50%, влажность 62%, соли 1%.

2.12. Сухие сыры

Сушка натурального сыра – один из эффективных способов его консервирования. Сушить можно целыми головками (зеленый сыр, терочные сыры) или растертыми в порошок. В первом случае длительный процесс сушки не исключает плесневения внутри головок. Во втором – высушенный порошок сыра может подвергаться порче из-за окисления жира.

Установлено, что для сушки натурального сыра лучше использовать

специально изготовленные зрелые твердые сычужные или плавленые сыры низкой или средней жирности (20–45% жира в с.в.) и пониженной влажности.

Иногда для этих целей специально вырабатывают терочные сыры, сыры с растительными компонентами (кисломолочный зеленый сыр с ароматическими травами). На сухие сыры можно перерабатывать головки зрелого сыра с дефектами внешнего вида, рисунка или консистенции, однако без пороков вкуса, запаха, плесени и слизи, гнилостных колодцев и т.п..

Установлено, что от формы и размеров частиц зависит скорость сушки и последующего восстановления сыра. Наилучшей для сушки являются частицы сыра в виде тора или призмы с отверстием внутри, однако на практике нарезать кусочки сыра в форме тора затруднительно. Рекомендуем зрелый сыр измельчать пластинчатыми, дисковыми или струнными ножами на цилиндрики или кубики размером 20х20 мм.

Оптимальным режимом сушки сыра в сушилке любого типа в потоке сухого (влажность не выше 30%) воздуха является первоначальная обсушка 30–50 минут при температуре 20°C. При этом не должен вытапливаться и появляться на поверхности частиц молочный жир.

После обсушки поверхности дальнейшую сушку сыра проводят, постепенно повышая температуру воздуха до 60°C за 30–40 минут, а затем за то же время снижая до 10°C. К концу сушки содержание влаги в сыре должно быть около 3%, одинаковое по всей массе частиц.

Вкус высушенного сыра становится более острым и выраженным, усиливаются и пороки вкуса и запаха, если они были.

Сухой сыр весьма гигроскопичен, поэтому его герметично упаковывают в фольгу, а затем в полимерные пакеты, либо картонные коробки. Масса сыра в упаковке от 100 до 500 г. Сухой натуральный сыр можно хранить в сухом месте в условиях нерегулируемых температур более двух лет без порчи и заметного ухудшения качества.

Сухой плавленый сыр изготавливают в виде порошка двумя способами. Первый – путем распыления расплавленной сырной массы в распылительных сушилках при температуре: в зоне сушки 50–65°C; поступающего воздуха – 160–170°C и выходящего из сушилki – 70–80°C. Расплавленная масса должна иметь содержание сухих веществ не более 35%, температуру не ниже 75°C.

Второй способ – путем брикетирования и охлаждения расплавленной сырной массы, а затем растирания. Крупинки подсушивают при комнатной температуре в потоке сухого воздуха до затвердевания поверхности частиц и прекращения слипаемости, а затем в сушилках до содержания влаги не выше 3%. Высушенный таким образом сыр размалывают и просеивают.

Содержание жира в готовом продукте должно быть не ниже 50%, влаги до 3%, белка – 35% и от 4 до 10% других, в том числе и растительных, компонентов. Восстанавливают сухой плавленый сыр до желаемой консистенции в кипяченой теплой воде.

Сухие сыры можно употреблять непосредственно в пищу, восстанавливать в сыр или использовать в кулинарии. Добавка сухого зрелого сыра улуч-

улучшает вкус и аромат продуктов питания, обогащает блюда животными белками, аминокислотами и молочным жиром.

Глава 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ

3.1. Теоретические основы изготовления плавленых сыров

При нагревании диспергированной сырной массы зрелых сыров (с более или менее разрушенными протеиновыми и жировыми мембранами), выделение жира происходит при температуре 60 – 65°C. Часть жира всплывает на поверхности водного раствора, другая его часть захватывается белковой частью смеси. Для связывания жира и получения гладкой однородной консистенции без расслоения воды и жира необходим эмульгатор.

Казеин в некотором роде уже является естественным эмульгатором. Однако у натуральных сыров из-за образования нерастворимой в воде кальциевой соли эта способность казеином утрачена. Необходимо заменить ионы кальция на ионы натрия, что обеспечит растворимость в воде образующегося казеината натрия. Это достигается добавлением в смесь ионообменников, чтобы двухвалентные ионы кальция заменить одновалентными ионами буферных солей натрия.

В промышленности разные виды плавленых сыров вырабатывают по утвержденным рецептурам, приведенным в сборнике технологических инструкций. В случае отсутствия приведенного в рецептуре сырья или имеющего другой химический состав, проводят пересчет рецептур по жиру, соли, влаге, содержанию сахара, pH и т.п. Для этого составляют систему уравнений, в которых неизвестных должно быть не больше, чем входящих в систему уравнений. Имеются специальные разработанные компьютерные программы для пересчета рецептур.

Выпускаемые малыми предприятиями плавленые сыры по составу и качеству должны соответствовать утвержденным в установленном порядке и действующими ТУ.

Основные виды выпускаемых отечественных плавленых сыров делятся на следующие группы и подгруппы:

1. Сыры плавленые ломтевые

1.1. Плавленые.

1.1.1. Плавленые без наполнителей.

1.1.2. Плавленые с наполнителями.

1.2. Копченые.

1.2.1. Копченые без наполнителей.

1.2.2. Копченые с наполнителями.

1.3. Пастеризованные.

1.3.1. Пастеризованные без наполнителей.

1.3.2. Пастеризованные с наполнителями.

1.4. Стерилизованные без наполнителей.

1.5. Стерилизованные с наполнителями.

2. Сыры плавленые пастообразные

2.1. Пастообразные без наполнителей.

2.2. Пастообразные с наполнителями.

3. Сыры плавленые сладкие

3.1. Сладкие без наполнителей.

3.2. Сладкие с наполнителями.

4. Сыры плавленые сухие

4.1. Сухие без наполнителей.

4.2. Сухие с наполнителями

Основные показатели отечественных видов плавленых сыров приведены в табл. 3.1. Технологическая схема производства плавленых сыров дана на рис. 3.1.

3.2. Сырье

Основным сырьем для изготовления плавленых сыров являются все виды сычужных сыров: твердые, полутвердые, мягкие, рассольные, специальные сыры для плавления, нежирные сыры, белковые массы, масло коровье и подсырное, жир молочный, топленое масло, сливки сухие и пластические, маргарины, сухое и сгущенное молоко, пахта, сыворотка, бактериальные закваски, а также вкусовые вещества, ароматизаторы, приправы и т.п.

Не допускаются к переработке на плавленые сыры сырье с запахом нефтепродуктов, химикатов, с прогорклым, тухлым, гнилостным, резко выраженным плесневелым вкусом и запахом, наличием пригорелых или посторонних частиц и включений.

Наряду с обычными аналитическими показателями, как содержание жира, влаги или сухого вещества, рН, каждый вид сыра характеризуется относительным уровнем распада казеина и особенностями его структуры. Относительное содержание разрушенного казеина обозначает количество белка, которое реально может быть использовано для структурообразования плавленого сыра. Структурообразующий компонент белка оценивают осаждением сульфата калия или алюминия.

С увеличением относительного содержания казеина в сырье, тем более предпочтительным является сырье для изготовления стабильных белково-жировых эмульсий для плавленого сыра. Через несколько суток созревания показатель относительного содержания неразрушенного казеина может составлять 90 – 95%. Этот показатель по мере созревания сыра уменьшается в зависимости от времени и интенсивности протеолиза. Так, для костромского и голландского брускового сыров после пресса относительное содержание неразрушенного казеина составляет 96 – 98%.

Таблица 3.1 – Основные показатели некоторых видов плавленых сыров

Вид и наименование сыров	Консистенция	Содержание, %			Наполнители	Дополнительная обработка	Фасовка, упаковка
		жира	влаги	соли			
1. Ломтевые: советский, российский, угличский, костромской, городской, «Новый» и «Богатырь»	твердообразная	20 30 40 45 50	50–62	1,5–3,5	–	–	В алюминиевую фольгу, брикеты, сектора
2. Копченые	твердообразная	30 40	52–55	2,5–3,0	коптильная жидкость ВНИИМП	копчение	целлофан
3. Копченые с наполнителями	твердообразная	30 45	50	2,5–3,0	копченые продукты, перец, овощи грибы		в алюминиевую фольгу, брикеты
4. Пастообразные: «Янтарь», «Дружба», «Лето», «Волна», «Рокфор», кисломолочные, зеленый, мягкий с томатом	пастообразная	50 55 60	50–52	2,0–3,5 1,2	томаты, сахар, специи	гомогенизация	
5. Сладкие: «Сластена», «Шоколадный», «Кофейный», «Фруктовый», «Чебурашка» и др.	пастообразная	20	43–48	1,0–1,5	сахар, шоколад, кофе, мед, фруктовые сиропы, ароматизаторы	гомогенизация	стеклянные банки, фольгу, полимерную тару
6. Консервные: пастеризованные, стерилизованные, сухие	твердообразная	30 45	2–6	2,0–3,5	копчености, соли, специи	пастеризация, стерилизация, сушка распылительная	в пленку, фольгу, банки, полистироловые стаканы
7. Сыры к обеду: для овощных блюд, для макаронных, с белыми грибами	твердообразная порошкообразная	30 40	40–43	2,5–3,5	грибы свежие, соленные и сушеные, соль, специи, овощные добавки	сушка, измельчение (растирание)	в пленки, комбинированные банки, жестяные банки

