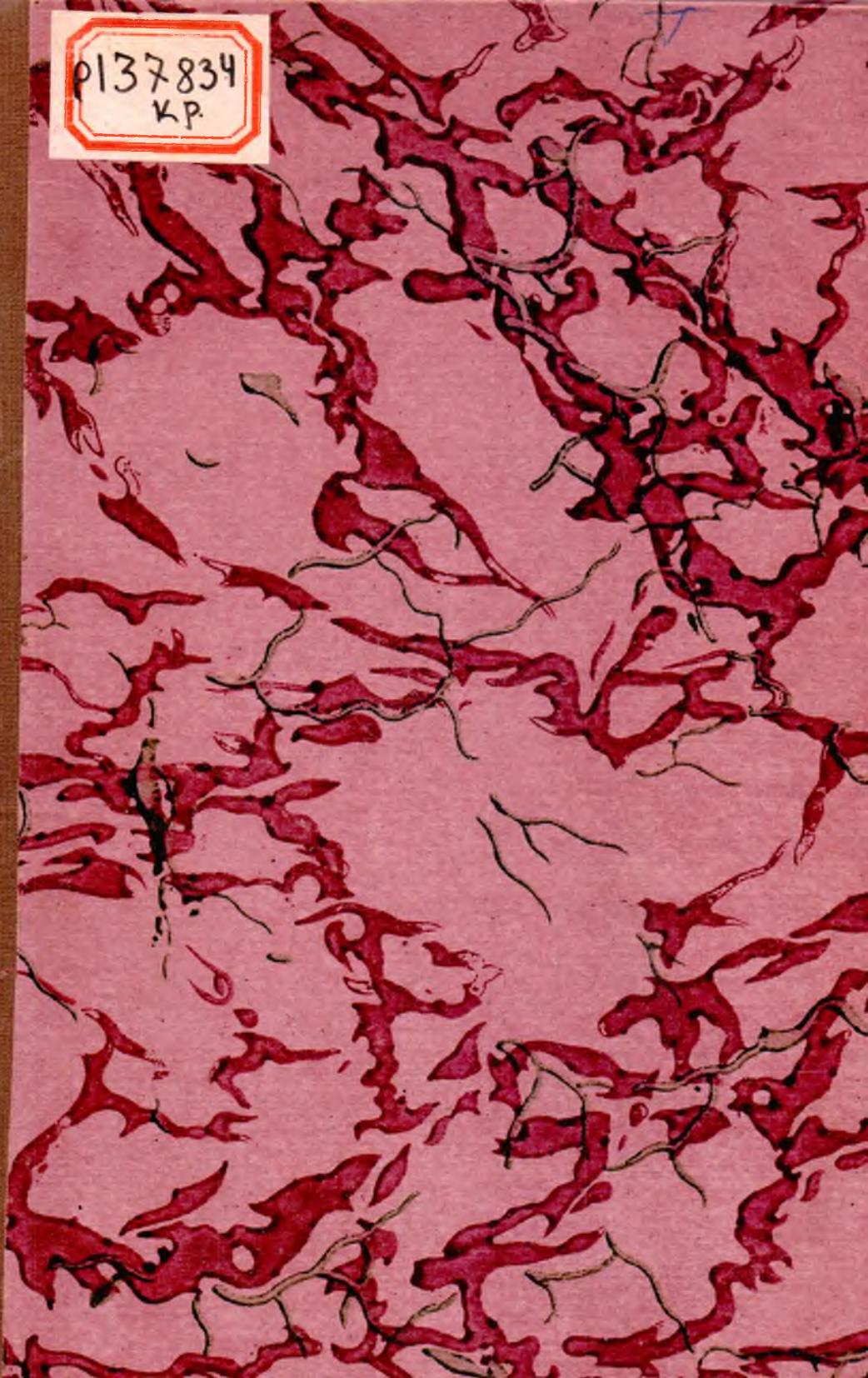


P137834
K.P.

TT



ВСЕРОССИЙСКИЙ СОЮЗ МОЛОЧНОЙ КООПЕРАЦИИ
МАСЛОЦЕНТР

ПРОФ. Г. С. ИНИХОВ И ДОЦ. А. Н. КОРОЛЕВ
ВОЛОГОДСКОГО МОЛ. - ХОЗ. ИНСТИТУТА

КАЗЕИН

ЕГО ПРОИЗВОДСТВО И ИССЛЕДОВАНИЕ

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО
ДЛЯ МАСТЕРОВ И ТЕХНИКОВ

ВОЛОГДА
1928

ПРЕДИСЛОВИЕ

Большой спрос на казеин как для советской, так и заграничной промышленности поставил перед молочным хозяйством СССР важную задачу удовлетворить эту потребность. До настоящего времени производство казеина носило у нас случайный характер и велось самыми разнообразными, чаще примитивными кустарными способами, что давало чрезвычайно разнородный, пестрый по качеству продукт, не удовлетворявший никаким нормам.

Молочная кооперация столкнулась с необходимостью ввести производство казеина в известные рамки, типировать методы его выработки и исследования. С этой целью в феврале месяце 1928 г. Маслоцентр организовал трехнедельные курсы казеиноделия при Вологодском Мол.-Хоз. Институте.

На курсах были проведены стандартные варки казеина и исследование его.

В виду полного отсутствия на русском языке руководств, могущих служить пособием при проведении в жизнь рациональных приемов варки казеина, как результат работы на курсах, печатается настоящее краткое руководство.

Руководство не является исчерпывающим, а может служить лишь техническим пособием при варке и исследовании казеина. В ближайшем будущем потребуется издание более полного руководства, освещающего все стороны производства казеина. Материал для составления подобного руководства (технические, экономические, строительные вопросы и пр.) должны проверить, отчасти и дать практики, работающие в области казеиноделия.

Авторы

Вологда, МХИ
28 февраля 1928 года.

Проф. Г. С. ИНИХОВ

I

**ОБЩЕЕ СВОЙСТВО КАЗЕИНА И ЕГО
ВЫДЕЛЕНИЕ**

ОБЩЕЕ СВОЙСТВО КАЗЕИНА И ЕГО ВЫДЕЛЕНИЕ

Казеин получается из тощего молока (обрата) — путем осаждения его кислотой или сычужным ферментом (сычугом). В зависимости от способа осаждения различают кислотный и сычужный казеин.

