

П.И. Чечулин

СОВРЕМЕННОЕ СЫРОДЕЛИЕ ДЛЯ ВСЕХ

Часть первая

12+

от создателя ресурса cheesehead.ru

Павел Чечулин

**Современное сыроделие
для всех. Часть первая**

«ЛитРес: Самиздат»

2018

Чечулин П. И.

Современное сыроделие для всех. Часть первая / П. И. Чечулин —
«ЛитРес: Самиздат», 2018

В этой книге самые передовые теоретические знания о сыроделии изложены максимально простым языком – так, чтобы сделать их доступными не только профессионалам и людям со специальным образованием, но каждому, кто хочет делать сыр. Эта книга для тех, кому интересно не просто сыроделие, а умение делать сыры с заранее заданными и легко повторяемыми из раза в раз свойствами – вкусами, структурой и рисунком. Знания, изложенные здесь, универсальны, применять их можно где угодно – на домашней кухне, маленьком или даже крупном производстве.

© Чечулин П. И., 2018
© ЛитРес: Самиздат, 2018

Содержание

Предисловие	5
Глава 1. Первое превращение молока. Образование сгустка	7
Глава 2. Стартерные культуры и кислотность	13
Немного микробиологии, необходимой и достаточной для сыродела	14
Способы использования стартерных культур	19
Методы измерения кислотности	22
Контрольные точки измерения кислотности	24
Конец ознакомительного фрагмента.	25

Предисловие

Невзирая на то, что искусство сыроделия существует уже 6–7 тысяч лет, изготовление сыра со стабильными свойствами и качеством стало возможным далеко не сразу.

Устно, а позднее, письменно передаваемые из поколения в поколение рецептуры сыров не могли обеспечить сохранность способов приготовления сыра, поскольку не было подходящих терминов для обозначения стадий процесса. Отсутствие точных знаний о входящих в состав сыра ингредиентах, о физических и химических реакциях, от которых зависит качество конечного продукта, делало процесс изготовления сыра скорее искусством, чем наукой. К середине XIX в. подход к сыроделию не слишком отличался от описанного Туссером в 1557 г. Ситуация изменилась под влиянием исследований Пастера, Конна, Сторча, Хансена и Ллойда. В результате сделанных ими открытий рецептура стала давать воспроизводимые результаты. Это четыре великих открытия, совершенно изменившие сыроделие.

● **Применение пастеризации.** В 1857 г. Пастером был описан метод тепловой обработки продукта для уничтожения патогенных микроорганизмов, который стал использоваться при подготовке молока.

Разумеется, кипячение молока, предназначенного для выработки йогурта и мягких сыров, практиковалось на протяжении столетий, но необходимый контроль данного процесса стал применяться гораздо позднее. Многие сыроделы полагают, что низкие температуры обработки позволяют получить продукт лучшего качества, однако безопасность для здоровья людей и стабильное качество сыров может обеспечить только пастеризация. Поэтому на большинстве крупных предприятий сыр вырабатывается из молока, прошедшего температурную или аналогичную ей обработку. Такой подход применяют не везде и далеко не все производители сыров, но там, где в производстве сыров используется сырое молоко, местные власти все чаще выражают опасение, что изготовленные таким способом сыры небезопасны для здоровья потребителей. Во Франции совершенно официально делают множество сыров из непастеризованного молока, и некоторые гурманы считают только такие сыры настоящими. В США только за продажу непастеризованного молока в некоторых штатах можно легко угодить в тюрьму. Спорят о пастеризации горячо и много. Ясно только одно, что после открытия Пастера появилась возможность влиять на микробиологическую чистоту молока. А значит, появилась и уверенность в том, что из этого молока в итоге получится.

● **Введение в молоко чистых культур микроорганизмов (заквасочных культур),** заменивших использование кислого молока или сыворотки от предыдущей выработки. Только использование чистых бактериальных культур позволяет заранее знать, каким ароматом и вкусом будет обладать сыр и может дать гарантию отсутствия патогенной микрофлоры в сыре. При любом другом способе введения молочнокислых бактерий трудно или невозможно сказать заранее, каким будет сыр. И рано или поздно заражение конечного продукта неизбежно произойдет.

● **Выделенный Хансеном в 1870 г. экстракт сычуга телянка и последующая его стандартизация** дали возможность получать более качественные сырные сгустки, не содержащие опасных микроорганизмов, имеющих в телячьем сычуге.

Сейчас уже широко используются молокосвертывающие ферменты неживотного происхождения, полученные разными способами. Это дает не только возможность получения вегетарианского сыра, когда животных не убивают ради получения сычуга – применение разных ферментов расширяет вкусовую гамму сыров. Открытие в конце 20-го века двух стадий образования сгустка из молока под действием молокосвертывающего фермента и разработанный на основе этого открытия флокуляционный метод контроля влажности сгустка дал сыроделам возможность изготовления сыров с точно заданной влажностью.

● С изобретением Ллойдом способа определения кислотности появилась возможность ее контроля на всех стадиях процесса. Это открытие позволило сыроделам квалифицированно контролировать процесс изготовления сыра. А за счет применения более стандартного сырья производители получили возможность повысить качество сыров. Инструментальный контроль кислотности на каждой стадии изготовления сыра может позволить получать каждый раз одинаковый по своим свойствам продукт.

После совершения этих четырех открытий и последующих углублений знания о молоке и сыре сыроделие перестало быть магией и превратилось в ремесло, доступное всем, а не только избранным. Что, конечно же, не отменяет ни в коей мере необходимости в грамотности ремесленника, без которой никакого ремесла и быть не может.

Глава 1. Первое превращение молока. Образование сгустка

Что нужно сделать для того, чтобы молоко стало сыром? Просто отделить основные твердые компоненты – жир и белок – от жидкости. Для этого существуют два основных способа и несколько их вариантов.

Первый и самый простой – повысить кислотность молока. В самом примитивном варианте, дать молоку скиснуть. Это наблюдали все практически без исключения. Оставили молоко в тепле – и вот через некоторое время оно становится густым, а еще немного погодя само по себе делится на сгусток и зеленоватую сыворотку. Остается только откинуть всю массу на дуршлаг, дождаться пока стечет вся жидкость – и вот мы получили сыр. Мягкий кисломолочный сыр. Такой способ называется кислотной коагуляцией белка или просто кислотной коагуляцией. Но это не совсем то, что нам нужно, чтобы почувствовать себя настоящими сыроделами. Сыр же должен быть «желтый, твердый и с дырками»? Поэтому пока оставим более подробное рассмотрение первого способа и перейдем ко второму. Но к первому еще вернемся и я расскажу, что на самом деле он позволяет делать отличные сыры, а не только густую простоквашу. Но сначала посмотрим, как получается твердый «желтый с дырками» сыр.

Для получения таких сыров используется второй способ – ферментативная коагуляция. Название способа говорит о том, что в нем используется специальное вещество, которое называется в общем случае «молокосвертывающий фермент» или просто «фермент». Без этого специального вещества сыры ферментативной коагуляции не получить. Фермент еще называют «энзим», также в литературе встречается название «ренет», которое является производным от английского слова «rennet», что в переводе и означает «молокосвертывающий фермент». Слово «ренин», которым иногда называют молокосвертывающие ферменты, это не более, чем искаженное от «rennet».