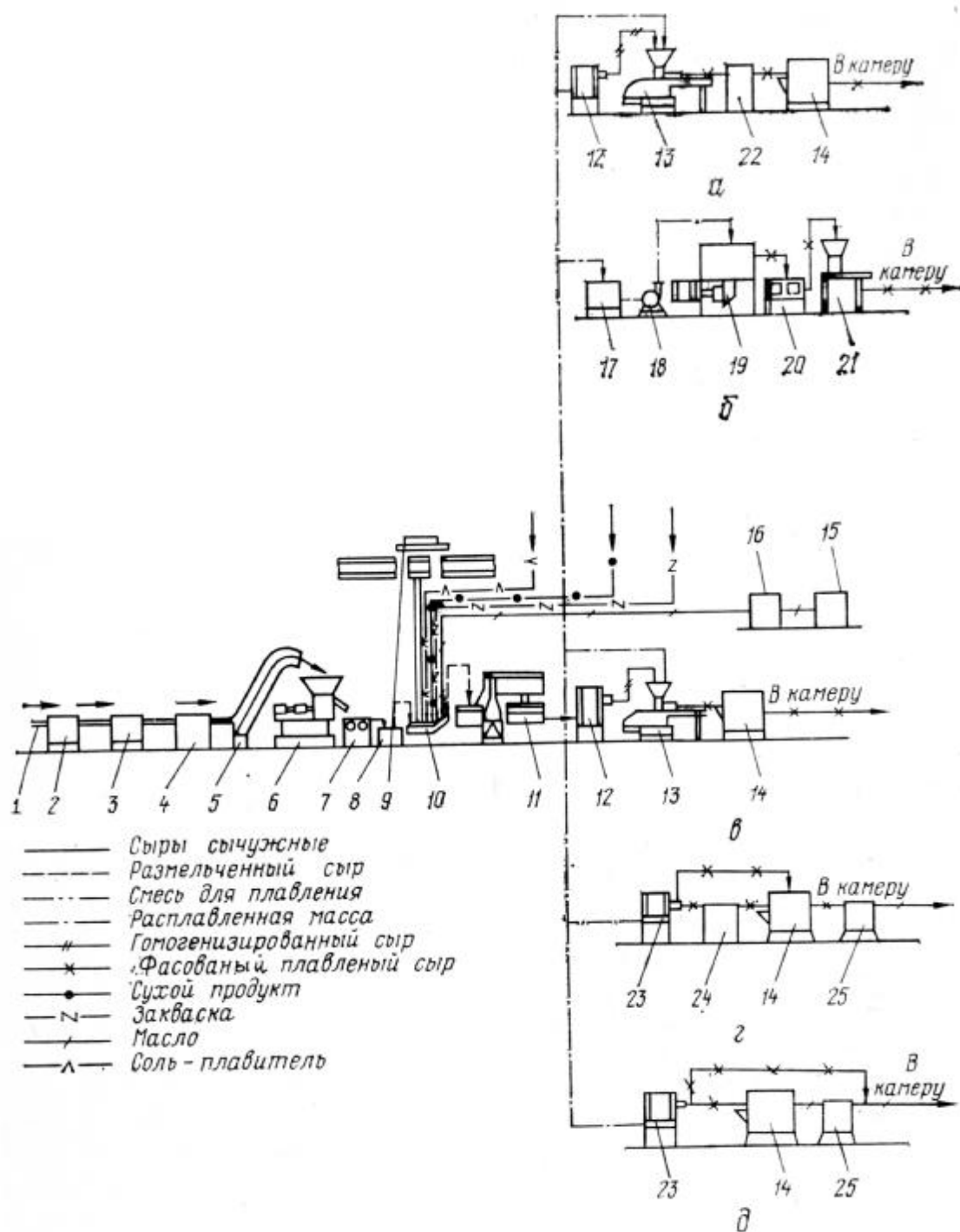


Рис. 3.1. Технологическая схема производства плавленых сыров:

а — стерилизованного; *б* — в порошке; *в* — ломтевого, пастообразного;

г — колбасного копченого; *д* — колбасного с коптильным препаратом.

1—транспортёр, 2—машина для снятия парафина, 3—моечная машина, 4—ёмкость, 5—транспортёр, 6—волчок, 7—валяцовка, 8—ёмкость, 9—весы автоматические, 10—загрузочный ковш, 11—аппарат плавления сыра, 12—гомогенизатор, 13—автомат для фасовки сыра, 14—охладитель, 15—машина для резки масла, 16—ёмкость для масла, 17—ёмкость для нормализации, 18—насос, 19—распылительная сушилка, 20—вибрационное сито, 21—автомат для фасовки, 22—стерилизатор, 23—шприц или автомат, 24—коптильная камера, 25—парафинер.

У швейцарского сыра месячного созревания он составляет до 85%, через полгода – 75%, через 9 месяцев – 70%. Более сильный протеолиз наблюдается у мягких сыров, достигая 2%. Опыт производства плавленых сыров указывает, что уровень содержания неразрушенного казеина в готовом продукте должен быть не ниже 2%.

При высоком уровне относительного содержания неразрушенного казеина получается сыр с длинной и волокнистой структурой. Наоборот – при низком уровне содержания неразрушенного казеина сыры имеют коротковолокнистую структуру.

Существенное влияние оказывает уровень механического воздействия и температура. Поэтому для получения эластичной структуры сыра, пригодной для нарезания ломтиками, используют молодой сыр, слабую термическую и механическую обработку. Большую дозу зрелых сыров (табл. 3.2), сильную механическую обработку и более высокие температуры плавления используют для получения сыров пастообразной вязкой консистенции.

Таблица 3.2 – Рекомендуемый состав сырья для производства разных видов плавленого сыра

Вид сыра	Молодой сыр, %	Сыр средней зрелости, %	Зрелый сыр, %
Блочный плавленый сыр с длинной структурой	60	30	10
Ломтики для тостов (45% содержание жира в сухом веществе; 53% содержание сухих веществ)	70	30	–
Ломтики (употребляются в пищу, как таковые, без растапливания)	60	30	10
Колбасный сыр с копчением	50	40	10
Порционные ломтики	50	40	10
Сыр пастообразной консистенции (20÷40% содержания жира в сухом в-ве)	30	50	20
Сыр пастообразной консистенции (50÷60% содержания жира в сухом в-ве)	60	40	–

Для плавления следует использовать соли–плавители: двузамещенного фосфата натрия, одно–, двух– и трехзамещенных цитратов натрия, триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, натрий пироглутарат, натрий пироглутарат, тетрагидропироглутарат и другие, а также смеси этих солей. Соли–плавители предпочтительнее применять в виде водных растворов в количестве 2–3,5% к массе сырья для плавления.

Масло сливочное перед внесением в смесь необходимо расплавить, а сухое молоко растворить в воде. Твердые растительные и животные компоненты подготовить соответствующим образом и измельчить. Сахар, соль и

другие сыпучие наполнители просеять. Специи промыть в холодной, а затем в горячей воде для дезинфекции, обдуть воздухом, измельчить. Орехи очистить от скорлупы и обжарить до слабо-коричневого цвета.

Экстракты и маслянистые вытяжки ароматизаторов вносить в массу перед плавлением. Приправы, пряные овощи вносить предварительно подготовленные.

В мелко растертое молочное сырье (сыры, творог) добавить масло, жиры, растворы солей-плавителей согласно выбранному рецепту, все перемешать, поставить на 1–2 часа для созревания. В процессе созревания сырная масса набухает, что способствует лучшему ее расплавлению. Созревание позволяет экономить 0,5–1% солей-плавителей, улучшает вкус готового продукта. Во время набухания сырную массу следует несколько раз перемешать для равномерного распределения солей-плавителей между частицами сырья.

Зрелую смесь поместить в котел для плавления. В качестве котла-плавителя можно использовать любую емкость подходящего размера, изготовленную из нержавеющей стали, медную луженую, чугунную или эмалированную. Лучше, если котел имеет шарообразное дно и толстые стенки. Нагревать можно огнем, паровым или электрическим способом до 45–50°C при непрерывном интенсивном перемешивании. Масса примет тестообразное состояние и при дальнейшем повышении температуры начнет плавиться, разжижаясь.

При 75–85°C сырная масса легкотекуча и готова для формования. Формовать в виде брикетов, секторов, фигурок животных, птиц, рыб и т. п. Для этого необходимо иметь формы и пуансоны к ним. В формы поместить фольгу или бумагу и пуансоном отштамповать чашечку. Залить в нее отмеренное количество расплавленной массы, наложить вырезанную по форме крышечку из такого же материала и завернуть края формочки. Подпрессовать слегка пуансоном, после чего формочки с сырной массой охладить. Готовые сырки вынуть из формочки и упаковать в картонные или деревянные коробки. После охлаждения до 8–10°C сыр готов к хранению и реализации. Срок реализации не более месяца при условии хранения сыра в это время при температуре 8–10°C.

При изготовлении копченых колбасных сыров необходима оболочка. Можно оболочку клеить из целлофана пищевым клеем, желатином. Для этого целлофан раскроить на листы и намотать на гладкую деревянную скалку, заводя концы «внахлест» с перекрытием на половину радиуса. Промазать клеем полосу «нахлеста» и прижать к столу, застланному бумагой по толстому сукну (одеялу). Как только стык надежно схватится, рукав снять со скалки и разрезать на куски нужной длины. Можно оболочку прошить на швейной машинке отволоженного пергамента. Сшивать крупным шагом стачным или выворотным швом. Сшитые рукава разрезать и вывернуть. Один конец оболочки завязать прочной льняной или конопляной ниткой, либо шпагатом, а второй стороной надеть на цилиндрическую цевку до завязанного конца, присоединенную к шприцу. Нагнетать расплавленную сырную массу в оболочку, не заполняя до конца на 4–5 см, быстро закрутить батон и, завязав

другой конец, сделать петлю. Этой петлей сырные батоны повесить на вешала для охлаждения и осадки. На них же сыр можно и коптить. Копчение проводится аналогично натуральному сыру.

Рецептуры плавленых сыров, при необходимости, берутся из нормативной документации. Основная формула расчета содержания жира в сухом веществе плавленого сыра:

$$Ж_{св} = \frac{Ж_{абс} \cdot 100}{СВ}, \quad (3.1)$$

где $Ж_{св}$ – массовая доля жира в сухом веществе сыра, %;

$Ж_{абс}$ – массовая доля жира, абсолютная, %;

$СВ$ – массовая доля сухого вещества в сыре, %.

Если необходимо повысить жир, расчет производят по формуле:

$$Ж_{св} = \frac{(M_{ж} + X) \cdot 100}{M_{св} + X} \quad (3.2)$$

Если необходимо понизить содержание жира в смеси, то считают по

формуле:

$$Ж_{св} = \frac{M_{ж} \cdot 100}{M_{св} + Y}, \quad (3.3)$$

где $M_{ж}$ – масса жира, кг;

$M_{св}$ – масса сухого вещества, кг;

X и Y – повышение или понижение содержания жира за счет добавления масла или сухого молока.

Плавленый сыр для пиццы.

Для приготовления пиццы, бутербродов, начинки для пирогов и пирожков в мире широко используется сыр моцарелла. В отечественной практике применяют ее аналог – сыр сулугуни и его разновидности. Более дешевыми являются плавленые сыры, имитирующие моцареллу, изготовленные из более дешевого сырья.

Ингредиентами являются: низкожирный казеин (14 кг), масло (11 кг), поваренная соль (2,5–3 кг), лимонная кислота (250 г), тринатрийцитрат (700 г), полифосфаты (150 г), вода (44 л), сгусток молочный (7 кг).

Смесь нагревают до 70–95°C в течение 5–20 минут при непрерывном вымешивании до получения гомогенной консистенции. Массу направляют в месильную машину, куда вносят 20 кг мелкоизмельченного зрелого сычужного сыра. Вымешивают еще 20 мин при поддержании температуры 70°C. Полученный сыр формуют, вытягивая и экструдировав в пластиковые мешочки или формы, которые направляют на охлаждение.

Выход сыра 100 кг; pH 5,9; срок хранения до 6 месяцев.