Кислотный казеин может быть получен самоквасом (сқисанием молока) или прибавлением в молоко кислоты — молочной, серной, соляной. При сычужном казеине молоко сквашивается раствором сычужного порошка или настоем сычугов в сыворотке, как это делают при сыроварении, при чем казеин, получаемый сычужным створаживанием, сильно отличается от кислотного. Чтобы уяснить свойства казеина и разницу между кислотным и сычужным казеином, познакомимся с химическим характером казеина и воздействием кислот и сычуга на молоко.

Молоко состоит из белков, жира, молочного сахара, зольных частей и воды. Белки молока находятся в виде казеина и альбумина. Казеин в воде не растворим, и если в молоке мы его видим как бы в растворимом состоянии, то только потому, что он там находится не в виде чистого казеина, а в форме соединения казеина с металлом кальцием (кальциевая соль казеина), которое с водою дает подобие раствора (коллоидный раствор). Из такого раствора казеинокальциевой соли в молоке можно выделить казеин, прибавляя в молоко какую-нибудь кислоту, которая отнимает кальций от казеина, и последний выпадает в хлопьях в осадок благодаря тому, что казеин нерастворим в воде. Этот осадок — хлопья в молоке после подкисления — и является тем, что мы называем в промышленности казеином.

Лучший сорт казеина — такой казеин, который не содержит никаких других, кроме белкового тела — казеина, составных частей. Получить такой химически чистый казеин в практике казеиноварения очень трудно. В самом деле, в молоке помимо белковых веществ находится еще целый ряд других составных частей, как-то: молочный сахар, зола, жир, которые при выделении казеина будут захватываться образующимися хлопьями и осадком. Умелое применение техники казеиноварения состоит в том, чтобы получить возможно чистый казеин, свободный

от этих составных частей молока, особенно жира. Освободиться от них не так легко, особенно от жира. Если оставить молоко киснуть (самоскисание), то сгусток образуется во всем молоке в виде сплошного сгустка. При своем выделении сгусток захватывает все составные части молока. Некоторые из этих частей, как молочный сахар, зола (растворимые части), могут при дальнейшей обработке сгустка, разбивании его, выделиться вместе с сывороткой. Напротив, жир, находясь в виде жировых шариков, захватывается сгустком и не выделяется при обработке сгустка. Без очень мелкого раздробления сгустка освободиться от захваченного жира почти не удается. Многократная промывка водою казеинового зерна в кotle может извлечь из него растворимые составные части молока, уменьшению же жира оно не помогает благодаря нерастворимости жира в воде. Вот почему для получения хорошего стандартного казеина необходимо пользоваться возможно полнее обезжиренным молоком, получаемым двукратным пропусканием молока через сепаратор или уменьшением пропускной способности сепаратора.

Из химических свойств казеина нужно помнить, что казеин, как большинство белковых тел, является веществом малоустойчивым и легко разрушающимся. Нагревание до температуры 80—90°Ц. уже вызывает изменение казеина, и потому высушивание его нужно вести при возможно низкой температуре—не выше 60°, иначе казеин желтеет, становится роговидным и плохо растворимым в щелочах.

Влажный казеин легко портится, загнивает, при содержании воды выше 18% он недолго сохраняется, поэтому хорошее и возможно быстрое высушивание является необходимым (более продолжительное сохранение его возможно в кислых жидкостях).

Выделение казеина в молоке (образование сгустка) начинается, как только кислота отнимет весь кальций от казеина. Казеин выделяется полностью, дальнейшее прибавление кислоты становится вредным, так как избыток кислоты вступает в соединение с выделившимся казеином, давая двойную растворимую соль. Благодаря образованию этой соли выпавший в хлопья казеин будет вновь растворяться, и таким образом уменьшится выход казеина. Этого, конечно, нужно избегать и прибавлять кислоты только такое количество, которое нужно для осаждения казеина. При пользовании самоквасом, где в обрат кислоту не прибавляют, а ждут, пока он свернется, по той же причине не следует переквашивать обрат и давать образоваться излишней кислоте.

При воздействии на казеин щелочи он также переходит в растворимое состояние благодаря образованию соли казеина. Такое явление растворения казеина или разбухание его может

иметь место при употреблении для промывки зерен щелочной воды. В этом случае лучше воду слегка подкислить.

При растворении в щелочах казеин дает клейкую жидкость. В практике пользуются оценкой казеина по его растворимости в буре или аммиаке. Хороший казеин должен полностью растворяться в 3% растворе буры (5 г казеина в 25 см³ 3% раствора буры). По существу нет разницы, какой кислотой выделен казеин—молочной, серной или соляной, действие их одинаково: отнимая кальций от соли казеина в молоке, они выделяют свободный казеин. В практике, однако, пользование той или иной кислотой имеет значение, ибо образующийся сгусток захватывает все вещества, находящиеся в молоке. При пользовании разными кислотами, в молоке будут различные вещества. Особенно это относится к тем солям, которые будут образовываться из кислоты и отнимаемого от казеина кальция. Молочная кислота (образуется в молоке при самоскислении его) дает молочно-кислый кальций; соляная кислота—соляно-кислый кальций, а серная кислота—серно-кислый кальций. Первые две соли растворимы в воде и могут быть отмыты от казеина, последняя же—серно-кислый кальций—нерасторима и, будучи раз захвачена сгустком, оттуда уже удалена может быть с трудом (мелким раздроблением сгустка, но не промыванием).

Различное количество захваченных солей скажется на золе казеина. Золой называют тот остаток, который получается после полного сгорания вещества и прокаливания его остатка до пепельно-белого цвета. В золу попадают все неорганические (минеральные) части вещества. Для технической переработки казеина не безразлично количество золы в нем, желательно возможно меньший % ее. Однако, даже самый чистый (химически чистый) казеин после сжигания даст золу, так как в состав белкового вещества казеина входит некоторое количество (до 0,7%) минеральных веществ—сера, фосфор.

Из свойств казеина нужно указать еще на реакцию его. Мы знаем кислые, щелочные и нейтральные вещества, иначе говоря—вещества, которые обладают кислотными, щелочными свойствами или ни теми, ни другими. Реакцию вещества узнают с помощью химических соединений, изменяющих свою окраску в кислых и щелочных растворах; чаще всего в практике пользуются лакмусом (синий—в щелочах, красный—в кислых растворах), фенол-фталеином (бесцветный—в кислотах, пунцовый—в щелочах) и др.