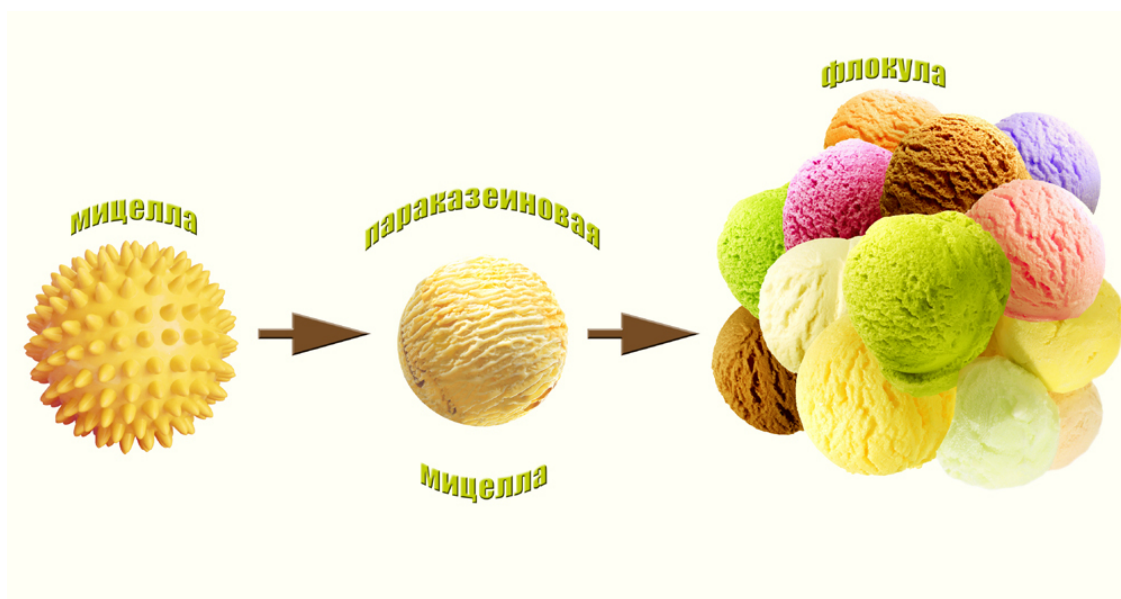
Молокосвертывающих ферментов множество. Они имеют разное происхождение и называют их по-разному. Но правильное общее название для всего множества – молокосвертывающий фермент. Не «сычужный фермент» и не «ренин» и т.д. Хотя эти названия и применимы для отдельных видов молокосвертывающих ферментов.

Что же происходит в молоке при внесении в него фермента? Все основные белки молока в обычном его жидком состоянии существуют в виде микроскопических частиц – мицелл. Основные белки молока называются «казеины». Их, в свою очередь, три вида: альфа-, бета- и каппа-казеины. Зачем это знать? Дело в том, что белковые (казеиновые) мицеллы – это не просто соединенные вместе белки, а белки, соединенные вместе определенным образом. Внутри каждой мицеллы находятся альфа- и бета-казеины, а каппа-казеин образует вокруг них оболочку. И не просто оболочку, а оболочку с торчащими наружу кусками молекул, делающими мицеллу похожей на маленького ежа с растопыренными иголками. И каждая иголочка несет на себе отрицательный электрический заряд. Одноименно заряженные ежи-мицеллы отталкиваются друг от друга. Это отталкивание не дает им соединиться вместе, и именно поэтому молоко остается жидким коллоидным раствором и ничего в нем в обычном состоянии в осадок не выпадает. Между казеиновыми мицеллами плавают шарики жира (жировые глобулы). Они больше мицелл и значительно легче воды. Поэтому и всплывают вверх, образуя слой сливок, если молоко длительное время оставить без перемешивания. Подробно о молоке и его составе отдельный большой рассказ. А сейчас о превращении молока в сыр.

Молокосвертывающий фермент расщепляет каппа-казеин – преимущественно именно каппа-казеин, и расщепляет его почти исключительно по одной связи в молекуле. Именно по той связи, которая отделяет большую молекулу от «иголочки», торчащей наружу из

шарика мицеллы. Внесенный в молоко фермент довольно быстро «бреет» всех ежей-мицелл. «Иголочки», сбритые с мицелл, называются «макропептиды». Они растворимы в воде и уйдут вместе с сывороткой. Мы теряем на этом около пяти процентов белка, но зато получаем возможность отделить белок и жир от сыворотки.

Теперь эти мицеллы называют уже не казеиновыми, а параказеиновыми, поскольку казеины в них уже не те, что в начале. Фермент их изменил. Эти параказеиновые мицеллы, лишённые макропептидов-иголок, а вместе с ними и электрических зарядов, слипаются в более крупные образования, которые называются флокулы. Флокулы – это уже тысячи и десятки тысяч мицелл, слипшихся вместе, но все равно это очень маленькие, невидимые невооружённым глазом образования.



Когда все мицеллы слиплись во флокулы, молоко перестает быть жидкостью и становится гелем. Легкая пластиковая баночка с плоским дном, установленная на поверхность молока, уже не двигается при легком толчке, а при попытке придать ей вращательное движение как будто на резинке возвращается в исходное положение. Первая стадия образования сгустка под действием молокосвертывающего фермента закончилась. Наступила точка флокуляции.

Во второй стадии образования сгустка флокулы начинают постепенно создавать пространственную структуру. Сначала образуются короткие, потом более длинные цепочки из флокул. Цепочки становятся толще, длиннее и образуют связи между собой. Постепенно удлиняющиеся цепочки с поперечными связями создают пространственную решетку или параказеиновую матрицу, в «ячейки» которой захватываются жировые глобулы и вода. В образовании связей между флокулами и создании пространственной структуры геля участвуют ионы кальция. Эти ионы дают растворимые соли кальция. Нет полного согласия среди больших умов в том, как именно ионы кальция способствуют образованию этих связей, но однозначно доказано, что без ионов кальция или при малом их количестве сгусток образуется очень плохо либо не образуется вовсе. В построении самой параказеиновой матрицы участвует также коллоидный фосфат кальция. Это сложное комплексное соединение, состав которого нет смысла рассматривать подробно. Нужно просто знать, что оно есть и что оно не растворимо. Коллоидный (нерастворимый) фосфат кальция образует упругие амортизирующие вставки в решетке, делаю ее гибкой и эластичной. Часть нерастворимого кальция фосфата может переходить в растворимую форму и наоборот. Вот так выглядит основа будущего сыра: пространственная парака-

зеиновая решетка (параказеиновая матрица), связанная воедино при участии ионов кальция, с «прокладками» из коллоидного кальция и содержащая в каждой ячейке решетки жир и воду.

Параказеиновая матрица формируется постепенно. Чем дольше длится вторая стадия образования сгустка, тем более оформленной становится решетка матрицы, и тем больше воды она способна удержать внутри своих ячеек. И это есть величайшее открытие в сыроделии конца двадцатого века – обнаружение двух стадий образования сгустка из молока под действием молокосвертывающего фермента. Почему это так важно? Потому, что, опираясь на это открытие, мы можем с помощью простейших приемов очень точно задать начальную влажность сгустка, которая, в свою очередь, определит влажность полученного сыра. ***А влажность сыра – это один из самых главных параметров, определяющих, каким он будет. Каким будет его структура, текстура (рисунок) и даже запах и вкус.***

После внесения в молоко фермента мы просто устанавливаем на поверхность молока упомянутую выше легкую, лучше пластиковую, баночку с плоским дном. Она свободно двигается и вращается на поверхности молока. Но ее движения становятся все более и более затрудненными и наступает момент, когда баночка перестает двигаться при легком толчке, а при попытке придать ей вращательное движение не только не вращается, а даже возвращается в исходное положение, как будто она находится не в молоке, а в мягкой упругой резине. Так мы определяем наступление точки флокуляции – момента, когда все молекулы каппа-казеина расщеплены, параказеиновые мицеллы лишились защитного электрического заряда и слиплись во флокулы. Первая стадия образования сгустка закончилась. Это называется «метод вращающегося сосуда для определения точки флокуляции». Этот метод – не что иное, как блестящая практическая реализация научного открытия двух стадий образования сгустка.