3.3. Вкусоароматические добавки для плавленых сыров

Вкусоароматические добавки (ВАД) разработаны во ВНИИМС для придания плавленным сырам специфических органолептических свойств. Эти добавки включают в себя ванилин, ароматические пищевые эссенции,

экстракты из пряных растений, вытяжки из грибов и т.п. Сравнительные показатели образцов ВАД и натуральных сыров приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Сравнительные показатели вкусоароматических добавок

Показатель	ВАД	Сыры с высокой температурой второго нагревания
Массовая доля, %: сухих веществ жира в сухом веществе	57,9±0,9 45,3±0,3	62,2±2,1 47,5±2,5
Содержание азота, %: общего растворимого, % от общего, всего в том числе: небелкового аминного	4,3±0,3 36,4±16,0 8,8±0,3 7,1±0,8	4,4±0,3 24,5±0,6 12,3±2,3 8,6±0,6
Активная кислотность, pH	5,4±0,1	5,5±0,1
Летучие жирные кислоты, мл 0,1н NaOH/100 г	53,5±14,5	54,4±4,0
Вкус и запах	В меру выраженный сырный, сладковатый, от слегкапряного до пряного, кисловатый, допускается наличие легкой прогорклости и осаленности	Чистый вкус и аромат, слегка сладковатый (пряный), без посторонних привкусов и запахов
Консистенция	Плотная, слегка рыхлая, несвязная, допускается крошливость	Пластичная, однородная по всей массе

3.4. Эмульгирующие соли (соли–плавители)

При производстве плавленых сыров разных видов в качестве эмульгаторов применяют натриевые соли–плавители, фосфаты, полифосфаты, пирофосфаты, цитраты и их смеси. В табл. 3.4 представлены основные фосфаты натрия.

Таблица 3.4 – Показатели некоторых солей–плавителей

Фосфат	Формула	№–Е	Регистрационный № по КАС	Молекулярный вес, моль	Содержание P_2O_5 , %	Величина pH	Растворимость г/100 г воды
Дигидрофосфат натрия	NaH_2PO_4	Е 339 I	7558–80–7	119,98	59,15	4,5	85,2
Динатрийгидрофосфат	Na_2HPO_4	Е 339 II	7558–79–4	141,96	50,00	9,1	9,3
Зх–замещенный	Na_3PO_4	Е 339 III	7601–	163,94	43,94	<12	11,0

фосфат натрия			54–9				
2х–замещенный кислый пирофосфат	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	E 450 I	7758–16–9	221,97	63,95	4,1	13,0
4х–замещенный кислый пирофосфат	$\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$	E 450 III	7722–88–5	265,90	53,38	10,2	6,2
Триполифосфат натрия	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	E 451	7758–29–4	367,86	57,88	9,7	14,6
Тетраполифосфат натрия	$\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$	E 452	68915–31–1	469,83	60,42	8,5	170
Соль Грэма	$(\text{NaPO}_3)_n$	E 452	68915–31–1	n x 101,96	69,61	6,6	157

Эти соли в порядке их эффективности можно расположить в следующем порядке: тартрат → цитрат → ортофосфат → полифосфат.

Фосфаты – соли ортофосфорной кислоты. Бывают моно– и полифосфаты. Монофосфаты еще называют ортофосфатами. Ортофосфаты образуют три вида натриевых солей: дегидрофосфат натрия (NaH_2PO_4), динатрийфосфат (Na_2HPO_4) и трехзамещенный ортофосфат натрия (Na_3PO_4). Возможно применение калийных солей ортофосфорной кислоты. Натриевые и калиевые соли хорошо растворяются в воде, а их растворы обладают высокой буферностью. Для регулирования pH сырной смеси, как правило, используют ортофосфаты с одним и тремя атомами натрия.

Ортофосфаты не обеспечивают получение плавленого сыра пастообразной (кремообразной) консистенции. Это достигается более интенсивным вымешиванием или добавлением переplava.

Полифосфаты подразделяют на три группы:

- цепеобразующие (короткоцепные) полифосфаты;
- кольцеобразующие (длинноцепные) метафосфаты;
- сетчатые (сшитые) ультрафосфаты.

Настоящие метафосфаты имеют стекловидную, не кристаллическую структуру и применяются в пищевой промышленности, но не для эмульгирования жира при изготовлении плавленых сыров.

В сырную массу, подготовленную для плавления, вносят водный раствор эмульгирующих солей 2,0 – 3,5%, перемешивают и оставляют на 10 – 40 мин для созревания. Затем, при перемешивании, начинают нагревать смесь, доводя до заданной температуры. При 60 – 65°C масса начинает плавиться, становится текучей. При необходимости температуру повышают. Продолжительность выдержки при этой температуре 10 – 15 мин, после чего сыр фасуют и охлаждают.

3.5. Основные пороки плавленых сыров и способы их предупреждения

При изготовлении плавленых сыров иногда необходимо заменять одно сырье (в случае его отсутствия) другим, возникают сбои со снабжением

предприятия паром, водой, электроэнергией, происходят поломки технологического оборудования и ошибки работников. Все это может привести к нарушениям технологического процесса и, в конечном счете, к образованию тех или иных пороков готового продукта.

Балловая оценка качества плавленых сыров.

Органолептическую оценку большой системе плавленых сыров проводят при $16 \pm 2^\circ\text{C}$ по 30–ти балльной системе.

Вкус и запах (15 баллов). Пороки этой группы часто являются пороками сырья или неправильным его подбором и/или солей–плавителей. Наиболее частые пороки: легкая горечь; кормовой, затхлый, кислый, прогорклый, соленый вкус; слегка щелочной или металлический привкус солей–плавителей.

Консистенция (9 баллов). Пороки этой группы (слегка мучнистая, не связанная, липкая, излишне мягкая или твердая, упругая, крупитчатая, излишне мажущаяся, рыхлая, ломкая, крошливая, колющаяся) возникают в результате неправильного подбора сырья и эмульгаторов, нарушений процесса плавления.

Цвет теста (2 балла). Неоднородный цвет – результат нарушений при составлении и плавлении сырной смеси.

Вид на разрезе (2 балла). В результате нарушений технологии изготовления сыра могут быть единичные включения (не расплавившиеся частицы белка, пригара), газовые пустоты.

Внешний вид (2 балла). Возможны деформация, нарушения упаковки и маркировки, неправильная укладка сыров в ящики. Причина – плохая работа автоматов, выполняющих финишные операции.

Сыры, оцененные по вкусу и запаху ниже 10 баллов и/или получившие общую балловую оценку ниже 19 баллов, к реализации не допускаются и подлежат повторной переработке.

Различные способы исправления типичных пороков плавленого сыра приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Способы устранения пороков плавленых сыров

Порок	Причина	Способ исправления
Сырная масса неоднородна, с мелкими комочками, крупитчатая	1. Уровень pH слишком низок. Различное сырье требует различных уровней pH: для голландского сыра (имеющего высокое содержание кальция) pH нужен более высокий, чем для чеддара. 2. Недостаточна доза эмульгатора. Дозировка зависит от возраста сыра и от содержания в нем жира и кальция. 3. Время плавления недостаточно долгое.	1. Повысить значение pH. 2. Увеличить дозу эмульгатора. 3. Продлить время плавления.
Сырная масса имеет на вид слишком жидкую консистенцию	1. Сырье слишком молодо и поэтому не сгустилось. 2. Эмульгатор не обладает кремообразующим действием. 3. Добавлено слишком много воды.	1. Смешать молодое сырье со средневыдержанным. 2. Заменить на соль с более выраженным кремо-

	4. Вода добавлялась сразу. Вся. 5. Не было добавлено предварительно расплавленного материала.	образующим действием. 3. Уменьшить количество воды. 4. Добавлять воду 2 или 3 порциями. 5. Включать от 3 до 8% предварительно расплавленного материала.
При открывании котла сырная масса оказывается тягуче нитевидной	1. Недостаточное количество предварительно расплавленного материала. 2. Неправильный выбор эмульгатора. 3. Недостаточно продолжительное время плавления. 4. Мала доза эмульгатора. 5. Медленная скорость работы мешалки. 6. Добавление всей воды сразу.	1. Добавить предварительно расплавленный материал. 2. Добавить соль с более сильным кремообразующим действием. 3. Продлить время плавления. 4. Увеличить дозу. 5. Увеличить скорость мешалки. 6. Добавлять воду 2 или 3 порциями.
При открывании котла сырная масса оказывается густой, пудингообразной	Процесс кремирания был прекращен слишком поздно. Возможно, что после хранения в течение 4 недель начнет отделяться экссудат (сырный сок).	1. Уменьшить дозу эмульгатора на 2–3%. 2. Использовать эмульгатор с низким кремообразующим действием. 3. Уменьшить количество добавляемого предварительно расплавленного материала. 4. Сократить время плавления. 5. Уменьшить скорость мешалки.
При открывании котла сырная масса оказывается жидкой и глянцевой	Уровень pH слишком высок	Отрегулировать уровень pH до оптимального значения.
При открывании котла сырная масса оказывается густой и «несвязанной»	Уровень pH слишком низок (кислая масса)	Увеличить значение pH расплава

Глава 4. ПЕРЕРАБОТКА ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ

Сыворотка, остающаяся при выработке сыра после выделения из молока целевого компонента – белка, жира и других частей сухого вещества, ты-

сячелетиями использовалась в неизменном виде на корм животным (как правило, откорм свиней). И только с возникновением промышленного производства сыра и, следовательно, с возросшими объемами сыворотки вопрос ее полного и рационального использования становился актуальным. Один из простых способов использования сыворотки – возврат ее фермерам. Сыродельное предприятие, конечно, может организовать и свою свиноводческую ферму, но при большом поголовье появляются новые трудности.

Количество образуемой сыворотки и физико–химические показатели ее состава зависят от состава исходного молока, технологических особенностей процесса производства и вида сыра, способа выделения белка. Средний выход сыворотки при выработке твердых сычужных сыров с учетом возможных потерь составляет $80\pm 1\%$ от массы переработанного сырья, мягких – $75\pm 1\%$, полужирных – $75\pm 1\%$, обезжиренных сыров – $70\pm 1\%$.

В среднем в сыворотку переходит от 47 до 52% сухих веществ от общего содержания их в цельном молоке, а также ценные для жизненных процессов биокатализаторы – фосфолипиды, ферменты, витамины. В подсырной сыворотке содержатся витамины *A, C, E, K₁*, а также все витамины группы *B*, а витамин *B₁₃* впервые был получен из сыворотки.

При выработке жирных и полужирных сыров сыворотка содержит жир и перед переработкой на сыродельных заводах ее обычно сепарируют. Вместе с сывороткой внимания заслуживают свежие подсырные сливки, имеющие слегка выраженный сырнй вкус. Их ежедневно получают на сырзаводах и используют для нормализации молочной смеси, предназначенной на сыр, вырабатывают подсырное, а затем топленое масло.