Казеин с фенол-фталеином показывает кислую реакцию, т.-е. он является кислотой, и, чтобы сделать его нейтральным, нужно прибавить некоторое количество щелочи.

Указанными свойствами обладает кислотный казеин. Сычужный казеин сильно от него отличается. Выделяется сырчужный казеин из тощего молока при действии на него сырчужной

закваски, приготовляемой из сычужного порошка или непосредственно из сычугов (совершенно так же, как в сыроварении). Действие сычужной закваски на кальциевую соль казеина молока состоит не в отнятии от нее кальция и выпадения чистого казеина, а в расщеплении частичек солей казеина на более мелкие частицы. Одни из этих частиц, более крупные, выделяются в виде сгустка—калье, другие же, более мелкие, остаются в сыворотке (вот почему сычужная сыворотка бывает более мутная, чем кислотная). Выделившиеся частицы казеина называются параказеином, а оставшиеся в сыворотке—сыроточным белком.

Таким образом, образовавшийся сгусток—калье состоит не из чистого казеина, а из кальциевой соли казеина (параказеина) и захваченных сгустком других составных частей молока. Последующей обработкой сгусток освобождают от большей части захваченных составных частей молока. Так как сычужный казеин—не чистый казеин, а его кальциевая соль, то понятно, что золы в сычужном казеине будет много больше (до 6—8%), чем в кислотном (1—4%). Образование сгустка при сквашивании сычужной закваской идет во всей массе тщетного молока, сгусток вначале занимает весь чан (или котел), и при своем выделении он захватывает все составные части молока, особенно—жир.

Благодаря различной природе, по свойствам сыроточный казеин сильно отличается от кислотного. Реакция сыроточного казеина менее кислая, ибо здесь кислые свойства связаны отчасти кальцием, который находится в сыроточном казеине. Жира в сыроточном казеине обычно больше. При растворении в щелочах он дает менее хороший клей.

Промышленность, потребляющая казеин, предъявляет спрос на определенный вид его: так в красочном, фанерном, бумажном деле идет кислотный казеин, в галалитном (пластические изделия—пуговицы, ручки и проч.)—сыроточный и т. д.

СОСТАВ КАЗЕИНА И ЕГО СТАНДАРТ

В зависимости от способа получения казеина изменяется количество входящих в его состав воды, жира, белковых веществ и золы.

Содержание воды в казеине колеблется от 6 до 11%, в среднем составляя около 9%. По целому ряду стандартов требуется, чтобы в продаваемом казеине не было больше 10% воды. Обычно казеин, хорошо высушенный, не показывает воды свыше этого процента.

Процентное содержание жира в казеине может быть весьма разнообразно. Встречаются образцы с 0,1% и с 5—6% жира. Чем меньше жира—тем лучше казеин, и на эту составную часть приходится обращать особенное внимание.

Такие разнообразные количества жира в казеине объясняются, главным образом, содержанием жира в обрате, из которого приготавляется казеин. Жир в обрате находится в виде очень мелких жировых шариков, освободиться от которых чрезвычайно трудно, так как при сепарировании они, вследствие своей малой величины, не отходят полностью в сливки, а остаются в обрате. Последующая обработка сгустка сравнительно мало уменьшает жир, и потому большая часть того жира, который был в обрате, переходит в казеин (приблизительно до 80%).

Говоря о проценте жира, нужно обязательно указать, каким способом определяется жир в казеине. Количество жира в казеине можно определить несколькими способами—по методу Гербера, по Готлибу-Розе и по Сокслету.

При покупке казеина часто указывают предельное количество жира, определяемого по методу Сокслета. Сущность этого метода (самая методика будет дана в главе: Методы исследования казеина) состоит в том, что на размолотый и высушенный казеин в специальных аппаратах действуют серным эфиром, который растворяет жир. Затем эфир с растворенным жиром переносят во взвешенную колбу, эфир отгоняют, жир сушат и взвешивают. Казалось бы, что при таком способе извлекается весь жир, и результаты будут правильные. На самом деле серный эфир не извлекает всего жира, так как не проникает в самую толщу казеиновых частиц. Таким образом способ Сокслета дает несколько пониженные цифры жирности. Если от казеина требуют жирность по Сокслету не выше 1%, то на самом деле жира в нем будет много больше (почти в два раза).

Более точный способ—когда весь казеин растворяется, и из раствора жир извлекается эфиром. Этот способ разработан немецкими химиками Готлибом и Розе и состоит в том, что казеин растворяют в соляной кислоте или аммиаке и затем с помощью серного и иетролейного эфиров извлекают из раствора жир, который после отгона эфиров высушивают и взвешивают.

Не менее точен способ Гербера, сходный со способом определения жира в молоке.

Отщепленное количество казеина растворяют в бутирометрах и серной кислоте, прибавляют амилового спирта, центрофугируют и отсчитывают столбик жира.

Два последних способа при определении жира в одном образце дают сходные цифры, сильно отличающиеся от способа Сокслета. Вот почему, давая цифры жирности казеина, необходимо указывать тот способ, каким велось определение. Насколько незначительна разница, показывают следующие цифры, полученные нами в Вологодском Мол.-Хоз. Институте.

Образцы №№	Процент жира в казеине по способу		
	Гербера	Готлиба-Розе	Сокслета
1	2,26	2,20	1,12
2	1,13	1,09	0,62
3	1,41	1,39	0,60
4	3,99	4,00	1,73
5	1,42	—	0,75
»	1,42	—	0,55
6	1,13	1,10	0,70
»	1,13	1,10	0,54

Из этих цифр видно, что способы Гербера и Готлиба-Розе совпадают, а по Сокслету получаются результаты почти в два раза меньше. При определении по способу Сокслета важна степень размола казеина; так, образец № 5 дал по Сокслету 0,75 и 0,55% в зависимости от крупности размола (точно так же и образец № 6).

Содержание золы в казеине колеблется от 1 до 8%, при чем здесь играет главную роль способ выделения казеина. В кислотном казеине % золы опускается до 1% и не превышает 5%; в сырчужном колебания не столь значительны, но цифры выше—от 7 до 8%.

