

про сыр

портал про сыроделие

PRO-SYR.RU

ВСЁ НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ СЫРОДЕЛИЯ



200

видов заквасок
для сыра



50

видов
ферментов



70

видов плесени
и дрожжей



20

видов покрытий
для сыра

СЫРНЫЕ ФОРМЫ (есть своё производство)

СЫРОВАРНИ (по ценам производителя)

МНОГО ЭКСКЛЮЗИВНЫХ ПОЗИЦИЙ (в России продаются только у нас)

pro-syr.ru

+7 (499) 677-58-70

П А В Е Л Ч Е Ч У Л И Н

СОВРЕМЕННОЕ
СЫРОДЕЛИЕ
ДЛЯ ВСЕХ

хлеб*соль®

Москва 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
-------------------	---

ТЕОРИЯ

Глава 1. ПЕРВОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ МОЛОКА. ОБРАЗОВАНИЕ СГУСТКА	12
Глава 2. СТАРТЕРНЫЕ КУЛЬТУРЫ И КИСЛОТНОСТЬ	22
Немного микробиологии, необходимой и достаточной для сыродела	24
Способы использования стартерных культур	31
Методы измерения кислотности	35
Контрольные точки измерения кислотности	37
Контроль готовности закваски «по сгустку»	38
Буферная способность молока и сырного теста	41
Глава 3. СИНЕРЕЗИС	44
Глава 4. СЫР И СОЛЬ	49
Глава 5. ФОРМИРОВАНИЕ СЫРОВ И СЫРНОЙ КОРКИ	58
Глава 6. ВТОРОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ МОЛОКА. СОЗРЕВАНИЕ СЫРОВ	66
Глава 7. МОЛОКО – ЭТО НАШЕ ВСЕ	78
Что нужно знать сыроделу о молочном животноводстве	81
Органолептические свойства молока	88
Сычужная свертываемость молока	89
Кислотность молока	90
Содержание белка и жира в молоке и отношение белок/жир	91
Ингибиторы роста микроорганизмов и выдержка молока	92

Хранение молока после дойки	94
Перемещение и очистка молока от механических примесей	97
Нормализация молока	97
Пастеризация молока	99
Глава 8. ВРЕДНЫЕ ДЛЯ НАШЕГО ДЕЛА МИКРООРГАНИЗМЫ И КАК С НИМИ БОРОТЬСЯ	107
Кишечная палочка и бактерии группы кишечных палочек	107
Шигеллы	110
Сальмонеллы	111
Стафилококки	113
Листерия	116
Маслянокислые бактерии (кlostридии)	117
Психротрофные микроорганизмы	125
Бактериофаги	128

РЕЦЕПТЫ

Адыгейский сыр	132
Фета	134
Качотта	137
Качотта по-другому	140
Кесо Фреско	143
Том	145
Гауда	147
Колби	151
Чеддер	155
Кротен	160
Горгонзола Дольче	163
Таледжио	165
Реблошон	169
Список использованной литературы	174

«В последние несколько лет российское сыроделие развивается стремительными темпами. Ежедневно не только крупные фермеры, но и совсем небольшие домохозяйства начинают осваивать азы сыроделия. Для приготовления действительно качественного вкусного сыра, помимо сыропригодного молока, хороших компонентов и энтузиазма, требуется еще и хорошо структурированная информация о техниках и принципах работы с молоком, технологиях приготовления различных видов сыра. И именно этой информации в настоящее время еще очень и очень мало. Российским сыроделам приходится собирать ее по крупицам из разных источников: общаться в соцсетях и на форумах, переводить иностранную литературу, читать монографии и диссертации. Но этого, конечно, недостаточно.

Эта книга для всех, кто хочет понять тайны превращения молока в сыр. В ней прекрасно сочетается структурированный научный подход и отличное литературное изложение. Пожалуй, лучшая книга для начинающих и практикующих сыроделов в настоящее время... Всем сыр!»