Белки подсырных сливок представлены, в основном, термолабильными сывороточными белками в растворенном состоянии. Основные количественные показатели состава подсырной сыворотки и подсырных сливок приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Основные показатели сыворотки и подсырных сливок

Показатели	Подсырная сыворотка	Подсырные сливки
Плотность, кг/м ³	1018–1027 при 20°C 1005–1006 при 90°C	1001–1010
Вязкость, Па·с·10 ⁻³	1,55 – 1,66 при 20°C 0,52 – 0,54 при 90°C	
Сухие вещества, %	4,5 – 7,2	28,3 – 30,8
в т.ч. жир	0,4 – 0,8	18 – 25
белки	0,93 – 1,1	0,76 – 1,01
лактоза	3,9 – 5,2	4,0 – 4,8
минеральные вещества	0,3 – 0,6	0,4 – 0,7
Кислотность титруемая, °Т	15 – 25	14 – 22
активная, ед. рН	5,3 – 6,0	5,28 – 6,23

Под названием «сывороточные белки» принято считать комплекс азотистых соединений, которые остаются в сыворотке после осаждения казеина

при рН 4,6. В промышленных условиях сыроделия сывороточные белки остаются в подсырной сыворотке после свертывания казеина молокосвертывающими ферментами и его отделения. В составе «сывороточных белков» могут находиться казеин в виде сырной пыли, продукты его гидролиза, протеозо–пептоны и другие соединения. Поэтому под термином «сывороточные белки», в нашем случае, будем считать все (кроме выделенного казеина) белки подсырной сыворотки сычужного свертывания.

Сывороточные белки – это группа глобулярных белков, различных по структуре и свойствам. В отличие от казеинов сывороточные белки не осаждаются в изoeлектрической точке, не ассоциируют друг с другом. Они содержат много сернистых соединений и не имеют фосфорных эфиров, имеют компактную глобулярную спиралевидную конформацию. Размеры микрочастиц сывороточных белков значительно меньше казеиновых мицелл.

Сывороточные белки не гидролизуются молочным белком плазмином и сычужным ферментом, малочувствительны к воздействию солей кальция. Однако, при нагревании молока сывороточные белки быстрее денатурируют, разворачивая свои полипептидные цепи. Затем эти цепи взаимодействуют между собой и с κ – казеином (преимущественно β – лактоглобулин). Образующиеся комплексы сывороточных белков и казеина, а так же жир, сыворотка и некоторые другие составляющие молока, являются основными компонентами сыров термокислотного осаждения.

Сывороточные белки в подсырной сыворотке из обезжиренного молока составляют 0,5–0,8 % или 15–22 % всех белков молока. Наибольшее их количество составляет β –лактоглобулин (7–12 %) и α –лактальбумин (2–5 %). Другие белки – альбумины сыворотки крови, иммуноглобулины и компоненты протеозо–пептонной фракции – в сумме составляют 2÷6 % и они не представляют промышленного интереса, т.к. плохо выделяются из сыворотки обычными технологическими приемами.

Сывороточные белки по своим свойствам близки к белкам женского молока, поэтому важны для питания младенцев, лиц пожилого возраста, спортсменов.

Минеральные вещества в сыворотке состоят из окисей натрия, калия, кальция, магния, фосфора и др.

Молочные сахар (лактоза) является ценным компонентом молока. Обладая низкой растворимостью и медленным всасыванием в желудочно–кишечном тракте, лактоза способствует продуцированию молочной кислоты и, тем самым, угнетению гнилостных процессов, торможению образования токсигенных веществ.

Таким образом, данные о составе и свойствах сыворотки свидетельствуют о весьма значительной ценности ее, как вторичного молочного сырья для производства пищевых продуктов, фармацевтических препаратов и кормовых полуфабрикатов.

Переработка подсырной, творожной и казеиновой сыворотки может существенно повысить рентабельность переработки молока. На мини–сырзаводе может осуществляться безотходная переработка молока, все со-

ставные части молока рационально и почти в полном объеме могут быть использованы для производства пищевых продуктов. Отходы предприятия вместе с сепараторной слизью и казеиновой пылью после термической обработки служат основой для производства высококачественного белкового корма типа «Бикодо – плюс» для животных.

Отделенную от сырной массы еще теплую сыворотку следует сразу же просепарировать, чтобы не уменьшить энергозатраты на ее охлаждение и последующий подогрев. Полученные подсырные сливки пастеризуют, охлаждают и в дальнейшем перерабатывают на подсырное, а затем топленое масло. Срок хранения подсырных сливок при температуре 4–10°C не должен превышать 2–х суток. При температуре 0,5°C срок хранения можно увеличить до 30 суток.

Из обезжиренной сыворотки можно изготавливать разнообразные прохладительные и/или спиртуозные напитки, использовать ее в хлебопечении, кондитерских изделий, в составе жидких кормов для животных.

Белки из подсырной сыворотки можно выделить, так называемым термокислотным способом, подкислив горячую (85–97°C) сыворотку одной из пищевых кислот (лимонной, молочной, уксусной и др.) и использовать для производства альбуминного творога и сывороточных сыров.

Следовательно, основными направлениями безотходной переработки молока на мини-заводах и специализированных модулях малой мощности являются:

- изготовление натуральных и/или плавленых сыров;
- выделение белков из смеси подсырной сычужной сыворотки и обезжиренного молока и/или пахты (производство белкового концентрата);
- изготовление сыра ТКО путем совместной переработки натурального молока и белкового концентрата;
- производство высококачественного белкового корма для молодняка сельскохозяйственных животных (например, «Бикодо +»).

Технология сывороточных сыров

Сывороточные сыры лучше готовить из смеси подсырной сыворотки, обезжиренного молока и/или пахты в соотношении 1:1 по технологии итальянских сыров.

Итальянская технология производства сыра рикотта.

Сыворотку с молоком и/или пахтой нагревают до 85–95°C с помощью теплообменника или барботированием очищенного пара.

В нагретую смесь вносят при помешивании раствор пищевой кислоты до появления белковых хлопьев, которые образуются при достижении изоэлектрической точки белков (рН 5,2–5,4). Выдерживают 3–5 минут до осветления сыворотки, после чего хлопья белка извлекают из сыроизготовителя и смешивают с чешуйчатым льдом для охлаждения до 50–55°C.

Вносят бактериальную закваску для твердых сыров с высокой температурой 2-го нагревания, перемешивают и формируют головки сыра.

Самопрессование или прессование под небольшими нагрузками (10–15 кПа) проводят в течение 10–12 ч и 4–6 раз перевертывают формы с сыром.

Сыры, освобожденные от форм, посолить в рассоле (если влажность их низкая) или натереть поверхность сухой солью (при повышенной влажности). Продолжительность посолки регулируется влажностью сыра, однако критерием служит достижение в сыре содержания соли 2,0–3,0%.

Сыр может быть реализован свежим, сразу же после посолки и охлаждения, или оставлен при 8–12°C для созревания на 30–40 суток. Режимы процесса созревания рикотты аналогичны созреванию мягких сыров со слизью на поверхности. Температура хранения сывороточного сыра не выше 10°C и срок – не более 3-х суток.

Технология сыров скандинавского типа.

Сывороточные сыры типа мюзост и месмор весьма распространены в скандинавских странах. Особенностью производства данных сыров является то, что в сгущенную в 5–7 раз сыворотку вносят 10–12% сахарной пудры, желатин, сорбит, сиропы, соль, муку, крахмал, овощные или фруктовые порошки, дробленые натуральные фрукты или ягоды, распаренные сухофрукты и другие компоненты. Смесь размешивают и, охладив до 25–30°C, выливают в формы с салфетками из ткани.

Формы перемещают на 10–12 ч в помещение с температурой 10–12°C для структуризации и застывания сырной массы. Отвердевший сыр вынимают из форм, освобождают от салфеток и обсушивают 1 сутки, при этом сыр окончательно затвердевает. Сыр заворачивают в бумагу или пленку и хранят при температуре не выше 10°C.

Для улучшения вкуса в сгущенную сыворотку можно добавлять сливочное масло, порошок какао и прочие вкусообразующие компоненты.

Глава 5. ГИГИЕНА ПРОИЗВОДСТВА СЫРА

Гигиена производства сыров включает в себя конгломерат необходимых мер и условий, при которых выработка, хранение и реализация обеспечивают полную безопасность потребления качественного продукта.

Качество сыра это стабильность состава, органолептических показателей и свойств. Существуют две категории показателей качества: показатели реализации и показатели безопасности.

Показатели реализации определяются нормативно–техническими документами, носят договорной характер и включают в себя состав, пищевую ценность, органолептические свойства, хранимоспособность, форму упаковки, способ употребления, цену и пр. Чем полнее эти показатели удовлетворяют требования потребителей, тем выше качество и конкурентоспособность продукта.

Показатели безопасности обеспечивают пищевую безопасность продукта при условии употребления его согласно установленных правил и носят обязательный характер. Подразделяются на микробиологические (наличие и

количество микроорганизмов в виде живых клеток, способных вызвать заболевание потребителя), химические (загрязнение продукта солями тяжелых металлов, пестицидами, антибиотиками, лекарственными средствами и пр.) и физические (наличие в продукте осколков стекла, бумаги, шерсти, насекомых и пр. посторонних предметов).

Содержание микроорганизмов в сыре нормируется ГОСТами, техническими условиями. Более 80% заболеваний человека пищевого происхождения вызваны микробиологическими факторами, поэтому на управление микробиологическими процессами на каждой операции производства сыра – от расположения фермы и здоровья животных до реализации готового продукта – должно уделяться пристальное внимание, особенно при выработке сыров на мини–производствах и специализированных модулях.

Система управления качеством и обеспечения безопасности молочных продуктов включает в себя:

- жесткое соблюдение требований гигиены получения и обработки молока на ферме и при его транспортировке;
- соблюдение требований гигиены в отношении расположения зданий и сооружений мини–предприятия, к его территории и производственным помещениям, системам мойки и дезинфекции оборудования и инвентаря;
- обеспечение оптимальных технологических режимов выработки и хранения продукции;
- контроль за своевременным удалением сточных вод и отходов производства;
- постоянную учебу персонала предприятия и медицинский осмотр. Наличие санитарных книжек у всех работников, контактирующих в процессе работы с продукцией – **ОБЯЗАТЕЛЬНО**.

Частично требования к территории и расположению малых сыродельных предприятий, их планировке изложены в разделе 1.2.

Здания и сооружения мини–предприятий и специализированных модулей по производству сыра должны быть прочными, содержаться в надлежащем техническом состоянии и сконструированы так, чтобы предотвратить проникновение грызунов, птиц и насекомых внутрь. Все окна, двери, канализационные люки должны иметь сетки, решетки или другие защитные устройства. Внутренний интерьер цехов должен исключать возможность накопления пыли и грязи.

На предприятии должны быть помещения для переодевания, хранения и сушки спецодежды, оборудованы устройства для мойки и санитарной обработки рук, туалеты не должны иметь прямого выхода в производственные помещения.

В аптечке скорой помощи должно быть все необходимое для обработки и дезинфекции ран, водонепроницаемые пластыри, резиновые перчатки для применения при повреждениях кожи, исключающие контакт с продуктом.

5.1. Энергоснабжение

На сыродельном заводе малой мощности используются разные источники энергии, из которых наиболее удобной является электроэнергия. Сырзавод, как правило, оснащен дизель–генераторной, парогенераторной, ветросиловой или другой энергетической установкой или несколькими типами установок. Часто энергию получают со стороны.

Для получения пара и горячей воды, обогрева помещений используют паровой котел или парогенераторы, работающие в автоматическом или полуавтоматическом режиме. В качестве топлива используют местное топливо, нефть, газ, уголь, дрова, биогаз, получаемый из навоза, отходов других предприятий.