Содержание азотистых веществ (белков) в казеине колеблется от 80 до 90%, главным образом в зависимости от содержания остальных частей (жира, воды, золы). Определение производится сложным способом сжигания казеина и высчитыванием количества белков по выделившемуся азоту.

Важным свойством казеина при его оценке является кислотность. Помимо кислотности, присущей самому веществу казеина, казеин будет давать повышенную кислотность благодаря той кислоте или кислым солям, которые захватываются из сыворотки при его выделении. Большая кислотность—явление нежелательное для технической переработки казеина, почему обычно устанавливается допустимый предел кислотности. Этот предел кислотности выражают или в градусах кислотности Тернера, или в процентах кислоты—масляной, молочной, серной, уксусной. Иногда ее выражают в процентах сернистого газа. Во всех случаях навеску казеина настаивают известное время с водою, затем отфильтровывают и определяют кислотность водной вытяжки титрованием $1/10$ норм. щелочью после прибавления фенол-фталеина. Найдя количество см³ щелочи, пошедшей на водную вытяжку, рассчитывают, сколько щелочи

пойдет для нейтрализации водной вытяжки из 100 грамм казеина. Последнее и будет кислотность, выраженная в градусах Тернера. Нормально кислотность казеина в градусах Тернера выражается 20—60°. Если кислотность нужно выразить в процентах какой-либо кислоты, то градусы Тернера умносят на коэффициенты:

для масляной кислоты на	0,0088
» молочной »	0,0090
» серной »	0,0049
» серного ангидрида »	0,0040
» уксусной кислоты »	0,0060

Эти коэффициенты получены из расчета содержания весового количества кислоты в граммах в одном $\text{см}^3 \frac{1}{10}$ нормального раствора ($1 \text{ см}^3 \frac{1}{10}$ норм. раствора щелочи, т.-е. 1° Тернера). Таким образом, кислотность в 10° Тернера равняется: $0,0088 \times 10 = 0,088\%$ —масляной, $0,09\%$ —молочной, $0,049\%$ —серной и $0,06\%$ —уксусной кислоты. Так как при определении кислотности казеина мы определяем кислотность не самого казеина, а его водной вытяжки, то будет не безразлично, сколько и какой воды приливать. Принято на 5 г казеина брать всего 200 см^3 воды, но здесь важно еще то время, которое нужно настаивать казеин с водою. Наши исследования показали, что если прибавлять к казеину холодную воду (комнатной температуры), то необходимо настаивать 3—4 часа, если же воду нагреть до 50%, то это время можно сократить до 40 минут, что практически является более удобным.

Цифрового материала по составу казеина в литературе известно очень мало. Для более отчетливого представления о составе казеина я приведу результаты анализов нескольких образцов казеина русской и иностранной выработки, при чем цифровые данные жира в русских образцах относятся к определению, произведенному по методу Гербера, а в иностранных по методу Сокслета, чем и объясняется значительное расхождение в процентах жира. Если не брать % жира, то большей разницы в наших русских и заграничных образцах не наблюдается.

Вол. Мол.-Хоз. Института

	% воды	% жира	% золы	Град. кисл. Терн.
Станционный	9,72	1,84	7,88	28,0
»	10,18	1,13	7,80	12,0
»	10,20	0,56	8,01	10,0
Генероги.	7,99	0,99	3,28	46,0
»	8,09	1,20	2,87	57,0
Серновиссий	7,56	0,78	4,00	24,0

Американский

	% воды	% жира	% золы	Град. кисл. Терн.
Самокв. (инъект. способ)	7,55	0,30	2,46	—
Сернокислый	8,01	0,29	4,27	—
Самоквас	7,70	0,88	3,46	—
Сычужный	8,29	0,63	7,97	—

Аргентинский

	% воды	% жира	% золы	Град. кисл. Терн.
Самоквас	8,20	1,10	3,81	—
Сернокислый	7,97	1,41	3,92	—

Что касается требований, предъявляемых к казеину в отношении его состава, качества, то у нас стандарт еще не разработан, и лишь отдельно торгующие и производственные организации предъявляют свои требования, исходя из тех целей, для которых идет казеин. Эти требования, однако, часто не имеют под собой достаточных обоснований. Из отдельных стандартов можно указать следующие.

Мосхимоснова требует от сырьезенного казеина содержание воды не более 10%, жира—0,2—0,5%, золы—8,5%, кислотности—не выше 0,20% при пересчете на серный ангидрид, величину зерен—в 3 мм без казеиновой пыли; цвет—белый; отсутствие запаха, посторонних примесей—пыли, грязи, пересушенных и поджаренных частиц. В этих требованиях, однако, не указывается метод определения жира, кроме того, величина зерен казеина едва ли может быть точна в 3 мм.

Кислотный казеин по стандарту одного учреждения должен быть такого размола, чтобы свободно просеивался через сито в 30 ниток на один пог. см, при чем остаток на сите не должен превышать 10% по весу; цвет—чисто-белый, без коричневых вкраплений и посторонних механических примесей; воды—не выше 10%; золы—не больше 3,5%; жира по (Сокслету) — не больше 0,5%; кислотность—не выше 0,9% на масляную кислоту; растворимость в 3% растворе буры полная.

Американцы требуют от казеина влажности не выше 10%, жира—не выше 1%, золы для молочно-кислого—не больше 3,0%, для серно-кислого—4,5% и сырьезенного—8,5%.

Севзапторг находит пригодным казеин с влажностью до 15%, светло-желтого цвета.

Некоторые организации (как напр., химический завод в Одессе) находят допустимым сырьезенный казеин с влажностью до 12% и жиром до 6%. Дальлес, напротив, уменьшает процент воды в казеине до 6,0, при чем среди целого ряда требо-

ваний к казеину выставляет отсутствие— «соды, извести, крахмала, органических соединений (?), гумми, декстрина, альбумина, глины, поваренной и минеральной солей и др. продуктов, могущих фальсифицировать казеин».