Далее, после того как мы определили время до точки флокуляции, мы даем время для протекания второй стадии процесса – образования пространственной структуры. Время это задается при помощи «мультипликатора флокуляции». ***Мультипликатор флокуляции – это число, на которое мы умножаем количество минут, прошедшее от момента внесения фермента в молоко до точки флокуляции.*** До того момента, как наша баночка перестала вращаться. Например, если от внесения фермента до точки флокуляции прошло 12 минут, а мультипликатор флокуляции для сыра, который мы делаем, равен трем, мы должны умножить 12 минут на три. Полученное время – тридцать шесть минут – мы отсчитываем от момента внесения фермента. Это важно! Не от момента остановки баночки, не от момента окончания перемешивания молока с ферментом, а именно от момента внесения фермента в молоко. Внесли фермент в 10:00, перемешали молоко с ферментом пару минут, получили время до точки флокуляции 12 минут. Точка флокуляции наступила в 10:12. Применили мультипликатор 3, получили общее время до нарезки сгустка 36 минут. Делать следующую операцию – резать сгусток на кусочки, которые называются «зерно», – начнем в 10:36. Не раньше и не позже. Вот и все, что нужно для первичного контроля влажности. Часы с секундной стрелкой и легкая баночка. Никаких хитрых и дорогих приборов. А точность метода поразительная.

Мультипликаторы флокуляции – это значения, которые обычно указываются в рецептах изготовления сыров. Если таких указаний нет, можно опираться на простое правило. Для самых твердых сыров (Пармезан) мультипликатор равен двум. Для полутвердых сыров (Гауда, Российский) мультипликатор обычно три, для мягких (Камамбер) – шесть. Опираясь на эти базовые цифры и внося свои коррективы, можно легко добиваться нужной влажности сыров.

В самом начале времени сыроделия молокосвертывающий фермент выделяли из сычуга – четвертого отдела желудка млекопитающих. Это был и есть классический «сычужный фермент». Но довольно давно для изготовления сыра используются и ферменты не животного происхождения. Например, в Португалии с древних времен и до наших дней используют фермент, выделяемый из чертополоха. Это один из видов растительного фермента. В настоящее время все большей популярностью пользуются ферменты, которые вырабатывают в процессе

своей жизнедеятельности некоторые виды плесневых грибов. Это микробные ферменты. Ферменты разного происхождения модифицируются для улучшения их свойств различными методами, в том числе и методами генной инженерии. Каждый выбирает для себя и по себе. Кому-то неприятно убийство животных и поэтому не подходят сычужные ферменты, кому-то претит генная инженерия в принципе. Сейчас это уже не важно – есть из чего выбирать. Что нужно обязательно знать при выборе фермента, так это то, что он будет влиять на ароматы и вкусы сыров. В большей или меньшей степени, но будет обязательно.

Чем обусловлено влияние фермента на ароматы и вкусы сыров? Фермент расщепляет преимущественно каппа-казеин и почти исключительно по той связи в молекуле казеина, после которой и начинается торчащая из казеиновой мицеллы наружу «иголка». Помните про первую стадию образования сгустка? «Преимущественно» и «почти исключительно» здесь не случайные слова, а важные оговорки. Расщепление белка ферментом называется протеолизом. Протеолиз бывает специфический, т.е. особый. Особенность его в том, что идет расщепление именно того самого каппа-казеина и именно по той самой связи между фрагментами номер 105 и 106, после которой следует мешающая нам «иголка» (макропептид). А бывает еще и неспецифический, нам совершенно не нужный, когда протеолизу подвергаются другие казеины молока и по совершенно случайным связям.

Неспецифический протеолиз явление на порядки менее выраженное, чем протеолиз специфический, но он есть всегда. Особенно неспецифическим протеолизом молокосвертывающий фермент грешит тогда, когда уже все молекулы каппа-казеина разрезаны и делать ему становится нечего. А свободного времени при созревании сыров у оставшегося в сыре фермента достаточно. При неспецифическом протеолизе образуются различные куски молекул разных казеинов, которые являются новыми веществами, дающими новые ароматы и вкусы в сырах. Иногда даже интересные, но чаще неприятные. ***Чем больше отношение специфического к неспецифическому протеолизу, тем более качественный фермент. И чем меньше остаточное количество фермента в сыре, тем меньше вероятность появления неожиданных запахов и привкусов.*** В литературе специфический протеолиз еще называют «молокосвертывающей активностью фермента», а неспецифический протеолиз – «протеолитической активностью».

Отдельно нужно сказать еще кое-что о натуральных или сычужных молокосвертывающих ферментах. Действующим веществом в них является химозин. А состоят эти ферменты, которые вырабатывают непосредственно из сычужков млекопитающих, из смесей химозина и другого фермента – пепсина. Пепсин тоже способен к специфическому протеолизу и сделать сыр при помощи одного пепсина в принципе можно. Но пепсин, кроме отделения макропептида от каппа-казеина, режет на части любые белки, которые только попадутся, делает это весьма активно и что в итоге получится – малопредсказуемо. Это может быть даже неплохо для мягких сыров, но для сыров длительного созревания скорее всего окажется неприятно. Поэтому для более твердых выдержанных сыров лучше выбирать натуральные ферменты с максимальным количеством химозина.

Здесь мы подходим к вопросу, а сколько же фермента нужно вносить в молоко? Фермента нужно столько, чтобы время до точки флокуляции составляло 12–15 минут. Это идеальное количество. Ни много ни мало. При большем количестве фермента сгусток будет плотнее, но есть вероятность получить большее остаточное количество фермента в сыре и нарваться на сильный неспецифический протеолиз. Для мягких сыров это может быть даже неплохо. В течение двух-пяти дней остаточные количества фермента уже успеют сформировать какой-то аромат и вкус, но не успеют еще образовать неприятные (чаще всего горькие) вкусы. Но для выдержанных сыров слишком маленькое время до точки флокуляции и, соответственно, слишком большое остаточное количество фермента может стать проблемой. Поэтому 10–12 минут до точки флокуляции это не отлично, но все еще хорошо, 8–10 минут – удовлетворительно для

твердых и даже хорошо для мягких сыров, меньше восьми минут уже неудовлетворительно для твердых и удовлетворительно для мягких сыров. **При времени до точки флокуляции менее восьми минут очень вероятны неприятные запахи и вкусы.** Также при слишком большом количестве фермента (слишком маленьком времени до точки флокуляции) искажается результат применения мультипликатора флокуляции. Контроль влажности становится менее точным.

При меньшем количестве фермента сгусток становится более слабым. При нарезании слабого сгустка и в начале его перемешивания целостность отдельных зерен нарушается, теряются жир и белок. Мы несем потери в выходе сыра и получаем сыр более бедного вкуса. Белковая матрица в слабом сгустке непрочная, структура будущего сыра может быть плохой. Если время до точки флокуляции лежит в пределах 15–17 минут, это еще нормально. От 17 до 20-ти минут терпимо, но уже не хорошо. А все, что больше 20-ти минут, скорее всего, приведет к сыру совершенно неудовлетворительного качества.

При подборе количества фермента, если Вы работаете с этим конкретным ферментом в первый раз, нужно опираться на рекомендации производителя, а затем подбирать точное количество для попадания в идеальное время до точки флокуляции с этим ферментом при изготовлении именно этого сыра. Имея при этом в виду, что **большее количество фермента несет меньше вреда, чем недостаточное его количество и 12 минут до точки флокуляции лучше, чем 15.**

Перед внесением фермента в молоко любой производитель рекомендует растворить в воде порошкообразный фермент или разбавить водой фермент жидкий. Обычно 50–100 мл воды достаточно для растворения (разбавления) фермента для обработки 100 литров молока. Особое внимание следует обратить на воду, в которой растворяется фермент. Вода должна быть чистой с микробиологической точки зрения. Для того, чтобы быть уверенным в бактериальной чистоте воды, ее достаточно вскипятить. Только обязательно охладить воду до комнатной температуры перед растворением фермента, иначе фермент просто разложится и никакого сгустка вы не получите. И еще один очень важный момент: вода должна быть нейтральной (pH=7) или слабокислой (до pH=5,5). Растворенный (разбавленный) в щелочной воде фермент не будет работать.