С целью экономии энергии сырзавод малой мощности должен широко использовать аккумулирующие устройства тепла и холода.

5.2. Водоснабжение и канализация

Производство сыра невозможно без расходования чистой воды. По нормам технологического проектирования ее требуется в 5–7 раз больше, по сравнению с количеством перерабатываемого молока. Кроме того, вода необходима для систем внутреннего и наружного пожаротушения в течение первых 10 минут пожара.

Выбор источника водоснабжения очень важен для нормальной работы сырзавода малой мощности, получения высококачественных и безопасных для употребления в пищу продуктов. При выборе источника водоснабжения следует учитывать качество воды, мощность источника, технико–экономические показатели и другие факторы.

Анализ воды проводят органы госсанэпиднадзора: химический – не реже 1 раза в квартал, микробиологический – 1 раз в неделю.

При эксплуатации необходимо возможно полнее использовать оборотное водоснабжение завода. Наиболее просто водоснабжение водой осуществить от общей водопроводной сети поселка, фермы или близко расположенного промышленного предприятия. При отсутствии водопровода, вблизи сырзавода устраивают колодец, забивают трубу или бурят артезианскую скважину.

Колодец и забитые на глубину 4–10 метров трубы подают так называемые грунтовые воды. Они характеризуются повышенной механической и микробиологической загрязненностью, поэтому при использовании на сырзаводах их, в большинстве случаев, очищают и обеззараживают.

Напорные (артезианские) воды поднимаются на уровень пьезометрической линии, которая может быть выше поверхности земли и тогда наблюдается самоизлив из трубы. Если уровень ниже поверхности земли, воду поднимают на поверхность глубинными погружными насосами или эрлифтами. Артезианские воды, как правило, высококачественны и в большинстве случа-

ев могут использоваться без очистки.

Из источников воду подают насосом в водонапорную емкость, откуда по трубам к местам потребления. Водонапорную емкость устанавливают на чердаке сырзавода или во дворе на специальной подставке. Емкость необходимо изолировать от холода, снабдить переливной трубой, которую вывести на улицу. Следует предусмотреть надежную, простую автоматизацию поддержания постоянного уровня воды в водонапорном баке, исключая перелив воды.

Кроме водонапорных баков можно использовать пневматические водонапорно–регулирующие установки. Однако они имеют большие эксплуатационные расходы и поэтому применяются редко. При необходимости подаваемая в бак вода должна предварительно фильтроваться и обеззараживаться.

Источниками могут быть поверхностные воды из рек, озер, прудов, а так же воды бассейнов, устраиваемых у сырзаводов. Воду в бассейн собирают с крыш (дождевую или снеговую) или доставляют транспортом. Воду из поверхностных источников можно использовать для водоснабжения мини–заводов только при недостаточном дебите или полной непригодности подземных вод.

Вопрос выбора места для забора воды очень важен, т.к. часто территория вокруг ферм загрязнена навозом и жидкими стоками, которые могут загрязнять подземные источники. Воду из поверхностных источников необходимо очищать и обеззараживать. Очищают воду фильтрованием, осветлением, деферредизацией, удалением хлоридов марганца и некоторых солей. Иногда воду стабилизируют химическими реагентами для предотвращения коррозии трубопроводов и арматуры. Обеззараживание воды от болезнетворных микроорганизмов производят жидким хлором, гипохлоридами натрия и кальция, озоном, двуокисью хлора, бактерицидным облучением. Вода, поступающая на сырзавод, должна содержать в 1 литре 0,3–0,5 мг хлора (остаточный хлор), что указывает на достаточность дозы введенного хлора для полного ее обеззараживания. При озонировании для обеззараживания 1 л воды подземных источников требуется 0,75–1,0 мг озона, для поверхностных источников – 1–2 мг на 1 литр.

Бактерицидное обеззараживание осуществляют с использованием ультрафиолетовых лучей из ртутно–кварцевых ламп высокого давления или аргоно–ртутных ламп низкого давления. Лампы могут находиться над поверхностью воды или быть погруженными в нее перпендикулярно или параллельно потоку, часто их располагают в потоке крестообразно. Для питания паровых котлов и парообразователей, как правило, требуется умягчение воды. Жесткость воды для котлов не должна превышать 0,3 мг–экв/л.

Способы умягчения воды в данной книге не рассматриваются, так как они стандартные для котельных установок.

Отходами мини–сырзаводов являются смойки пахты и сыворотки из труб и емкостного оборудования, зачистки сыра и творога, шлам из грязевого пространства сепараторов–молокоочистителей, жир из канализационных жиroleвок, промывные воды от мойки сыров и их тепловой обработки.

Канализация сточных вод сырзавода малой мощности может быть совмещена с жидкими навозными стоками фермы в специальных отстойниках, откуда жидкие отходы вывозятся после нейтрализации и обеззараживания на поля орошения хозяйств или реализуются в виде жидких удобрений полей.

Твердые отходы (мусор) собирают в закрывающиеся крышками мусорные баки, которые, по мере наполнения, регулярно опорожняют и вывозят авто или гужевым транспортом на свалку или специально отведенные для этих целей места.

Альтернативный вариант – переработка жидких и твердых отходов на самом мини-заводе термическим обеззараживанием, высушиванием солнечной сушкой, глубинное сжигание, использование для получения биогаза и проч. Однако, наиболее экономически и экологически оправданной является переработка отходов мини-сырзаводов на корм для молодняка крупного и мелкого рогатого скота, свиней и/или птицы.

5.3. Теплоснабжение

В качестве топлива котельных установок для получения пара, горячей воды, обогрева помещений и других нужд в условиях сырзаводов малой мощности могут быть использованы разнообразные горючие вещества: природные и сжиженные горючие газы, дизельное топливо, нефть, мазут, горючие сланцы, ископаемые угли, торф, дрова, биогаз, в степных районах – солома, кизяк (формованный навоз с соломой и опилками), высушенный в виде блоков навоз, а также солнечное тепло и электроэнергия. Можно использовать подземные источники горячей воды.

Подбор топлива в каждом конкретном случае должен быть ориентирован на его доступность и надежность получения, удобство использования и возможно более низкую стоимость. В первую очередь следует использовать местные виды топлива.

За рубежом в последние годы широко используют биогаз, получаемый из навоза мелочно-товарных ферм. Для получения и надежного снабжения сырзавода биогазом необходимы газогенераторы биогаза и газгольдеры для его хранения. Биогаз, по нашему мнению, один из перспективных видов топлива для малых предприятий, располагающихся в непосредственной близости от ферм. Навоз в процессе анаэробной ферментации разделяется на биогаз, жидкость и обезвоженную массу. По имеющимся опубликованным данным в биогазе 60–70% метана и он используется как топливо с теплотворной способностью 5–6 тыс. ккал/м³. Образующиеся жидкие стоки и твердый остаток используют как удобрение. Процесс ферментации в установке непрерывный.

Другим источником местного топлива может быть кизяк – сушёный навоз с добавками соломы, торфа, опилок, стружки, бумаги, картона и прочих горючих отходов. Кизяк можно рекомендовать в качестве топлива только в южных районах, отличающихся сухим климатом, т.к. для его сушки необходимы значительные затраты солнечного тепла. Промышленное производ-

ство кизяка в России не налажено. Имеется только народный опыт, приемы изготовления и сушки.

В южных районах и в некоторых районах средней полосы страны следует, возможно более широко, использовать солнечную энергию для подогрева воды в аккумуляторах тепла с помощью солнечных коллекторов, смонтированных на южных сторонах крыш сырзавода или фермы.

В районах с постоянно дующими ветрами оптимально экономичным источником энергии могут стать ветровые электростанции небольшой единичной мощности, которые могут частично обеспечивать энергетическую потребность сырзавода. В периоды, когда надобность в энергии отсутствует, энергия

ветросиловых установок может переключаться на подъём и/или подогрев воды в тепловом аккумуляторе. Это позволит существенно снизить затраты топлива и электроэнергии на переработку молока. Ветроагрегаты разной мощности азработаны НПО «Ветроэн» и выпускаются отечественной промышленностью.

Строительство ветроэлектростанций экономически выгодно там, где среднегодовая скорость ветра составляет 6 и более м/с. Такими районами являются побережье Северного Ледовитого и Тихого океанов, Казахстанские "Джунгарские ворота", Северо-Кавказский коридор (Ростов-на-Дону – Армавир – Мин-Воды), Нижний Дон, Центральный черноземный регион, Западная Сибирь, Нижнее Поволжье, побережья Чёрного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей и некоторые другие. Достаточными ветроэнергетическими ресурсами располагает примерно 20% территории нашей страны.

5.4. Холодоснабжение

Переработка молока, производство и хранение молочной продукции, в том числе и сыров невозможно без наличия на предприятии источника холода. Холод необходим для охлаждения молочного сырья, сливок, масла, сыров при созревании и хранении и для других технологических нужд.

Наиболее целесообразно использование машинного холода, получаемого от холодильных установок. Чаще всего, в промышленности используют аммиачные и фреоновые холодильные установки.

Для мини-сырзаводов и специализированных модулей в настоящее время более экономичными считаются автоматические фреоновые холодильные установки, не требующие повседневного обслуживания.

Находит также применение искусственный холод в виде сжиженных газов – азота и углекислого газа. По некоторым данным, запасы азота в РФ велики, а стоимость в сжиженном виде вполне приемлема для использования его в качестве хладоагента.

В качестве альтернативных источников холода для малых предприятий можно предложить использование естественного холода – морозного воздуха, льда, снега. Лед и снег заготавливают зимой и сохраняют под слоем изоляции весь теплый период года. Колотый лед растапливают в воде, а полу-

ченная охлажденная вода используется в качестве хладоносителя.

На сыродельном заводе всегда остро стоит проблема охлаждения соляного отделения, камер созревания и хранения сыра. Здесь есть два варианта.

Первый, более экономичный, это размещение солилки и камер созревания сыра в подвальном помещении или рядом с сырзаводом, на глубине 4–8 м. В данном варианте температура в этих помещениях круглый год близка к температуре созревания сыра (8–15°C), поэтому дополнительного охлаждения воздуха камер не требуется. Однако, при близком залегании грунтовых вод, сооружение таких сырохранилищ становится проблематичным. Кроме того, на транспортировку и перемещения сыра требуются значительные затраты труда.

Второй вариант – строительство наземных камер созревания сыра, сблокированных с мини-заводом на тех же высотных отметках. В таких случаях уровень подземных вод обычно значения не имеет. В этом случае велики затраты холода на охлаждение камер с сыром, но затраты по перемещению сыра меньше, чем в предыдущем варианте.

Для мини-сырзаводов, в зависимости от их мощности, возможно применение любого из вышеприведенных вариантов расположения сырохранилища. По нашему мнению, более рационально использование смешанного типа холодоснабжения малого молокоперерабатывающего предприятия – естественного и машинного холода. В зимние, морозные дни заготавливать лед, оборудуя ледник. При нехватке естественного холода – использовать холодильные установки, сухой лед или сжиженный газ (азот).