Такие разнообразные требования, предъявляемые к казеину, дают основание думать, что вопрос о стандарте казеина еще далеко не проработан и не выяснен для самих торгующих и покупающих организаций. В этом деле нужна еще большая работа.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЗЕИНА

Раз покупающие казеин организации предъявляют к нему известные требования по отношению содержания жира, кислотности, воды и растворимости в буре, то мастер, вырабатывающий казеин, должен знать, удовлетворяет ли его казеин этим требованиям или нет, и поэтому он должен уметь производить наиболее простое исследование казеина. Вместе с тем союзы, ссылающие казеин, нуждаются в более полном его исследовании и в данных химического состава казеина. Такое более точное исследование казеина возможно производить только в химических лабораториях, где для этого имеются все необходимые приборы и точные весы. Цифровые данные всяких исследований бывают полезны, если они произведены по известным методам, одинаковым для разных лабораторий. Исследование казеина у нас еще очень мало распространено и почти не освещено в имеющихся руководствах по исследованию молочных продуктов. Вот почему в первом пособии по казеиноварению я считаю необходимым ввести эту главу, разделив ее на две части: в первой части приводятся простые методы определения, доступные по технике выполнения в заводских лабораториях, без дорогостоящего оборудования, и во второй методы более подробных лабораторных исследований.

А. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЗЕИНА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Взятие пробы

Проба казеина для исследования берется из разных мест партии, в которой находится казеин, после тщательного перемешивания его. Для всех исследований казеина берется около 1 кг. Взятая проба тщательно растирается в фарфоровой или медной ступице до получения совершенно мелкого порошка. Хорошо, если расщепленный порошок просеять через сито в 30 нитов на 1 ног. см. Там, где такого сита нет, можно обойтись и без него, только возможно мельче растерев казеин в ступице.

2. Определение жира по способу Гербера

На техно-химических весах или весах Зиму для определения воды и масла отвешивают насколько возможно точно грамма казеина. Отнекивание можно производить на кусочке

чистой бумажки или в небольшом химическом стаканчике, колбе. После этого берут обычный плоский молочный бутирометр, наливают в него 10 см³ серной кислоты уд. веса 1,82 (той же крепости, как и для молока), затем 9 см³ воды и 1 см³ амилового спирта. Можно вместо двойного отмеривания серной кислоты и воды сделать серную кислоту удельного веса 1,45—1,60 (55—65%) и брать ее 19 см³. Отмеривание 19 см³ не очень удобно, поэтому можно рекомендовать отмерить автоматом или пипеткой 20 см³ и потом отнять пипеткой из бутирометра 1 см³, делая это осторожно, чтобы серная кислота не попала в рот. После наполнения бутирометра серной кислотой и амиловым спиртом, в него осторожно всыпают отвешенные 2 грамма казеина, стараясь не оставить казеина на горлышке бутирометра. Закрыв бутирометр резиновой пробкой, осторожно смешивают казеин с серной кислотой, обращая внимание, чтобы казеин не попал в узкую часть бутирометра, так как он там будет очень медленно растворяться. Затем бутирометры ставят пробкой вверх в баню с водой, нагретой до 65° Цельсия, и держат в ней, временами встряхивая, до полного растворения казеина (обычно требуется около 15—20 минут). После этого бутирометры переносят в центрофугу и врачают со скоростью до 1000 оборотов не менее 15 минут, после чего ставят на 3—5 минут в баню при температуре 65° Цельсия. Вынув бутирометры из бани, отсчитывают величину столбика жира. Для выражения жира в казеине в процентах отсчитанную величину столбика жира умножают на 11,33 и делят на 2 (навеска казеина). Такое умножение и деление нужно произвести потому, что деление шкалы бутирометра рассчитано на вес молока 11,33 грамма (11 см³ умнож. на уд. вес молока 1,030), а мы взяли только два грамма казеина. Пусть величина столбика жира в бутирометре равна 0,2 отсюда % жира в казеине равен—

$$\frac{0,2 \times 11,33}{2} = 1,133\%.$$

Удобно вести определение жира в бутирометрах Фибу, у которых шейка бутирометра разделена не на десятые доли процента, а на пять сотых. Пользуясь этими бутирометрами, можно более точно отсчитать столбик жира, а это имеет большое значение, так как небольшая ошибка в отсчете увеличивается благодаря умножению ее на 11,33.

Иногда попадаются бутирометры несколько большей емкости, и 19 см³ серной кислоты и 1 см³ амилового спирта бывает недостаточно, чтобы столбик жира оказался в шейке бутирометра. В этом случае приходится в бутирометр прибавить 0,5—1 см³ серной кислоты.

3. Определение кислотности

Отвешивают 5 г казеина и помещают в коническую колбу или химический стаканчик, куда приливают 100 см³ дестиллированной воды. Содержание колбы хорошо перемешивают, нагревают до 50°Ц и оставляют при этой температуре на 30—40 минут, после чего набухший казеин отфильтровывают и на фильтре промывают 3—4 раза водой. Отфильтрованная жидкость вместе с промывными водами собирается в мерную на 200 см³ колбу (или цилиндр) и доводится водою до метки. Перемешав хорошо жидкость, из нее отмеривают в какую-нибудь колбу или стакан 50 см³ жидкости. К отмеренной жидкости прибавляют несколько капель 2% раствора фенол-фталеина и титруют $\frac{1}{10}$ норм. щелочью до неисчезающего в течение двух минут розового окрашивания.

Количество см³ израсходованной на титрование щелочи умножают на 4 (общий объем жидкости был 200, а для титрования мы взяли только 50 см³, т.-е. $\frac{1}{4}$ часть) и на 20 (рассчитывая на 100 г казеина), получаем кислотность в градусах Тернера.

При необходимости выразить кислотность в % кислоты, полученное число Тернера умножаем на коэффициент: для масляной кислоты—0,0088, для молочной—0,009, для уксусной—0,006 и для серной—0,0049 (для серного ангидрида—0,40).

Пример. Пусть на титрование 50 см³ раствора пошло 1,5 см³ $\frac{1}{10}$ н. щелочи. Отсюда кислотность в градусах Тернера = $= 1,5 \times 4 \times 20 = 120$:

$$\begin{array}{ll} \text{в \% масляной кислоты} & . . . 120 \times 0,0088 = 1,056 \\ \text{в \% молочной} & . . . 120 \times 0,009 = 1,080 \\ \text{в \% серной} & . . . 120 \times 0,0049 = 0,588 \end{array}$$

4. Испытание на растворимость в буре

К 5 граммам казеина в стакане прибавляют 25 см³ 3% водного раствора буры. Все тщательно перемешивается и остается на $\frac{1}{2}$ —1 час, после чего казеин должен образовать однородный просвечивающий в тонком слое раствор. На дне стакана при этом не должно получиться какого-либо осадка.