Разные ферменты будут работать с разной скоростью из-за разницы в своей природе, и чем больше мы внесем фермента, тем быстрее будет идти образование сгустка. Но кроме собственно природы фермента и его количества есть еще несколько факторов, влияющих на скорость первой стадии образования сгустка:

- Кислотность молока. Очень важный фактор, влияющий на работу фермента. Чем выше кислотность, тем быстрее работает фермент, и наоборот. Кроме того, при более высокой кислотности сгусток будет более плотным и упругим даже при одинаковом времени до точки флокуляции.

- Температура молока. Чем выше температура, при которой вносится фермент, тем быстрее он работает, и наоборот.

- Количество свободных ионов кальция. Чем больше ионов кальция, тем быстрее работает фермент и лучше качество сгустка.

- Количество белков (казеинов) в молоке. Чем больше в молоке белка, тем быстрее идет образование сгустка.

Отдельно нужно отметить влияние пастеризации на образование сгустка под действием фермента. Нагревание молока до температуры пастеризации уменьшает количество свободных ионов кальция. Кальций переходит в нерастворимую форму. Поэтому после пастеризации нужно вносить в молоко хлорид кальция, который даст нужные ионы. Внесение 1 г хлорида кальция в виде водного раствора на каждые десять литров молока более чем достаточно. Но даже если молоко не подвергалось нагреву, от внесения в него хлорида кальция вреда точно не будет. А качество сгустка может улучшиться. Для сыроделия наилучшей считается так назы-

ваемая длительная пастеризация. При длительной пастеризации молоко нагревается до 64°C и выдерживается при этой температуре 30 минут. В более жестком режиме молоко нагревается до 72°C и выдерживается при этой температуре 10–20 секунд. **Нагревать молоко, из которого планируется сделать сыр, выше 75°C нельзя.** При более высоких температурах другие белки молока – альбумины и глобулины, в обычных условиях растворенные в воде, выпадают в осадок и забивают пространство между иглками мицелл. Молокосвертывающий фермент не может попасть к основанию иглонок, чтобы добраться до нужной связи в каппа-казеине и сгусток не образуется. Сыр ферментативной коагуляции из нагретого до высокой температуры молока сделать уже не получится. Выпадение в осадок альбуминов и глобулинов необратимо. Поэтому молоко из магазина, которое по большей части пастеризуется при очень высоких температурах, для сыроделия непригодно.

Глава 2. Стартерные культуры и кислотность

Не увеличив кислотность молока, хороший сыр сделать нельзя. Хотя бы потому, что сгусток, образовавшийся под действием молокосвертывающего фермента, при низкой кислотности крайне неохотно отдает влагу и сыр получится слишком мягкий, мажущей консистенции. Как бы мы ни старались, без нормального развития кислотности хороший сыр не получить.

Как увеличивается кислотность молока? Некоторые виды бактерий, называемые молочнокислые, потребляют молочный сахар – лактозу. Лактоза это пища, источник жизни для молочнокислых бактерий. Поедая лактозу, бактерии выделяют молочную кислоту, которая и создает необходимую нам кислотность. Мы можем просто добавить к молоку кислоты, увеличив тем самым его кислотность. Но сыр, сделанный таким образом, будет иметь только вкус молока. Для того, чтобы сыр имел хороший ароматический и вкусовой букет, необходимо использование молочнокислых бактерий, которые не только произведут нужное нам количество кислоты, но и создадут в процессе созревания все многообразие ароматов и вкусов, которое так ценится в хороших сырах.

Влажность и кислотность, кислотность и влажность – вот два главнейших параметра, которые определяют практически все свойства сыра. Начиная от его физических характеристик, таких, как, например, твердость и пластичность сыра, и заканчивая его ароматом и вкусом. Чтобы получить не просто «какой-то сыр», а сыр с желаемыми свойствами, необходимо уметь точно контролировать влажность и кислотность. Как задать начальную влажность сгустка, мы разобрались. Теперь разберемся с кислотностью.

На что конкретно влияет кислотность?

● Первое и главное – то, что кислотность влияет на влажность сыра. *Чем выше кислотность, тем меньше влаги способны удерживать белки, тем суше (тверже) будет сыр.*

Чем выше кислотность, тем меньше возможностей для роста посторонних микроорганизмов, которые могут испортить сыр или даже нанести вред здоровью. А при использовании молочнокислых бактерий рост нежелательных микроорганизмов в молоке и сыре подавляется не только за счет увеличения кислотности, но и из-за выделения бактериями особых веществ – бактининов, которые подавляют рост бактерий других видов. Бактерии словно животные борются за свои источники пищи и не подпускают к ним чужаков.

● Чем выше кислотность молока при внесении молокосвертывающего фермента, тем быстрее он работает и тем лучше качество сгустка. При этом нужно помнить, что *чем выше кислотность при сливе сыворотки, тем больше остаточное количество фермента в сыре.* А большее остаточное количество фермента ведет к более активному его участию в процессах созревания.

Чем выше кислотность, тем больше коллоидного фосфата кальция переходит в растворимую форму. Наличие растворимого кальция облегчает образование сгустка. При этом сильное снижение количества коллоидного кальция фосфата лишает белковую (параказеиновую) матрицу эластичности (помните, как устроена параказеиновая матрица?) и сыр становится более ломким и крошковатым.

Кислотность сыра определяет в значительной степени то, каким образом будет происходить его созревание. Как быстро и какие именно ароматы и вкусы появятся в сырах.

Итак, кислотность (наличие кислоты) нам необходима и величина кислотности (количество кислоты) сильнейшим образом влияет на то, каким в итоге будет сыр. И хотя можно сделать сыр, просто добавив кислоту в молоко перед внесением фермента, это не придаст сыру никаких вкусов, кроме вкуса и аромата свежего молока. И это совсем не плохой вариант сыра. Но по-настоящему сильных и разнообразных ароматов и вкусов сыров можно добиться, только используя молочнокислые бактерии.

Немного микробиологии, необходимой и достаточной для сыродела

Некоторое количество молочнокислых бактерий уже содержится в молоке. Хотя молоко в вымени коровы, козы или другого животного стерильно, как только начинается дойка, в молоко сразу же заселяются микроорганизмы из окружающей среды. С рук человека, доильных аппаратов, емкостей, трубопроводов и просто из воздуха. Наличие этих бактерий в молоке в принципе позволяет сделать сыр, используя их возможности выделять молочную кислоту. Но вместе с полезными бактериями в молоко попадает и большое количество посторонних, часто вредных микроорганизмов, которые могут вызывать дефекты в структуре сыров, придавать им неприятные запахи и вкусы, и даже вызывать пищевые отравления. Изготовление сыра с использованием таких «диких» бактерий ведет к большому количеству брака и получению небезопасного для здоровья продукта. И поскольку состав и количество диких бактерий каждый раз разное, сделать с их помощью дважды одинаковый сыр весьма проблематично. Особенно если Вы не сыродел в пятом поколении. По этим причинам молоко сначала очищают от всех микроорганизмов при помощи пастеризации, а затем используют специально выведенные чистые культуры молочнокислых бактерий. Эти культуры называют еще «стартерными», т.к. они запускают микробиологические процессы при изготовлении сыров, или «заквасочными» – потому, что они сквашивают молоко, увеличивая его кислотность. Их также называют «основными» культурами, чтобы отличать их от культур «дополнительных», которые используются уже после изготовления, в процессе созревания сыров. К дополнительным культурам относятся различные белые и голубые плесени, брeвибактерии, дрожжи и т.д. О дополнительных культурах позже, во второй части книги, поговорим дополнительно. В настоящее время большое количество фирм по всему миру выпускает различные стартерные культуры в сухом виде. Разнообразие выбора таково, что дает полную свободу для творчества сыродела. Сухие заквасочные культуры – это высушенные в специальных условиях (лиофильно высушенные) молочнокислые бактерии различных видов. Таким образом, для создания нужной для каждого сыра кислотности мы должны выбрать нужные нам культуры, дать им возможность превратить лактозу молока в молочную кислоту и остановить этот процесс в тот момент, когда кислоты достаточно.