5.5. Мойка и дезинфекция оборудования

Мойку и дезинфекцию оборудования производит специальный персонал. К работе допускаются рабочие не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности на данном рабочем месте.

Персонал должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью, предохранительными приспособлениями (очки, перчатки резиновые, фартук).

Требования к санитарной обработке оборудования пищевых предприятий очень жесткие. Очистка, мойка и дезинфекция инвентаря, оборудования и трубопроводов должна проводиться способами, не наносящими вред продукции. Как правило, на молочных и, в частности, сыродельных предприятиях данный процесс проводится в следующей последовательности:

- ополаскивание холодной или теплой, а жирные поверхности – горячей (80–82°C) водой, задачей которого является удаление слабодержащихся остатков и которое является предварительной операцией;
- протирка, эта операция обычно выполняется вручную и имеет задачей освободить поверхности от приставших к ним веществ;
- мойка растворами моющих средств;

- ополаскивание питьевой водой до полного удаления загрязнений и моющих средств.

Периодичность мойки основного оборудования:

- молокоцистерны и фляги – ежедневно, обращая внимание и на внешнюю поверхность, крышки и прокладки;
- резервуары и емкости для хранения и созревания молока – после каждого опорожнения;
- заквасочники – после каждого опорожнения;
- сыродельные ванны и сыроизготовители, формовочные аппараты, отделители сыворотки и инвентарь – после каждой выработки;
- соляные бассейны – после каждой смены рассола или при неудовлетворительном его санитарном состоянии;
- молокопроводы и клапаны – в конце рабочего дня.

Порядок мойки оборудования:

Мойка сепараторов и молокоочистителей вручную:

- удалить осадок из грязевого пространства;
- ополоснуть теплой водой ($35\div 40^{\circ}\text{C}$) все детали, соприкасающиеся с молоком;
- промыть моющим раствором ($45\div 50^{\circ}\text{C}$) с помощью щеток и ершей;
- ополоснуть теплой водой ($35\div 40^{\circ}\text{C}$), чистые тарелки одеть на штангу сушильной подставки, остальные детали разложить на стеллажах или передвижных столах;
- сборку сепараторов и молокоочистителей производить непосредственно перед работой.

Мойка оборудования для тепловой обработки молока щелочным и кислотным растворами:

- освободить систему от остатков молока путем пропускания водопроводной воды в течение 5-7 мин;
- промыть щелочным раствором при температуре $70\div 80^{\circ}\text{C}$ в течение 30 мин;
- ополоснуть водопроводной водой 5-7 мин;
- промыть раствором кислоты при температуре $65-70^{\circ}\text{C}$ в течение 30 мин;
- ополоснуть водой;
- в случае перерыва в работе пластинчатого аппарата перед пуском необходимо сжать пластины и продезинфицировать аппарат горячей водой ($90\div 95^{\circ}\text{C}$) в течение 10-15 мин.

Мойка трубопроводов (при наличии участка безразборной мойки молокопроводов, где установлены специализированные установки) проводится путем циркуляции моющих растворов. Все молочные краны и клапаны в конце циркуляции разбирают, моют и дезинфицируют вручную. Порядок мойки:

- освободить систему от остатков молока путем пропускания водопроводной воды в течение 5–7 мин;
- промыть щелочным раствором при температуре 70÷80°C в течение 30 мин;
- ополоснуть водопроводной водой 5–7 мин;
- промыть раствором кислоты при температуре 65-70°C в течение 30 мин;
- ополоснуть водой;

Мойка молокопроводов вручную проводится с полной их разборкой и в порядке, описанном для мойки емкостного оборудования.

Мойка автомобильных цистерн и молокохранильных резервуаров:

- ополоснуть теплой водой (35÷40°C) все поверхности и детали, соприкасающиеся с молоком;
- промыть моющим раствором (45÷50°C) с помощью щеток и ершей;
- ополоснуть теплой водой (35÷40°C);
- установить на место все демонтированные в начале мойки детали;
- поверхность стенок промывают щетками с теплым раствором, после чего их ополаскивают.

При необходимости (по технологическим показателям) оборудование и трубопроводы подвергают стерилизации (дезинфекции). Стерилизация зависит в основном от интенсивности стерилизующего средства, длительности его воздействия, последовательности обработки.

Дезинфекция может проводиться одним из следующих способов:

- пропаривание паром в течение 10–15 мин;
- обработка горячей (80–85°C) водой в течение 15–20 мин;
- применением растворов хлорной извести или других дезинфектантов в соответствии с инструкцией по их применению.

Методы использования пара и горячей воды очень расточительны. Эффективна стерилизация растворами гипохлорида.

После окончания рабочего дня тщательно моются полы, канализационные люки, двери. Весь уборочный инвентарь (щетки, швабры, терки и пр.) после уборки вымыть и продезинфицировать.

Все процедуры мойки и дезинфекции должны проводиться без брызгивания жидкости, исключая попадание ее на электродвигатели, с соблюдением требуемых мер безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мини–сырзаводы мощностью от 50 до 1500 кг сыра в смену могут использоваться для переработки излишков молока в труднодоступных районах, местах горных пастбищ, обгонного скотоводства и пр. Они позволят улучшить снабжение высококачественными молочными продуктами население в местах получения молока. Их можно использовать в качестве учебной и опытной ба-

зы ВУЗов, техникумов и профтехучилищ для подготовки кадров молочной промышленности, а также научными учреждениями, лабораториями и специализированными КБ для отработки технологических режимов производства вновь разрабатываемых сыров и других молочных продуктов.

При налаженном промышленном производстве дешевого отечественного оборудования для мини-сырзаводов капитальные затраты на единицу перерабатываемого молока ниже, чем на средних и крупных сырзаводах. Значительно ниже издержки на транспортировку молока на сырзавод и транспортировку вторичного молочного сырья на корм скоту.

Однако, необходимо учитывать особенности этих сырзаводов и, в частности, незначительные объемы перерабатываемого молока. Отсюда рентабельность таких сырзаводов не будет высокой, а возможно для нормального их функционирования придется пересмотреть цены на вторичное молочное сырье: обезжиренное молоко, пахту и сыворотку, реализуемое сдатчикам, увязав ее со стоимостью молока.

Наиболее целесообразно при закупке оценивать молоко не только по жиру, а по белку или сухому веществу, т.к. ценность жира и белка – основных компонентов сухого вещества молока близка. По содержанию этих сухих веществ во вторичном молочном сырье следует оценивать и его стоимость. Такая оценка будет наиболее справедливой и позволит поднять рентабельность молокоперерабатывающих предприятий.

Для увеличения прибыли на мини-сырзаводах рекомендуем возможно полно использовать на пищевые цели все составные части молока. Отходы производства перерабатывать на корм для с.-х. животных

Наиболее эффективна работа будет при использовании для тепло-, водо- и холодоснабжения дешевых местных природных источников. Например, переработка анаэробным брожением в биологический газ остатков органических загрязнений сточных вод, позволит улучшить экологическую обстановку в зоне мини-сырзавода и создать условия для безотходной технологии.

За рубежом, в условиях жесточайшей конкурентной борьбы, одним из способов успешного развития фермерских хозяйств и мини-сырзаводов является объединение их в кооперативы и ассоциации. Они помогают фермерам в маркетинге – оценке складывающихся на рынке ситуаций со сбытом сыра, масла и других молочных продуктов, в финансовых операциях, модернизации оборудования, научно-технических, организационных и других мероприятиях. Объединение ресурсов мелких фермерских хозяйств и мелких молочных кооперативов является основой выживания, как семейных молочных ферм, так и средних и даже крупных молочных хозяйств.

Членство в кооперативах и ассоциациях увеличивает социальную защищенность их членов, т.к. дает возможность пользоваться страховой системой, медицинским обслуживанием, кредитами и другими льготами.

Важнейшим преимуществом кооперативов является отсутствие во многих странах основных налогов на кооперативную деятельность. Прибыли кооперативов распределяются между членами-пайщиками пропорционально их долевому участию. Однако прибыль пайщикам выплачивается не вся, а только

около 20%. Остальная часть идет в фонд накопления (финансирования) для расширения кооператива, модернизации фермерских хозяйств, перерабатывающих предприятий и др. нужд. Это, в свою очередь, создает конфликтные ситуации между пайщиками, каждый из которых заинтересован в развитии только его фермерского хозяйства, реконструкции и техническом перевооружении только его сырзавода или другого молочного предприятия. Кооператив же ориентируется в своей деятельности, прежде всего не только на прибыль, на вложенный капитал, но и на стабильность развития и финансового состояния всех своих членов.

В некоторых странах, например США, молочные кооперативы выполняют функции агропромышленных фирм, интегрирующих фермерские хозяйства с промышленными предприятиями пищевой, обслуживающей, торгово-закупочной сети. К началу XXI века в США было около 350 молочных кооперативов.

Со своей стороны, фермерские кооперативы монополизировали рынок скоропортящейся продукции. По данным всемирной молочной Ассоциации на их долю, например в США, приходится 75% производимого в стране молока и 87% сухого молочного порошка, 65% сливочного масла, 47% сыра и 10% мороженого.

Наметились тенденции в организации объединений координирующих и стабилизирующих деятельность семейных ферм и нескольких кооперативов. Эти объединения принимают излишки масла, сыра, сухого молока и др. продуктов, перерабатывают или просто передерживают, а затем, при благоприятной рыночной ситуации, сбывают эти продукты по повышенной цене. Они также ищут новые рынки сбыта молочных продуктов, снабжают фермерские хозяйства и входящие в объединение кооперативы разнообразной информацией, оказывают другие разнообразные услуги.

Таким образом, анализ опыта и тенденций развития зарубежных мини-сырзаводов ясно показывает, что такие предприятия малой мощности необходимы нашей стране и они займут хозяйственную нишу по переработке молока, не посягая на молоко крупных молочных предприятий. Они могут функционировать при крупных молокоперерабатывающих предприятиях, как низовая сеть, при колхозах и совхозах, как кооперативные или артельные сыроварни, как прифермские на правах частной или личной собственности и прочие. Важно, что они способны перерабатывать молоко в местах его производства и снабжать высококачественными молочными продуктами местное население, снизить бремя страны по импорту продуктов питания, увеличить пищевую безопасность страны. Однако, прежде чем строить в том или ином месте сырзавод малой производительности, следует оценить состояние скота по заболеваемости, пригодность молока для сыроделия, безопасность местности в эпидемиологическом отношении, традиции и условия жизни местного населения и другие санитарно-гигиенические аспекты.

На сырзаводе малой производительности сразу же должен быть налажен строжайший санитарно-гигиенический режим производства.