При нанесении тонкого слоя раствора на часовое стекло, пленка казеина должна просвечивать и не содержать твердых нерастворившихся частиц.

Б. ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЗЕИНА

1. Подготовка пробы для исследования

Полученную пробу казеина тщательно перемешивают и из разных мест тары берут до 40 г казеина. Затем проба казеина перемалывается в мельнице (тип мельницы для размалывания кормов для анализа) до такого состояния, чтобы она вся проходила через сито в 30 ниток на 1 пог. см (величина отверстия

сита или крупность частиц = 0,24 мм). При отсутствии мельницы казеин растирается в ступке. Размолотый, прошедший через сито казеин насыпается в стеклянную плотно закрывающуюся банку.

2. Определение воды

В фарфоровую чашку или стеклянный стаканчик насыпают около 10 грамм прокаленного чистого песка. Кладут небольшую стеклянную палочку и все взвешивают. Затем сюда же насыпают около 5 грамм казеина и все вновь взвешивают. Разница в весе второго и первого взвешиваний покажет вес казеина. После этого чашку с казеином ставят в сушильный шкаф и выдерживают при температуре 100—105°Ц до постоянного веса, время от времени помешивая стеклянной палочкой. Обычно постоянство веса наступает через 4—5 часов, хотя для практических целей достаточно и двухчасового высушивания, так как в дальнейшем уменьшение веса будет идти в неизначительной степени.

По окончании высушивания чашку переносят в эксикатор, охлаждают и взвешивают. Потерю веса перечисляют на 100 грамм казеина.

3. Определение жира

а) Метод Гербера описан в предыдущем разделе.

б) Метод Готлиба-Розе.

При определении жира по методу Готлиба-Розе на точных весах отвешивается в небольшую колбу около 2 грамм казеина, затем сюда же приливают 10 см³ соляной кислоты уд. веса 1,125, все нагревается на горелке приблизительно до 70—80°, и при побалтывании казеин растворяют в кислоте. Затем немного остывший раствор выливают в трубку Готлиба Розе или Рерига, колбу ополаскивают несколько раз спиртом в общем до 10 см³, который сливают в ту же трубку, затем сюда же приливают 25 см³ петролейного и 25 см³ серного эфира, взбалтывают каждый раз содержимое трубки с эфиром.

После последнего взбалтывания трубку оставляют в покое не менее чем на 3 часа, отсчитывают объем отстоявшегося эфиро-жирового слоя, выливают часть его во взвешенную колбу, эфир отгоняют, жир сушат и взвешивают. Количество получившегося жира перечисляют на вес, эфиро-жировой объем и на 100 грамм казеина.

в) Метод Сокслета.

В экстракционную бумажную гильзу отвешивают 15—20 г высшенного при 105°Ц до постоянного веса казеина. Гильзу помещают в экстракционный аппарат Сокслета и подвергают 8—10 часов обработке серным эфиром. По окончании экстрагирования эфир из приемной колбы отфильтровывается во

взвешенную колбу для освобождения от могущих попасть мелких частиц казеина (фильтр промывается чистым эфиром). Эфир в колбе отгоняется на водяной бане, а оставшийся жир высушивается в сушильном шкафу с током углекислого газа при температуре 100—105°Ц в течение 3 часов. Там, где высушивание в атмосфере углекислого газа нельзя вести, пользуются обычным сушильным шкафом, выдерживая колбу с жиром в течение 1 часа при температуре 100—105°Ц.

4. Определение золы

Навеска около 3 г казеина помещается во взвешенный фарфоровый тигель, в котором казеин должен занять не более $\frac{1}{3}$ высоты. Затем в тяге тигель осторожно нагревается на слабом огне; по мере удаления летучих веществ пламя увеличивается. Для более быстрого сгорания казеина в тигель после образования угольного остатка можно добавить немного азотно-кислого аммония. После получения пепельно-серой золы прокаливание прекращают, тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

При необходимости получения более точных результатов, после осторожного сжигания казеина и получения угля, содержимое тигля выщелачивают несколько раз теплой водой, каждый раз сливая жидкость через фильтр (беззолльный) в небольшую колбочку. Затем фильтр переносят в тигель, выпаривают досуха на водяной бане, после чего тигель прокаливают на сильном огне до полного озоления. Затем в охлажденный тигель выливают из колбочки растворимые соли и все выпаривают на бане. После этого тигель слегка прокаливают, ставят в эксикатор и взвешивают.

5. Определение белковых веществ

Определение белковых веществ производится по методу Кельдаля аналогично таковому для молока, сыра.

Навеска казеина около 1 г всыпается в колбу Кельдаля, куда прибавляется 25 см³ конц. серной кислоты и 1—2 капли металлической ртути. После обычного сжигания жидкость разбавляют водою, переливают в перегонную колбу, прибавляют сюда 80 см³ 40% раствора едкого натрия, 20 см³ 4% раствора сернистого натрия и выделяющийся аммиак пропускают через $\frac{1}{10}$ н. раствор серной кислоты, вливая его в колбу в количестве 100 см³. Количество выделившегося азота умножают на коэффициент 6,45 и далее рассчитывают на 100 г казеина.

Доц. А. Н. КОРОЛЕВ

II

ТЕХНИКА ПРОИЗВОДСТВА

ТЕХНИКА ПРОИЗВОДСТВА

Для высокосортного казеина всех видов весьма важным условием является возможно низкое содержание жира. Оно входит во все кондиции на казеин,—обычно устанавливается предельное наивысшее содержание жира, допускаемое в казеине согласно требованиям той или иной промышленности, потребляющей казеин. При требовании в казеине содержания жира не выше 2,0%, в обрате, служащем сырьем материалом при производстве казеина, должно быть не больше 0,05% жира при расчете круглым числом, что 1 кг казеина выходит из 30 кг обрата, и весь жир удерживается сгустком. При этом расчете из известной осторожности допущена сознательная ошибка: казеин при указанном содержании жира в обрате будет содержать жира не 2,0, а около 1,5%. Сделано это из тех соображений, что весьма возможная ошибка при определении столь малого содержания жира в обрате может повлечь за собой нежелательное увеличение содержания жира в казеине вплоть до превышения нормы.