Изготовление сыра есть не что иное, как управление микробиологическим процессом – процессом развития, размножения и гибели бактерий. Чтобы иметь возможность осмысленно управлять этим процессом, необходимо знать, чем же мы, собственно, управляем. Какие бактерии используются в сыроделии и каковы их характерные особенности.

Бактерии, входящие в стартерные культуры, делятся на две большие группы: термофильные бактерии и мезофильные бактерии. Такое деление основано на том, что мезофильные бактерии или «мезофилы» наиболее комфортно чувствуют себя и активно развиваются при температурах 26–30°C. Мезофилы используют преимущественно для изготовления сыров, в которых температура нагревания зерна (или «температура второго нагревания») не превышает 40°C. Для термофильных бактерий (или «термофилов») оптимальная температура для развития составляет примерно 42°C. Термофилы используют преимущественно для изготовления сыров итальянского и швейцарского типов, где зерно нагревается до температур 48–55°C. Будет ошибкой считать, что мезофилы работают только в интервале температур 26–30°C, а термофилы только выше 40°C. Мезофилы могут вносить существенный вклад в формирование ароматов и вкусов сыров с высокими температурами нагревания зерна, а термофилы, в свою очередь, используются и при изготовлении сыров, где зерно не нагревается выше 40°C. Но это то, что касается именно аромата и вкуса. А для активного, достаточно быстрого разви-

тия кислотности в интервале температур ниже 40°C нужно обязательно как основные бактерии использовать мезофильные, а при более высоких температурах – термофильные бактерии.

С термофилами все несколько проще, чем с мезофилами. Поэтому начнем именно с них. В качестве термофильных бактерий в стартерных культурах используются *Streptococcus thermophilus*. Бактерии рода *Streptococcus* вида *thermophilus*. Именно так и пишутся названия бактерий. Род с прописной (большой) буквы, а вид со строчной.

Не бойтесь латинских названий и потратьте некоторые умственные усилия на их запоминание. Их не так много, этих названий бактерий, которые используются в сыроделии. Зато потом вам будет очень легко ориентироваться в различных культурах разных производителей, просто читая их состав. По составу вы сразу увидите, что вам подойдет, а что не очень, и все будет ясно и понятно. Только зная основные бактерии и их главные свойства, можно делать сыры действительно осмысленно, полагаясь на себя, а не на сторонние рекомендации.

Виды бактерий делятся далее на подвиды, а подвиды на штаммы. Для того, чтобы представить такую классификацию наглядней, приведу пример. Допустим, у нас есть коза зааненской породы по имени Машка. «Коза» применительно к бактериям это будет «вид», «зааненская» – подвид, а «Машка» – штамм. Грубоватое сравнение, но делает вопрос классификации более понятным. *Streptococcus thermophilus*, применяемые в сыроделии, не имеют подвидов. Только род, вид и штамм. Так вот, если в разных культурах разных производителей содержатся согласно составу *Streptococcus thermophilus*, то будьте уверены, что штаммы везде разные. Любая уважающая себя фирма, которая производит стартерные культуры для сыроделия, постоянно ведет селекционную работу по выведению новых штаммов бактерий с различными свойствами. И культуры разных производителей, содержащие одни и те же *Streptococcus thermophilus*, будут состоять из разных штаммов этих бактерий. Основные свойства будут одинаковы, но будут и некоторые различия.

Основное различие разных штаммов термофильных стрептококков заключается в их вязкости. Обычно производитель это указывает: «Культура содержит невязкие (или вязкие) штаммы». Вязкие штаммы больше подходят для изготовления сметаны, йогурта и других кисломолочных продуктов. Для сыров больше подходят не вязкие стрептококки.

К термофильным бактериям, используемым в сыроделии, относятся также некоторые микроорганизмы рода *Lactobacillus*.

Если рассматривать бактерии под микроскопом, то кокки – это шарики, отдельные или соединенные в цепочки. Лактобациллы под микроскопом видны как палочки.

В сыроделии чаще всего используются всего четыре вида термофильных лактобацилл. Это *Lactobacillus delbrueckii* sbsp. *bulgaricus* или проще *Lactobacillus bulgaricus*. А еще короче *Lb. bulgaricus*. Эту бациллу так же называют «болгарская палочка». Далее, *Lactobacillus delbrueckii* sbsp. *lactis* или проще *Lactobacillus lactis* (*Lb.lactis*), *Lactobacillus helveticus* (*Lb. helveticus*) и *Lactobacillus acidophilus* (*Lb.acidophilus*).

Вот, собственно, и все основные термофильные бактерии, которые используются в сыроделии:

- *Streptococcus thermophilus* – сильные и быстрые кислотообразователи, основные бактерии, дающие молочную кислоту при изготовлении сыров с высокой температурой нагревания зерна (температурой второго нагревания). При использовании стартерной культуры, состоящей только из *Streptococcus thermophilus*, основные вкус и аромат получаемых сыров – молочные.

- *Lactobacillus delbrueckii* sbsp. *bulgaricus* (*Lactobacillus bulgaricus*) – менее сильные кислотообразователи, чем *Streptococcus thermophilus*, но все же производящие достаточно много молочной кислоты. Придают сырам вкусовую ноту классического греческого йогурта, присущую большинству итальянских сыров. При использовании в стартерных культурах совместно

Streptococcus thermophilus и *Lactobacillus bulgaricus* эти две бактерии помогают друг другу, усиливая общую эффективность культуры.

● *Lactobacillus helveticus* – слабые кислотообразователи, придают сырам сладко-ореховую ноту. Широко используются при изготовлении сыров швейцарского типа, часто в итальянских и реже в других сырах. Эти лактобациллы снижают вероятность появления в сырах горького вкуса.

● *Lactobacillus lactis* – слабые кислотообразователи, не влияющие существенно на вкус сыров. Стимулируют развитие других молочнокислых бактерий.

● *Lactobacillus acidophilus* – используются довольно редко. Чаще для изготовления мягких сыров. Дают остро-молочные привкусы.

Вторая группа бактерий, которые входят в составы стартерных культур для сыроделия, это мезофильные бактерии. В эту группу входят бактерии рода *Lactococcus* вида *lactis* – *Lactococcus lactis*. Этот вид делится на три подвида – *Lactococcus lactis* sbsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* sbsp. *cremoris* и *Lactococcus lactis* sbsp. *diacetylactis*. Вариант написания названия последнего в иностранной литературе – *Lactococcus lactis* sbsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*. Для удобства эти подвиды часто пишут сокращенно *Lc. lactis*, *Lc. cremoris* и *Lc. diacetylactis*. Гудков А. В. в своей книге «Сыроделие – технологические, биологические и физико-химические аспекты» называет их соответственно молочный лактококк, сливочный лактококк и диацетильный лактококк. Эти русские названия не общеупотребительные, но удобные. Мне они нравятся, и я тоже буду их использовать.

В группу мезофильных бактерий входят также лейконостоки и некоторые лактобациллы из рода лейконостоков (*Leuconostoc*). Из бактерий вида *Leuconostoc mesenteroides* в сыроделии наиболее часто применяются два подвида – *Leuconostoc mesenteroides* sbsp. *mesenteroides* (сокращенно *Leuc. mesenteroides*) и *Leuconostoc mesenteroides* sbsp. *cremoris* (сокращенно *Leuc. cremoris*). Лейконостоки – слабые кислотообразователи, их влияние на увеличение кислотности при изготовлении сыра очень мало. В отличие от *Lc. diacetylactis*, лейконостоки образуют не только углекислый газ и диацетил, но еще и этанол, и некоторые другие летучие вещества. Поэтому культуры, содержащие лейконостоки, будут давать вкусы и ароматы, отличающиеся от вкусов и ароматов сыров, при изготовлении которых использовались только лактококки. Отличия будут не резкие, на уровне оттенков вкуса, но они будут. Лейконостоки дольше живут и размножаются в уже готовых сырах, соответственно дольше производят газ. Введение лейконостоков в стартерные культуры дополнительно к *Lc. diacetylactis* существенно увеличивает количество и величину газовых глазков в сырах.