Все эти немаловажные проблемы следует учитывать при разработке,

проектировании, привязке на местности и строительстве сырзаводов малой производительности (мини–сырзаводов и специализированных модулей).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов Г.М., Гаджи-Исмаилов Ф.Б. Как стать фермером. – М.: МП Имидж, 1992, –845 с.
2. Бородулин Е.Н. Производство молока на малой ферме. Школа арендатора. –М.: Агропромиздат, 1989. –223 с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПин 2.3.2.1078-01. –М.: Минздрав России, 2002. –166 с.
4. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. –М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. –344 с.
5. Горбатова К.К. Химия и физика белков молока. –М.: Колос, 1993. –192 с.
6. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты/ Под редакцией С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи, 2003.–800с.
7. Диланян З.Х. Сыроделие. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, –280 с.
8. Ивашура А.И. Гигиена производства молока. – М.: Росагропромиздат, 1989, –237 с.
9. Инструкция по технoхимическому контролю на предприятиях молочной промышленности. –М.: 1991.
10. Инструкция по микробиологическому контролю производства на предприятиях молочной промышленности. –М.: 1987.
11. Изменения №4 к Сборнику технологических инструкций по производству твердых сычужных сыров. –1994.
12. Кулешова М.Ф., Тиняков В.Г. Плавленые сыры. - М.: Пищевая промышленность, 1977, –168 с.
13. Кугенев П.В. Молоко и молочные продукты. –М.: Россельхозиздат, 1981, – 96 с.
14. Оноприйко А.В., Карнаух В.И., Оноприйко В.А. Техника и технология переработки молока на прифермских сыроварнях и сыродельных мини-заводах. Обзорная информация. - М.: АгроНИИТИММП, 1990, -40 с.
15. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки (Храмцов А.Г., Кравченко Э.Ф., Петровский К.С. и др.). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, –296 с.
16. Производство сыра: технология и качество / Перевод с фр. Б.Ф. Богомоллова; под ред. Шилера Г.Г. –М.: Агропромиздат. – 1989. – 496 с.
17. Технология сыра: Справочник/ Под общей ред. Г.Г.Шилера. -М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984. –312 с.
18. Сборник технологических инструкций по производству твердых сычужных сыров. –Углич.: Изд-во НПО «Углич». –1991.
19. Сборник научно-технических документов по производству рассольных

- сыров. – Углич: Изд-во НПО «Углич». –1992.
20. Сборник научно-технических документов по производству мягких сыров. – Углич: Изд-во НПО «Углич». –1991.
 21. Сборник научно-технических документов по производству плавленых сыров. – Углич: Изд-во НПО «Углич». –1992.
 22. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: Справочник. /Алексеева Н.Ю., Аристова В.П., Патратий А.П. и др. –М.: Агропромиздат, 1986. –239 с.
 23. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.3. Сыры. /Кузнецов В.В., Шилер Г.Г.; под общей ред. Г.Г. Шилера. – СПб: ГИОРД, 2003. –512 с.
 24. Степаненко Л.И. Микробиология молока и молочных продуктов. –М.: «Все для Вас – Подмоскowie», 1999. –415 с.
 25. Уманский М.С. Селективный липолиз в биотехнологии сыра.–Барнаул. –2000. – 245 с.
 26. Храмцов А.Г. Комбинированные сыры: Обзорная информация. Сер. Маслоделие и сыроделие/ А.Г. Храмцов, А.В. Оноприйко, Т.И. Сафонова, В.П. Желябин. – М.: АгроНИИТЭИММП. –1993. –20 с.
 27. Храмцов А.Г. Молоко: производство и переработка. / А.Г. Храмцов, В.В. Милошенко, А.В Оноприйко, В.А. Оноприйко. –Ставрополь, 2000. –232с.
 28. Храмцов А.Г. Работа предприятия при ограничении сырьевых ресурсов/ А.Г. Храмцов, А.В Оноприйко, В.А. Оноприйко, А.А. Храмцов// Молочная промышленность.–2000. –№5. –С. 10-14.
 29. Шидловская В.П. Ферменты молока. –М.: Агропромиздат, 1985. –152 с.
 30. Шубин М.Е. Производственные расчеты в молочной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1966.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Примерный перечень технологического оборудования приемно–аппаратного цеха мини–завода^{*}

Наименование	Марка
Весы для приемки молока	СМИ–250 СМИ–500 ВЦП–500
Насос самовсасывающий	Е8–36 МЦС–13–10 36–3 Ц 3,5 –10 36–3 Ц 7,1–20 50–МЦС–25–31
Насос шестеренчатый	НШМ–10 НРМ–2
Насос мембранный	ОНМ–6 УДГ–11.000
Фильтр для молока	АДМ–09.000
Сепаратор–молокоочиститель	ОМ–1 ОМА–3М (Г9–ОМА)
Сепаратор–нормализатор–молокоочиститель	Г9–ОМ–4А
Сепаратор–сливкоотделитель	Ж5–ОСБ Г9–ОСП
Центрифуга лабораторная	ЦЛМП–24
Охладитель пластинчатый	АДМ–13.000
Автоматизированная пластинчатая охлаждающая установка	ОПФ–1 ОП2–8–1 ОПУ–3М ОП2–У5
Резервуар молокоприемный	ПБ–ОРМ–0,5 ПБ–ОРМ–1,0 ПБ–ОРМ–2,0
Резервуар молокохранильный вертикальный	В2–ОМВ–2,5
Резервуар молокохранильный горизонтальный	В2–ОМГ–4,0 В2–ОМГ–6,3 В2–ОМГ–10
Резервуар–охладитель для молока	ТОМ–2А
Ванна длительной пастеризации	ВДП–300 ВДП–600 Г2–ОГ–А ВДП–100

^{*} 1. Выбор марки оборудования зависит от мощности мини–завода.

2. Оборудование сыродельного цеха подбирается в зависимости от вида вырабатываемых сыров.

Приложение 2

НОРМЫ*

расхода сырья на 1 т твердых зрелых сыров с учетом
предельно допустимых потерь

1. Сыры: швейцарский, алтайский, советский – 50–% жирности

Массовая доля жира в смеси, %	Швейцарский		Алтайский		Советский	
	расход смеси, т	массовая доля жира в сыво- ротке, %	расход смеси, т	массовая доля жира в сыво- ротке, %	расход смеси, т	массовая доля жира в сыво- ротке, %
3,00	14,23	0,5	14,05	0,5	13,10	0,4
3,05	14,00	0,5	13,82	0,5	12,89	0,4
3,10	13,77	0,5	13,60	0,5	12,68	0,4
3,15	13,55	0,6	13,38	0,6	12,48	0,4
3,20	13,34	0,6	13,17	0,6	12,28	0,4
3,25	13,14	0,6	12,97	0,6	12,10	0,4
3,30	12,94	0,6	12,77	0,6	11,91	0,4
3,35	12,75	0,6	12,58	0,6	11,73	0,4
3,40	12,56	0,6	12,40	0,6	11,56	0,4
3,45	12,38	0,6	12,22	0,6	11,39	0,4
3,50	12,20	0,6	12,04	0,6	11,23	0,4
3,55	12,03	0,6	11,87	0,6	11,07	0,4
3,60	11,86	0,6	11,71	0,6	10,92	0,5
3,65	11,70	0,6	11,55	0,6	10,77	0,5
3,70	11,54	0,7	11,39	0,7	10,62	0,5
3,75	11,39	0,7	11,24	0,7	10,48	0,5
3,80	11,24	0,7	11,09	0,7	10,34	0,5
3,85	11,09	0,7	10,95	0,7	10,21	0,5
3,90	10,95	0,7	10,81	0,7	10,08	0,5
3,95	10,81	0,7	10,67	0,7	9,95	0,5
4,00	10,67	0,7	10,54	0,7	9,83	0,5

* Все нормы расхода сырья приведены по данным НПО «УГЛИЧ»

Продолжение приложения 2

2. Сыр пикантный – 55% жирности

Массовая доля жира в смеси, %	Расход смеси, т	Массовая доля жира в сы- воротке, %
3,05	11,65	0,4
3,55	11,49	0,4
3,60	11,37	0,4
3,65	11,17	0,4
3,70	11,02	0,4
3,75	10,87	0,4
3,80	10,73	0,4
3,85	10,59	0,4
3,90	10,46	0,5
3,95	10,32	0,5
4,00	10,19	0,5
4,05	10,07	0,5
4,10	9,95	0,5
4,15	9,83	0,5
4,20	9,72	0,5
4,25	9,59	0,5
4,30	9,48	0,5
4,35	9,37	0,5
4,40	9,27	0,5
4,45	9,16	0,5
4,50	9,06	0,5
4,55	8,96	0,5
4,60	8,86	0,5
4,65	8,77	0,6
4,70	8,68	0,7
4,75	8,58	0,6
4,80	8,49	0,6
4,85	8,41	0,6
4,90	8,32	0,6
4,95	8,24	0,6
5,00	8,16	0,6

Продолжение приложения 2

3. Сыры: российский, голландский круглый, ярославский – 50% жирности

Массовая доля жи- ра в сме- си, %	Российский		Голландский круглый			Ярославский «у»	
	расход смеси, т	Массовая доля жи- ра в сы- воротке, %	расход смеси, т		Массовая доля жи- ра в сы- воротке, %	расход смеси, т	Массовая доля жи- ра в сы- воротке, %
			75 дн	45 дн			
3,00	12,25	0,3	12,44	12,33	0,3	12,33	0,3
3,05	12,05	0,3	12,24	12,12	0,3	12,13	0,3
3,10	11,85	0,3	12,04	11,93	0,3	11,94	0,3
3,15	11,67	0,3	11,85	11,74	0,3	11,75	0,3
3,20	11,48	0,4	11,66	11,56	0,3	11,56	0,4
3,25	11,31	0,4	11,48	11,38	0,3	11,39	0,4
3,30	11,14	0,4	11,31	11,20	0,4	11,21	0,4
3,35	10,97	0,4	11,14	11,04	0,4	11,05	0,4
3,40	10,81	0,4	10,98	10,88	0,4	10,88	0,4
3,45	10,65	0,4	10,82	10,72	0,4	10,73	0,4
3,50	10,50	0,4	10,66	10,56	0,4	10,57	0,4
3,55	10,35	0,4	10,51	10,42	0,4	10,42	0,4
3,60	10,21	0,4	10,37	10,27	0,4	10,28	0,4
3,65	10,07	0,4	10,22	10,13	0,4	10,14	0,4
3,70	9,93	0,4	10,09	9,99	0,4	10,00	0,4
3,75	9,80	0,4	9,95	9,86	0,4	9,87	0,4
3,80	9,67	0,4	9,82	9,73	0,4	9,74	0,4
3,85	9,54	0,4	9,69	9,60	0,4	9,61	0,4
3,90	9,42	0,4	9,57	9,48	0,4	9,49	0,4
3,95	9,30	0,4	9,45	9,36	0,4	9,37	0,4
4,00	9,19	0,4	9,33	9,24	0,4	9,25	0,4

Продолжение приложения 2

4. Сыры: костромской, пошехонский, голландский брусковый, ярославский – 45% жирности