При иных требованиях к содержанию жира в казеине соответственно изменяются и требования к содержанию жира в обрате.

Из моментов получения или обработки сгустка, оказывающих влияние на содержание жира в казеине, следует отметить: 1) получение мелкого зерна при сырчужном и самоквасном казеине, мелких хлопьев—при кислотном; 2) промывку казеина в рыхлом, еще неотваренном состоянии, в зерне, еще не подвергшемся второму нагреванию. Оба эти фактора понижают содержание жира в казеине, способствуют отходу жира в сыворотку. Но применение их может быть затруднительно по техническим соображениям (большое количество мелкой пыли, с трудом отстаивающейся, большое количество воды для промывки), заметно понижает выход казеина, и наилучшим путем к снижению содержания жира в казеине надо признать возможно лучшее обезжикивание обрата.

Если сепаратор при нормальной производительности, температуре, быстроте вращения цилиндра и проч. оставляет жира в обрате все-таки больше той нормы, которая дает кондиционный

казеин, то исправить работу сепаратора можно двумя способами:

1. Понижают производительность сепаратора, уменьшая приток молока (прикрывают кран приемного бака или, лучше, вставляют в трубку регуляторной чашки сепаратора луженую трубку, длины одинаковой с трубкой регуляторной чашки. Толщина материала для вставной трубы выбирается такая, чтобы уменьшенный вставкой просвет трубы регуляторной чашки пропускал требуемое количество молока).

При пониженной производительности сепаратора молоко, оставаясь в цилиндре дольше, большее время подвергаясь действию центробежной силы, лучше обезжиривается.

2. Пропускают обрат через сепаратор вторично. Этот способ требует одновременной работы двух рядом стоящих сепараторов.

Оба способа—понижение производительности сепаратора и двойное сепарирование—дают обрат с содержанием жира, достаточно низким для производства кондиционного казеина.

СЫЧУЖНЫЙ КАЗЕИН

Для сырчужного казеина, находящего применение в галалитной промышленности, требуется обрат свежий, кислотность которого не превышает 20° по Тернеру. Казеин из кислого обрата (по указаниям техников галалитного производства) дает слишком хрупкие галалитные изделия.

Обрат сквашивается при 35° Ц сырчужным порошком (можно применять и жидкую самодельную сырчужную закваску, только желательно, чтобы она, если готовится на сыворотке, не была слишком кисла, так как это может повысить кислотность молока). Берут в среднем 1 грамм порошка на 100 литров обрата, такое же количество поваренной соли и растворяют порошок и соль в тепловатой воде (2 грамма порошка на 1 липр воды). Если не имеется весов, то вместо отвешивания порошка можно производить отмеривание его, пользуясь прилагаемыми к банкам с сырчужным порошком жестянными ложками; такая ложка вмещает около 2 грамм сырчужного порошка. Поверхность порошка при отмеривании надо сравнивать с краями ложки (напр., проводя карандашом по краям ложки).

Приготовленный раствор сырчужного порошка выливают в обрат, нагретый до нужной температуры (см. выше), тщательно размешивают ковшом, останавливают тем же ковшом движение жидкости и оставляют в покое до сквашивания. Можно сквашивать и при иной температуре, выше (до 40° Ц) или ниже (до 30° Ц), но и то и другое имеет свои отрицательные стороны: сквашивание при более низкой температуре потребует большего количества дорогого сырчужного порошка, при более высокой—дает быстро уплотняющийся сгусток, который трудно обрабатывать.

Сквашивание должно наступить через 20--30 минут.

Наступление сквашивания определяют, как и в сырodelии, поддавая сгусток (называемый калье) указательным пальцем и следя за изломом сгустка. Следует отметить, что калье, полученное из обрата, слабо разрыхленное жиром, обладает большей связностью и уплотняется быстрее, чем калье из цельного молока. Это надо учитывать и начинать обработку калье при еще мягкой консистенции.

Обработка калье заключается в измельчении его различными орудиями, в постановке зерна, втором нагревании и промывке. Орудия для резки калье и постановки зерна применяются те же, что и в сырodelии. Относительно орудий для постановки зерна можно сделать общее замечание, что предпочтительнее орудия с острыми, режущими лезвиями (американские ножи, русские решетки, арфы) перед орудиями с толстыми проволоками (голландские решетки, брекеры), дающими много мелочи—пыли, поникающей выхода и дающей неоднородное зерно казеина.

При работе в круглых чанах и котлах самыми удобными орудиями являются русские решетки и арфы, при работе в четырехугольных ваннах—американские сырные ножи, вертикальные и горизонтальные, с возможно малым расстоянием между отдельными лезвиями. Вертикальным ножом калье режется вдоль и поперек ванны, горизонтальным—только вдоль. После этого калье в ванне оказывается разрезанным на правильные кубики, размер которых зависит от расстояния между лезвиями ножей. Пыли американские ножи почти не дают. Такое зерно остается только осторожно вымешивать. Требования к навыку работающего при применении американских ножей сводятся к минимуму. Резать калье американскими ножами можно и в обычновенных деревянных чанах для голландского сыра, но при этом получается излишнее дробление калье при поворотах сырного зерна. Все-таки и здесь американские ножи дают меньше пыли сравнительно с другими орудиями.

При всяких орудиях надо следить за тем, чтобы работа сначала велась медленно, движение орудия надо ускорять постепенно. Это—основное правило, при несоблюдении которого получается много казеиновой пыли.

Зерно лучше ставить среднего размера величиной с горох. Очень мелкое зерно лучше промывается, дает больший отход жира в сыворотку. Ставить мелкое зерно имеет смысл только тогда, когда на казеин идет слишком жирный обрат, и приходится использовать приемы обработки, поникающие содержание жира в казеине. В заграничном казеинodelии применяется иногда постановка мелкого зерна. Один из образцов высокосортного германского казеина, имеющийся в коллекции Вологодского Мол.-Хоз. Института, состоит из очень мелкого зерна, величиной с маковое семя. При мелком зерне надо

принимать меры против понижения выходов казеина, давать зерну дольше отстаиваться в сыворотке и промывной воде, так как медленно оседающие мелкие частицы казеина легко уносятся даже слабым током сыворотки и воды через петли обыкновенной сырной серпянки.