*Вырупаева Ирина Александровна — технолог-сыродел,
сооснователь интернет-проекта «ПроСыр», золотой медалист
французского салона «Mondial du Fromage-2019»*

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 Гуссером 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 не-

возможно сказать заранее, каким будет сыр. И рано или поздно заражение конечного продукта неизбежно произойдет.

- Выделенный Хансенom в 1870 г. экстракт сычуга теленка и последующая его стандартизация дали возможность получать более качественные сырные сгустки, не содержащие опасных микроорганизмов, имеющих в телячьем сычуге.

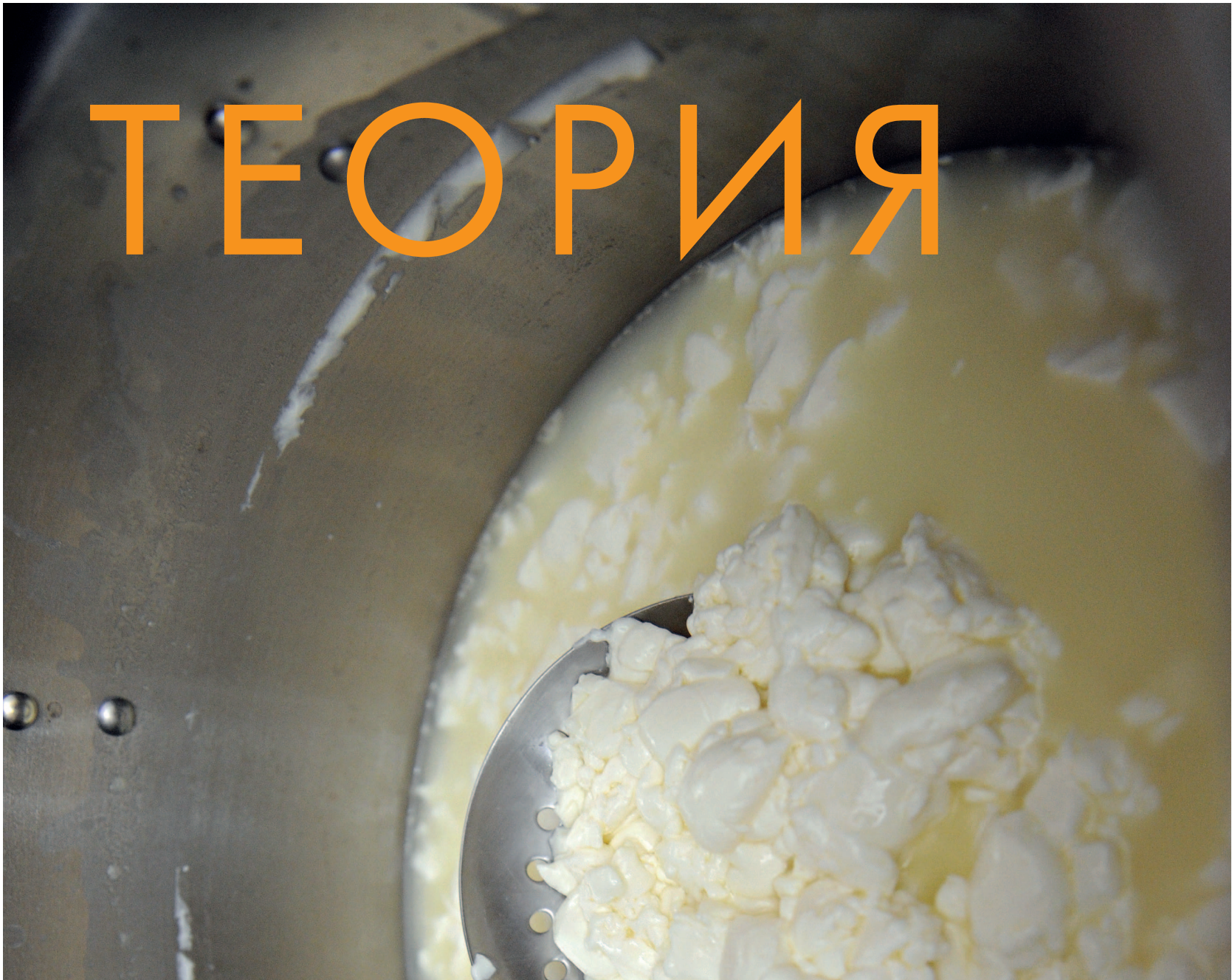
Сейчас уже широко используются молокосвертывающие ферменты неживотного происхождения, полученные разными способами. Это дает не только возможность получения вегетарианского сыра, когда животных не убивают ради получения сычуга — применение разных ферментов расширяет вкусовую гамму сыров. Открытие в конце XX 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.