Из рода лактобацилл в группу мезофильных бактерий входят *Lactobacillus casei* (*Lb. casei*) и *Lactobacillus plantarum* (*Lb. plantarum*). Мезофильные лактобациллы – очень слабые кислотообразователи и очень слабо образуют газ. Влияние их на развитие кислотности и изменение вкусов и ароматов сыров слабое. Но эти лактобациллы обладают способностью сильно подавлять развитие в молоке и сырах посторонних микроорганизмов. В частности, ими уничтожаются споры маслянокислых бактерий, которые устойчивы к пастеризации и вызывают при созревании сыров дефекты структуры и вкусов сыров. Культуры, содержащие такие лактобациллы, называют еще «защитными», поскольку они защищают сыры от вредной микрофлоры.

Устали немного от латинских названий? Спешу успокоить, на этом все. В сыроделии, конечно, используется больше бактерий, чем перечислено. Но основные перечислены все и знать их обязательно.

Группу мезофильных бактерий нужно разделить еще на две части.

Первая часть это газообразующие, а вторая – негазиобразующие микроорганизмы. Газообразующие бактерии еще называют ароматообразующими или цитрат-положительными. Все это синонимы, разные названия для одной и той же части мезофильных микроорганизмов.

Главная их особенность в том, что, кроме потребления лактозы молока с выделением молочной кислоты они разлагают (сбраживают) еще и цитраты (соли лимонной кислоты), которые всегда присутствуют в молоке. Продуктами разложения цитратов являются диацетил и углекислый газ. Диацетил придает сырам сливочно-масляный вкус, а углекислый газ образует круглые или овальные на срезе гладкие и блестящие внутри «газовые» глазки в сыре. По масляной составляющей вкуса и наличию газовых глазков можно легко определить, что при изготовлении сыра использовались именно газообразующие бактерии.

Вторая часть группы мезофильных бактерий – негазообразующие, неароматообразующие или цитрат-отрицательные микроорганизмы. Опять же все эти названия являются синонимами, как и в случае газообразующих бактерий. Негазообразующие бактерии не сбраживают цитраты, не образуют диацетил и углекислый газ. Сыры, изготовленные с участием только неароматообразующих бактерий, не имеют сладкосливочного вкуса. Их рисунок (текстура) слепой, без глазков в твердых сырах типа Чеддар. Или же рисунок включает «механические» глазки, как в сырах типа Российский. В отличие от газовых глазков, механические глазки выглядят как многолучевые звездочки, и поверхность таких глазков внутри не глянцевая, а матовая.

Негазообразующие бактерии еще называют гомоферментативными, а газообразующие – гетероферментативными. Эти названия приемлемы, но не вполне корректны с точки зрения биохимии.

К негазообразующим мезофильным бактериям относятся два лактококка – молочный и сливочный (*Lc. lactis* и *Lc. cremoris*). Вот и вся группа. Если в составе стартерной культуры есть только эти лактококки, можете быть уверены, что культура мезофильная негазообразующая. При использовании такой культуры в сыре не будет образовываться газ, текстура (рисунок) сырного теста будет без глазков (закрытая) или с механическими глазками. Вкусы таких сыров будут сырно-острые без масляных и сладко-сливочных нот. Чаще всего такие культуры используются при изготовлении сыра Чеддар, в котором газообразование крайне нежелательно. Также они применяются в сырах типа Российский и других сырах сырно-острой вкусовой категории.

Все сыры очень грубо и условно можно разделить на две вкусовые категории. Сырно-острую и сливочно-масляную. И в первую очередь за вкусы и ароматы сыров отвечают именно стартерные культуры. Даже незначительное изменение состава стартерных культур может изменить вкус и аромат сыра кардинально.

С сырно-острой группой разобрались, теперь рассмотрим вторую часть группы мезофильных бактерий и вторую вкусовую группу сыров. К газообразующим мезофильным бактериям относится в первую очередь диацетильный лактококк *Lactococcus lactis* sbsp. *diacetylactis* (*Lc. diacetylactis*). Скорость и сила кислотообразования *Lc. diacetylactis* меньше, чем у других лактококков, и поэтому стартерные культуры с диацетильным лактококком всегда содержат *Lc. lactis* и *Lc. cremoris*. Стандартное содержание простейшей мезофильной газообразующей стартерной культуры – это три лактококка: *Lc. lactis*, *Lc. cremoris* и *Lc. diacetylactis*. Если увидите в составе культуры диацетильный лактококк, можете быть уверены, что это газообразующая стартерная культура, которая даст в сыре газообразование и сливочно-масляный вкус. Наличие в культуре дополнительно лейконостоков свидетельствует о том, что газообразование будет сильным и в сыре вместе с основным сливочно-масляным вкусом появятся дополнительные ароматические и вкусовые ноты. Введение в состав мезофильных лактобацилл не изменит существенно степень газообразования и не повлияет заметно на вкус сыров, но сделает их более устойчивыми к развитию посторонней микрофлоры.

Подведем итог. Основные мезофильные бактерии, которые входят в состав стартерных культур, следующие:

1. Лактококки

1.1. Негазообразующие лактококки – *Lactococcus lactis* sbsp. *lactis* (Lc. *lactis*), *Lactococcus lactis* sbsp. *cremoris* (Lc. *cremoris*). Молочный и сливочный лактококки – сильные кислотообразователи. Редко используются отдельно друг от друга, а при совместном использовании стимулируют рост друг друга. При использовании в составе стартерной культуры только этих двух лактококков в сырах не образуется газовых глазков. Получается либо совсем закрытая текстура (отсутствие рисунка), либо рисунок, состоящий из механических глазков. Вкусы сыров получаются сырно-остро-ореховые, со слабыми или отсутствующими сладко-сливочными и масляными нотами.

1.2. Газообразующий лактококк *Lactococcus lactis* sbsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, он же *Lactococcus lactis* sbsp. *diacetylactis*, он же Lc. *diacetylactis*, он же диацетильный лактококк. Более слабый кислотообразователь, чем молочный и сливочный лактококки. Для нормального развития кислотности в процессе сыроделия используется совместно с Lc. *lactis* и Lc. *cremoris*. Сыры, изготовленные с применением этого лактококка, имеют рисунок с большим или меньшим количеством газовых глазков. В этих сырах ярко выражены сливочный (сладко-сливочный) и масляный вкусы.

2. Лейконостоки

Leuconostoc mesenteroides sbsp. *mesenteroides* (сокращенно Leuc. *mesenteroides*) и *Leuconostoc mesenteroides* sbsp. *cremoris* (сокращенно Leuc. *cremoris*). Лейконостоки – слабые кислотообразователи и входят в составы стартерных культур только совместно с лактококками. Усиливают сливочно-масляный вкус, увеличивают газообразование. Размножаются в том числе и в готовых сырах в процессе выдержки, делая текстуру (рисунок) сыров более выраженной.

3. Мезофильные лактобациллы

Lactobacillus casei (Lb. *casei*) и *Lactobacillus plantarum* (Lb. *plantarum*). Мезофильные лактобациллы – очень слабые кислотообразователи, вносят очень незначительный вклад в газообразование и ароматический и вкусовой профили сыров. Эффективно подавляют развитие посторонней микрофлоры. Особенно важным свойством Lb. *Plantarum* является способность выделять перекись водорода, убивающую споры маслянокислых бактерий (кlostридий), которые не уничтожаются пастеризацией.

Способы использования стартерных культур

Есть два основных способа внесения стартерной культуры в молоко. Первый – это внесение сухих культур, второй – предварительное изготовление из сухих культур так называемых производственных или рабочих заквасок.