Массовая доля жира в смеси, %	Костромской Пошехонский		Голландский брусковый			Ярославский	
	расход смеси, т	Массовая доля жира в сы-воротке, %	расход смеси, т		Массовая доля жира в сы-воротке, %	расход смеси, т	Массовая доля жира в сы-воротке, %
			60 дн	45 дн			
2,50	13,11	0,3	13,21	13,15	0,3	13,54	0,3
2,55	12,86	0,3	12,95	12,89	0,3	13,27	0,3
2,60	12,61	0,3	12,70	12,65	0,3	13,02	0,3
2,65	12,37	0,3	12,46	12,41	0,3	12,77	0,3
2,70	12,14	0,3	12,23	12,18	0,3	12,54	0,3
2,75	11,92	0,3	12,01	11,96	0,3	12,31	0,3
2,80	11,75	0,3	11,80	11,74	0,3	12,09	0,3
2,85	11,50	0,3	11,59	11,54	0,3	11,88	0,4
2,90	11,30	0,3	11,39	11,34	0,3	11,67	0,4
2,95	11,11	0,3	11,20	11,15	0,3	11,47	0,4
3,00	10,93	0,3	11,01	10,96	0,3	11,28	0,4
3,05	10,75	0,4	10,83	10,78	0,3	11,10	0,4
3,10	10,57	0,4	10,66	10,61	0,3	10,92	0,4
3,15	10,41	0,4	10,49	10,44	0,3	10,75	0,4
3,20	10,24	0,4	10,32	10,27	0,4	10,58	0,4
3,25	10,09	0,4	10,16	10,12	0,4	10,41	0,4
3,30	9,93	0,4	10,01	9,96	0,4	10,26	0,4
3,35	9,79	0,4	9,86	9,81	0,4	10,10	0,4
3,40	9,64	0,4	9,71	9,67	0,4	9,96	0,4
3,45	9,50	0,4	9,57	9,53	0,4	9,81	0,4
3,50	9,37	0,4	9,44	9,39	0,4	9,67	0,4

5. Сыры: буковинский, сусанинский – 45% жирности

Массовая доля жира в смеси, %	Буковинский		Сусанинский	
	расход смеси, т	массовая доля жира в сы-воротке, %	расход смеси, т	массовая доля жира в сы-воротке, %
2,50	13,31	0,3	11,43	0,3
2,55	13,05	0,3	11,20	0,3
2,60	12,80	0,3	10,99	0,3
2,65	12,56	0,3	10,78	0,3
2,70	12,33	0,3	10,58	0,3
2,75	12,10	0,3	10,39	0,3
2,80	11,89	0,3	10,20	0,4
2,85	11,68	0,3	10,03	0,4
2,90	11,48	0,3	9,85	0,4
2,95	11,28	0,4	9,69	0,4

3,00	11,09	0,4	9,52	0,4
3,05	10,91	0,4	9,37	0,4
3,10	10,74	0,4	9,22	0,4
3,15	10,57	0,4	9,07	0,4
3,20	10,40	0,4	8,93	0,4
3,25	10,24	0,4	8,79	0,4
3,30	10,09	0,4	8,66	0,4
3,35	9,94	0,4	8,53	0,4
3,40	9,79	0,4	8,40	0,4
3,45	9,65	0,4	8,28	0,4
3,50	9,51	0,4	8,16	0,4

6. Сыры: степной, угличский – 45% жирности

Массовая доля жира в смеси, %	Степной		Угличский	
	расход смеси, т	массовая доля жира в сыво- ротке, %	расход смеси, т	массовая доля жира в сыво- ротке, %
2,50	13,30	0,3	13,17	0,3
2,55	13,04	0,3	12,91	0,3
2,60	12,79	0,3	12,66	0,3
2,65	12,55	0,3	12,42	0,3
2,70	12,32	0,3	12,19	0,3
2,75	12,09	0,3	11,97	0,3
2,80	11,88	0,3	11,76	0,3
2,85	11,67	0,3	11,55	0,3
2,90	11,47	0,3	11,35	0,3
2,95	11,27	0,4	11,16	0,3
3,00	11,08	0,4	10,97	0,3
3,05	10,90	0,4	10,79	0,4
3,10	10,73	0,4	10,60	0,4
3,15	10,56	0,4	10,45	0,4
3,20	10,39	0,4	10,29	0,4
3,25	10,23	0,4	10,13	0,4
3,30	10,08	0,4	9,98	0,4
3,35	9,93	0,4	9,83	0,4
3,40	9,78	0,4	9,68	0,4
3,45	9,64	0,4	9,54	0,4
3,50	9,50	0,4	9,41	0,4

Приложение 3

НОРМЫ

расхода сырья на 1 т мягких сыров с учетом предельно допустимых потерь

Сыры: рокфор – 50% жирности; смоленский – 45% жирности

Массовая доля жира в смеси, %	Рокфор 50%-жирности		Смоленский 45% жирности	
	расход смеси, т	массовая доля жира в сыво- ротке, %	расход смеси, т	массовая доля жира в сыво- ротке, %
2,50	—	—	12,62	0,3
2,55	—	—	12,37	0,3
2,60	—	—	12,13	0,3
2,65	—	—	11,90	0,3
2,70	—	—	11,68	0,3
2,75	—	—	11,47	0,3
2,80	—	—	11,27	0,3
2,85	—	—	11,07	0,3
2,90	—	—	10,88	0,3
2,95	—	—	10,69	0,3
3,00	11,78	0,3	10,52	0,3
3,05	11,59	0,3	10,34	0,3
3,10	11,40	0,3	10,18	0,3
3,15	11,22	0,3	10,01	0,3
3,20	11,05	0,3	9,86	0,3
3,25	10,88	0,3	9,71	0,4
3,30	10,77	0,3	9,56	0,4
3,35	10,55	0,4	9,42	0,4
3,40	10,40	0,4	9,28	0,4
3,45	10,24	0,4	9,14	0,4
3,50	10,10	0,4	9,01	0,4
3,55	9,95	0,4	—	—
3,60	9,82	0,4	—	—
3,65	9,68	0,4	—	—
3,70	9,55	0,4	—	—
3,75	9,43	0,4	—	—
3,80	9,30	0,4	—	—
3,85	9,18	0,4	—	—
3,90	9,06	0,4	—	—
3,95	8,95	0,4	—	—
4,00	8,84	0,4	—	—

Основные микроорганизмы, входящие в состав
бактериальных заквасок для сыров

Традиционное название	Новое название	
	Сокращенное	Полное
Streptococcus lactis	Lac. lactis	Lactococcus lactis subsp. lactis
Streptococcus diacetylactis	Lac. diacetylactis	Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis
Streptococcus cremoris	Lac. cremoris	Lactococcus cremoris
Streptococcus thermophilus	Str. thermophilus	Streptococcus thermophilus
Streptococcus paracitrovous	Leu. lactis	Leuconostoc lactis
Streptococcus citrovous	Leu. cremoris	Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris
	Leu. decstranicum	Leuconostoc mesenteroides subsp. decstranicum
Lactobacillus helveticus	Lbm. helveticum	Lactobacterium helveticum
Lactobacillus acidophilus	Lbm. acidophilum	Lactobacterium acidophilum
Lactobacillus lactis	Lbm. lactis	Lactobacterium delbrueckii subsp. lactis
Lactobacillus bulgaricus	Lbm. bulgaricum	Lactobacterium delbrueckii subsp. bulgaricum
Lactobacillus plantarum	Lbm. plantarum	Lactobacterium plantarum
Lactobacillus casei	Lbm. casei	Lactobacterium casei subsp. casei
Propionibacterius shermanii	P. freundenrechii	Propionibacterium freundenrechii subsp.
Propionibacterius freundenrechii	P. freundenrechii	Propionibacterium freundenrechii subsp.
	P. globosum	Propionibacterium freundenrechii subsp.
Propionibacterius jensenii		Propionibacterius jensenii

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Глава 1. ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАТУРАЛЬНЫХ СЫРОВ	5
1.1. Общие сведения о сыроделии. Натуральные сыры	5
1.2. Устройство сыроварни на ферме	9
1.3. Оборудование, приспособления, инвентарь	10
1.4. Требования к молоку для сыроделия и его подготовка	13
Показатели сыропригодности молока	16
Подготовка молока к свертыванию	17
Повышение сыропригодности молока	17
Созревание молока	18
Нормализация молока в сыроделии	19
Расчет жирности смеси	20
1.5. Прогнозирование выхода сыров	22
1.6. Бактериальные закваски	23
1.7. Свертывание молока и обработка сгустка	27
Коррекция коагуляционных свойств молока	29
Механизм сычужного и кислотного свертывания молока	31
Механизм выделения сыворотки из сгустка и зерна	33
Физико-химические процессы обезвоживания сычужного сгустка	34
Механизм образования коркового слоя на сырных зернах	39
1.8. Чеддаризация и пластифицирование сырной массы	40
1.9. Формование и прессование сыра	43
Формование сыра	43
Самопрессование сыра	46
Прессование сыров	49
Замыкание поверхности и образование коркового слоя на твердых сырах	51
Движение сыворотки в межзерновых капиллярах прессуемого сыра	54
1.10. Посолка сыра	55
Распределение соли в сыре и потери влаги	57
Расчет соляных бассейнов и приготовление рассола	57
1.11. Процессы созревания сыров	59
Способы созревания сыров	64
1.12. Образование и оценка органолептических показателей сыра	66
Оценка качества и подготовка сыров к реализации	68
1.13. Пороки натуральных сыров	69
Глава 2. ЧАСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАТУРАЛЬНЫХ СЫРОВ	73
2.1. Классификация сыров	73
2.2. Технология твердых сычужных сыров	75
Терочные сыры	75
Технология твердых сычужных сыров с высокой температурой 2-го нагревания	77
Сыры со средней температурой 2-го нагревания	82
Твердые сычужные сыры с низкой температурой второго нагревания	83
Сыры с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого брожения	93
2.3. Технология полутвердых сычужных сыров	96
2.4. Технология мягких сычужных сыров	97
Особенности технологии кисломолочных сыров	99
2.5. Технология рассольных сыров	100
Бескорковые сыры	106
Быстрозревающие сыры, сырные массы и сыроподобные продукты	107

2.6. Технология комбинированных сыров	110
2.7. Технология копченых сыров	116
2.8. Сыры сувенирные	121
2.9. Сыры в заливках.....	123
2.10. Сырная основа.....	124
2.11. Способ изготовления сыра путем свертывания и сгущения	124
2.12. Сухие сыры.....	125
Глава 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ	127
3.1. Теоретические основы изготовления плавленых сыров.....	127
3.2. Сырье.....	128
3.3. Вкусоароматические добавки для плавленых сыров.....	133
3.4. Эмульгирующие соли (соли–плавители)	134
3.5. Основные пороки плавленых сыров и способы их предупреждения	135
Глава 4. ПЕРЕРАБОТКА ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ	137
Технология сывороточных сыров	140
Глава 5. ГИГИЕНА ПРОИЗВОДСТВА СЫРА.....	141
5.1. Энергоснабжение	143
5.2. Водоснабжение и канализация	143
5.3. Теплоснабжение.....	145
5.4. Холодоснабжение	146
5.5. Мойка и дезинфекция оборудования	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	149
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	152
ПРИЛОЖЕНИЯ	154