ТЕОРИЯ



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 «молочосвертывающий фермент», или просто «фермент». Без этого специального вещества сыры ферментативной коагуляции не получить. Фермент еще называют «энзим», также в литературе встречается название «ренет», которое яв-

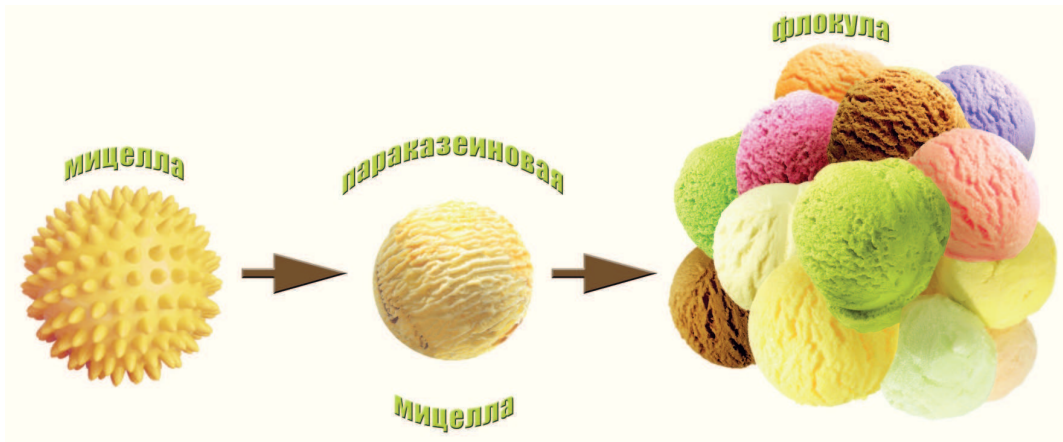
ляется производным от английского слова «rennet», что в переводе и означает «молокосвертывающий фермент». Слово «ренин», которым иногда называют молокосвертывающие ферменты, это не более чем искаженное от «rennet».

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 вначале. Фермент их изменил. Эти параказеиновые мицеллы, лишенные макропептидов-иглолок, 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 невооруженным 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 ио-

нов 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 нерастворимо. Коллоидный (нерастворимый) фосфат кальция образует упругие амортизирующие вставки в решетке, делая ее гибкой и эластичной. Часть нерастворимого кальция фосфата может переходить в растворимую форму, и наоборот. Вот так выглядит основа будущего сыра: пространственная параказеиновая 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.

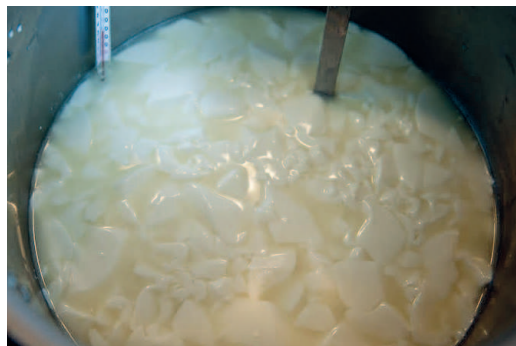
В самом начале времени сыроделия молокосвертывающий фермент выделяли из сычуга — четвертого отдела желудка млекопитающих. Это был и есть классический «сычужный фермент». Но довольно давно для изготовления сыра используются и ферменты неживотного происхождения. Например, в Португалии с древних времен 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 микробиальные 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 неприемлемо 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, то есть 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 сычугов 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 неприемлемо. Поэтому для более твердых выдержанных сыров лучше выбирать натуральные ферменты с максимальным количеством химозина.