При внесении сухих культур нужно некоторое время на их намокание (регидрацию) после рассыпания по поверхности молока, затем довольно продолжительное время – от тридцати минут до полутора часов – до того, как бактерии оживут и начнут питание и размножение. Тогда уже можно вносить молокосвертывающий фермент для получения сгустка. Внесение сухих культур непосредственно в молоко – совершенно безопасный в микробиологическом плане метод. Но главная проблема этого метода не в большом промежутке времени от внесения культуры до внесения фермента. Проблема в том, что культуры прямого внесения изготавливаются в основном упаковками, рассчитанными на тысячу литров молока и более. Упаковки на пятьсот литров более редки, еще труднее купить упаковку, предназначенную для меньшего объема молока. Деление целой упаковки на части сопряжено, во-первых, с риском заражения чистой культуры и, во-вторых, это деление никогда не будет точным. Подавляющее большинство культур прямого внесения делается на носителе (чаще всего лактозе) для более легкого высушивания бактерий на лактозном субстрате и более легкой их регидрации при использовании. Это плюсы для изготовления культур и их использования, но большой минус при попытке разделить целые упаковки на части. ***Как бы точно мы не взвешивали сухие культуры, считать, что одно и то же количество живых бактерий попадет в каждый грамм или миллиграмм, нельзя. И чем большее количество частей мы будем пытаться сделать из одной большой упаковки, тем больше будет ошибка.*** А внося большее или меньшее количество бактерий, мы будем получать большую или меньшую кислотность на каждом этапе изготовления сыра. Каждый раз потребуется большое количество измерений кислотности и корректировок в технологическом процессе. Производитель гарантирует наличие определенного количества активных бактериальных клеток в каждой упаковке, а при делении целой упаковки такой гарантии уже нет. Кроме этого, все сухие культуры требуют температуры хранения и транспортировки около -18°C или даже ниже. Понятно, что получая культуры по почте, особенно в летнее время, мы будем получать их с активностью ниже номинальной, с меньшим количеством живых микроорганизмов. Это дополнительно потребует внесения корректировок в процесс изготовления сыра. Все это затрудняет получение одинаковой кислотности и, следовательно, одинаковых сыров. Ведь при изменении кислотности сыра меняются все основные его свойства.

Предварительное изготовление заквасок из сухих культур, конечно, тоже имеет свои недостатки. Главный из них – это дополнительная операция собственно приготовления закваски и необходимость строжайшего соблюдения микробиологической чистоты при этой операции. Любые посторонние бактерии, попавшие в закваски, многократно размножатся в молоке при изготовлении сыра. И пусть молоко будет отличного микробиологического качества, правильно пастеризовано и все меры предосторожности в процессе сыроделия соблюдены – все это не поможет, если закваска заражена. Но если рабочая закваска сделана правильно, это даст множество плюсов. ***Использование рабочей закваски – единственный способ добиться стабильного роста кислотности при изготовлении сыров из малых объемов молока.*** Для того, чтобы убедиться в нормальном протекании процесса, достаточно измерения кислотности в двух-трех контрольных точках. И если никаких нештатных ситуаций не возникает, корректировок в технологии не требуется. Это ***самое главное преимущество рабочей закваски перед сухой культурой – стабильность результатов.*** Использование заквасок само по себе является хорошим способом контроля кислотности, а значит, и характеристик, и качества получа-

емых сыров. При использовании рабочих заквасок экономится время. На каждом сыре можно выиграть до одного часа. Если оборудование загружено, такая экономия весьма существенна. Ну и дополнительным преимуществом является экономия денег. Если упаковка сухой культуры рассчитана, скажем, на одну тысячу литров молока, то через изготовление рабочих заквасок при помощи той же упаковки можно обработать минимум пять тысяч литров. Или даже больше.

Таким образом, если вы обрабатываете объем молока, равный тому, что указан на упаковке сухой культуры, безопасней вносить сухую культуру непосредственно в молоко. При этом на 30–90 минут увеличится общее время изготовления сыра, потребуется больше измерений кислотности и, возможно, корректировки в технологии. Но не нужно будет отдельно готовить закваски и выше гарантия чистоты продукта. Если же объем обрабатываемого молока меньше, чем номинал упаковки культуры, лучше предварительно готовить закваски. Это всегда даст более стабильный результат и даже без измерения кислотности при нормальном протекании всех процессов позволит получать раз за разом одинаковые сыры.

Также изготовление заквасок позволяет создавать собственные комбинации бактерий для разных сыров. При помощи комбинирования разных заквасок мы получаем возможность создавать собственные вкусы и ароматы, а значит, собственные уникальные сыры. Используя сухие культуры, можно лишь следовать за производителями культур. Они, разумеется, весьма тщательно подбирают составы культур по видам бактерий и необходимым пропорциям их содержания. Но иногда очень хочется сделать что-то особенное, свое. Смешать сухие культуры тоже можно. Но соблюсти точные пропорции в этом случае гораздо сложнее.

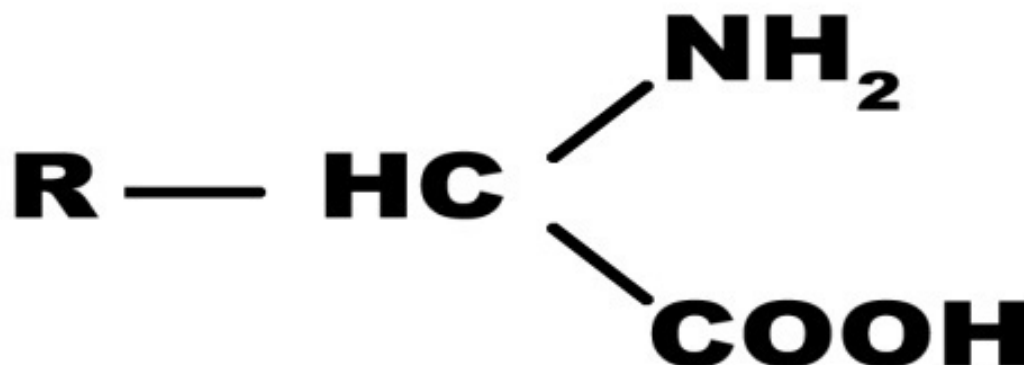
Как правильно делать рабочие закваски? Для приготовления заквасок нужно брать молоко наименьшей жирности. Хорошо делать закваски на обрате – остатках молока после отделения сливок на сепараторе. Можно для закваски брать «снятое» молоко. Дать молоку отстояться в холоде несколько часов и снять всплывшие на поверхность сливки. Большинство молочнокислых бактерий являются микроаэрофилами. Для их роста воздух не нужен, но небольшие количества кислорода стимулируют их активность. Если брать для приготовления закваски жирное молоко, на поверхности образуется слой сливок, который затрудняет доступ кислорода и контроль готовности закваски. Кроме этого, все сливки (жир) потом, при внесении закваски в молоко, уже не перемешиваются со всем остальным объемом, плавают жирными бляшками на поверхности и только мешают делать сыр. Молоко (обрат) для закваски рекомендуется стерилизовать при 120°C. Это требует серьезного дорогостоящего оборудования и значительных затрат энергии. На практике для небольших объемов молока и особенно для домашнего сыроделия достаточно нагреть молоко до 80–90°C. Конечно, при такой температуре выживут некоторые посторонние бактерии, которые образуют споры, устойчивые к высоким температурам. Но загрязненное спорами, например, маслянокислых бактерий молоко все равно нежелательно использовать для производства любых сыров, а для производства сыров, которые выдерживаются четыре недели и более – просто исключено. Поэтому для чистого молока температурную обработку при 80–90°C перед изготовлением закваски можно считать достаточной. После стерилизации молоко охлаждают до 28–32°C при изготовлении мезофильных заквасок или до 38–42°C при изготовлении заквасок из термофильных культур. Такие же температуры (28–32°C для мезофилов и 38–42°C для термофилов) нужно поддерживать все время изготовления закваски. Не только молоко для изготовления закваски должно в обязательном порядке подвергаться температурной обработке. Вся посуда и инструменты также должны быть не только тщательно вымыты, но и подвергнуты дополнительной обработке. Самое простое в этом случае – обдать всю посуду и инструменты кипятком. Хороший вариант стерилизовать молоко вместе с емкостями, в которых предполагается делать закваску. Это дает дополнительную гарантию чистоты. В стерилизованное и охлажденное до нужной температуры молоко вносим сухую культуру и, так же как в случае прямого внесения сухой культуры в ванну,

ждем 5–10 минут до регидрации бактерий и только потом перемешиваем культуру с молоком. Если не выдержать эту паузу до перемешивания, сухая культура слипнется комочками и будет работать не эффективно. После вскрытия заводской упаковки со стартерной культурой самое лучшее – это сразу же поместить все содержимое пакета в несколько стерильных контейнеров для последующего использования содержимого каждого контейнера однократно при каждом следующем приготовлении закваски. Иначе возможны заражения самой сухой культуры при неоднократном ее контакте с влажным не стерильным воздухом.

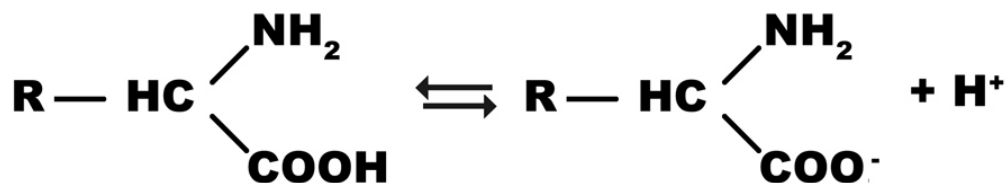
Есть два основных способа контроля готовности закваски: по кислотности и по образованию сгустка. Идеальная кислотность готовой термофильной закваски должна соответствовать рН 4,6–4,7, для мезофильной закваски рН 4,8–5,0. Титруемая кислотность готовой закваски должна быть 67–77 градусов Тернера. Когда активная кислотность по шкале рН достигает значения 4,6, молоко образует сгусток без всяких ферментов. Таким образом, по образованию сгустка можно без определения кислотности понять, что закваска готова.

Методы измерения кислотности

Есть два основных метода измерения кислотности, каждый из которых (как оно всегда бывает в жизни) имеет свои достоинства и свои недостатки. Первый и более старый метод – это определение полной или титруемой кислотности в градусах Тернера. В этом методе к порции молока добавляется раствор щелочи до тех пор, пока по изменению цвета индикатора не станет понятно, что вся кислота в молоке нейтрализована. По количеству щелочи, ушедшей на нейтрализацию кислоты, определяют кислотность молока в градусах Тернера. Нет смысла здесь описывать подробно методику приготовления растворов, титрования и расчетов. Эта методика очень распространена и найти ее при желании легко. Главное, что сыроделу нужно знать об этом методе, заключается в том, что при титровании молока (или сыворотки) мы переводим в диссоциированную форму все кислоты, которые содержатся в титруемом образце. В том числе аминокислоты белков. Для понимания этого момента тем, кто подзабыл школьный курс химии, придется заглянуть в учебники и вспомнить, что такое диссоциация кислот. Например, белки состоят из аминокислот, которые в нейтральной среде практически не выделяют ионов водорода:



Но, как только мы начинаем титровать молоко или сыворотку (добавлять щелочь), аминокислоты белков диссоциируют, выделяя ионы водорода:



При добавлении щелочи соли, содержащиеся в молоке, будут реагировать с ней, изменяя количество ионов водорода. Но об этом подробнее поговорим в конце главы.

Титрованием при измерении кислотности среды мы изменяем саму среду и переводим в диссоциированную (активную) форму ту часть кислот, которая до титрования не вносила вклад в активную кислотность среды потому, что никак не влияла на количество в ней ионов водорода. Титрованием мы влияем на соли, заставляя их также влиять на количество водородных ионов. А именно количество ионов водорода, так называемая «активная кислотность» и определяет кислотные свойства среды, влияющие на все основные процессы, в этой среде протекающие. Количество свободных ионов водорода определяет активность молокосвертывающего фермента, интенсивность жизнедеятельности бактерий стартерных культур и т.д. Но, хотя определение полной кислотности титрованием и дает нам условные результаты, этот метод достаточно надежен, проверен временем и вполне применим для сыроделия. Титрование дает результаты, не зависящие от погрешностей приборов измерения активной кислотности, и стоимость оборудования для титрования ниже, чем стоимость приборов и электродов для измерения активной кислотности или рН среды.

Активная кислотность или рН (произносится «пэаш»), или, еще одно название – водородный показатель, – это отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода в растворе (измеряемой среде). Можете запомнить это определение, можете выбросить из головы сразу после прочтения. Но обязательно нужно понять и запомнить главное: ***именно активная кислотность, количество свободных ионов водорода, и определяет на самом деле, как работают все ингредиенты, применяемые в сыроделии, и как именно протекают все процессы при изготовлении сыра.*** И еще один момент, который нужно хорошо понять и запомнить с самого начала. Зависимость между кислотностью и рН обратная. Чем выше кислотность, тем меньше значение рН, и наоборот. Для измерения рН используются специальные электроды, погружаемые в измеряемый раствор, и приборы, фиксирующие данные, поступающие с электродов. Хорошие приборы и электроды, дающие корректные данные и достаточно долго и стабильно работающие, стоят дорого. Дешевые варианты приборов для измерения активной кислотности способны больше запутать сыродела, чем помочь ему. В этом заключаются два основных недостатка измерения активной кислотности: высокая стоимость оборудования и вероятность ошибок при некорректной работе электродов или приборов. Но несомненным плюсом этого метода измерения кислотности является то, что мы измеряем непосредственно ту величину, которая и является определяющей для всего сыроделия – количество свободных ионов водорода. Кроме этого, при нормальной работе оборудования измерение рН быстрее и проще, чем титрование.

Контрольные точки измерения кислотности

Есть несколько точек в процессе сыроделия, в которых необходимо контролировать кислотность для получения стабильных результатов. Для того, чтобы каждый раз получать одинаковый, именно такой, как задумано с начала, сыр.

Первая контрольная точка – это определение кислотности молока, которое мы собираемся использовать. Нормальная активная кислотность свежего коровьего молока соответствует значениям pH 6,7–6,8. Козье молоко обычно на 0,1–0,2 единицы pH кислее. Более высокие значения pH вызывают подозрения в здоровье животных, от которых это молоко получено. Если pH выше 6,9, такое молоко лучше не использовать, если 7,0 или выше – не использовать ни в коем случае. Верный признак того, что животные больны маститом. Если молоко слишком кислое, имеет pH ниже 6,7, это говорит о том, что в нем уже развилось большое количество посторонней микрофлоры и даже пастеризация не поможет освободиться от нее полностью. Если свежее молоко имеет pH 6,5 и ниже, использовать его для изготовления сыра ферментативной коагуляции нельзя. Ничего хорошего все равно не получится. Используйте такое молоко для изготовления кисломолочной продукции или для сыров кислотной и смешанной коагуляции. О таких сырах мы поговорим подробно во второй части книги.

Следующая контрольная точка – это кислотность молока после пастеризации. О значении и необходимости пастеризации молока для сыроделия будет отдельный разговор. А сейчас скажу о том, что кислотность молока повышается (pH снижается) в процессе пастеризации. Связано это с тем, что какое-то количество посторонней микрофлоры в любом случае попадает в молоко после дойки, как бы мы ни старались соблюдать чистоту. И пока молоко нагревается до температуры пастеризации, эта посторонняя микрофлора вырабатывает кислоту и кислотность молока повышается. В чистом молоке повышение кислотности или совсем не заметно или составляет около 0,1 единицы pH. Более сильное нарастание кислотности говорит о плохом качестве молока.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.