Поставленное зерно подвергается сушке путем нагревания в сыворотке или воде. Это называется «вторым нагреванием» (первое—нагревание для сквашивания). Под влиянием высокой температуры молочная кислота, имеющаяся в молоке и образующаяся в калье и зерне и во время сквашивания и обработки калье, заставляет зерно сильнее сжиматься и выделять сыворотку. Подвергшееся второму нагреванию казеиновое зерно содержит меньше воды, чем не нагревавшееся, и быстрее сохнет при последующей сушке в сушилке.

Зерно сырчужного казеина, пока не отдаст достаточно влаги, обладает способностью слипаться, и поэтому нельзя оставлять зерно долго лежать под сывороткой без перемешивания. Особенno сильна эта способность склеиваться при нагревании зерна до 45° и выше. Поэтому при нагревании зерно все время вымешивается соответствующими орудиями. Следят, чтобы зерно не оседало по углам ванн, в утюрах чанов. Медный котел швейцарского типа с полуцилиндрическим дном представляет для вымешивания крупные преимущества сравнительно с ваннами и деревянными чанами: у него отсутствуют углы и утюры, где может слежаться казеиновая масса. Для вымешивания казеиновой массы во время второго нагревания, а иногда даже и для постановки зерна, в швейцарских котлах можно применять приводные мутовки-мешалки. Есть мутовки довольно сложной конструкции, но наряду с ними и совсем простые, состоящие из деревянной решетки, приводимой во вращение на вертикальной оси. Мутовки последней конструкции, наблюдавшиеся автором в работе в сырных заводах южной Германии, вымешивают безукоризненно.

Вымешивание в ваннах лучше всего производить сырными граблями, которые отличаются от обычных сенных грабель тем, что зубья у них тупые и выступают по обе стороны колодки.

Температуру второго нагревания доводят до 50—75° Ц. Такая большая разница (50 и 75°) зависит от части от имеющихся в распоряжении производства средств для нагревания. При низкой температуре второго нагревания казеин идет в сушку более влажным, чем при высокой температуре. При нагревании паром или на голом огне достигнуть высокой температуры легко. Иначе обстоит дело при подогревании с помощью водогрейной коробки. В этом случае удобнее всего было бы производить нагревание в двустенной ванне: вода из водогрейной коробки проводится по трубе в пространство между двойными стенками ванны. При высоком нагревании воду

приходится сменять. Для экономии топлива и ускорения нагревания использованную воду, остывшую, но обладающую все-таки довольно высокой температурой, следует выливать обратно в водогрейную коробку.

При самом примитивном оборудовании, когда специального котла или ванны для нагревания казеиновой массы не имеется, можно производить нагревание, разливая казеин вместе с сывороткой в обычные молочные ушаты и ставя их в коробку с горячей водой. Вымешивание казеина во все время нагревания с самого начала и до готовности казеинового зерна—необходимо. Для вымешивания в ушатах пользуются обычными железными или деревянными мутовками. Часть сыворотки можно отлить для удобства работы.

Второе нагревание казеиновой массы не следует вести слишком быстро, особенно если зерно поставлено крупное, иначе можно зерно заварить: на поверхности заваренного зерна образуется плотный, более сухой, чем внутренняя масса, слой, затрудняющий выделение сыворотки изнутри зерна. При медленном, равномерном нагревании зерно сохнет лучше всего. Как норму скорости нагревания, можно принять 1° — $1\frac{1}{2}^{\circ}$ в минуту.

Казеиновую массу, нагретую до нужной температуры, вымешивают до тех пор, пока проба зерна, сильно сжатая в кулаке, не будет легко рассыпаться на отдельные зерна при растирании между ладонями.

Дают казеину отстояться (недолго, иначе зерно может слипнуться), быстро сливают сыворотку, наливают холодной воды столько, чтобы при размешивании удобно было поддерживать все зерна в движении и температура спустилась до 45° или ниже, и размешивают. С этого момента начинается промывка казеина.

Можно начинать промывку и раньше: сразу после постановки зерна, когда оно еще не закреплено вторым нагреванием, отливают сыворотку и наливают вместо нее воду. Второе нагревание зерна ведут в воде. Неудобство этого способа то, что во время отливания сыворотки казеиновая масса может слежаться в комья, и ее будет трудно привести в первоначальный вид, разбить комья на отдельные зерна. Приливание же воды без отливания сыворотки потребует нагревания большой массы. Промывка мягкого зерна, до второго нагревания, несколько понижает содержание жира в казеине, но вместе с тем понижает и выход казеина не только за счет уходящего жира, но и за счет самого казеина.

Если имеется в распоряжении достаточно количество горячей воды, то лучше промывать казеин водой теплой (35° — 40°). В теплой воде переход кислоты и молочного сахара из казеинового зерна в воду происходит быстрее. Обыкновенно бывает достаточно выдержать казеин в каждой воде 5—10 минут при помешивании всей массы. Если горячей воды не хватает,

то можно промывать и прохладной водой ($10-20^{\circ}$), выдерживать только в каждой воде несколько дольше. Для каждой промывки наливают воды столько, чтобы слой воды над пластом казеинового зерна имел толщину не меньше $10-15\text{ см}$. Конечно, количество воды зависит от количества казеина и формы котла или ванны, где происходит промывка: надо, чтобы казеиновое зерно было удобно размешивать во время промывки. Опытными работами, проводимыми в Вологодском Мол.-Хоз. Институте, выяснено, что для каждой промывки достаточно воды в количестве $15-20\%$ от количества переработанного на казеин обрата.

Двух-трех промывок обычно бывает достаточно, чтобы понизить кислотность казеина до кондиционных норм. При недостаточной промывке и медленной сушке казеина (особенно при низком втором нагревании) кислотность казеина может повышаться от возобновляющегося молочно-кислого брожения за счет оставшегося неотмытым молочного сахара.

Промытый казеин охлаждают, если он промывался теплой водой, до температуры не выше 20° , приливая к нему холодную воду. Если прессовать неохлажденный казеин, то, несмотря на кажущуюся полную потерю зернами способности склеиваться, казеин может спрессоваться в сплошную резиноподобную массу, размельчаемую с большим трудом. Правда, теплый казеин лучше отдает при прессовании воду, так как зерно больше сохраняет способность изменять форму, и при прессовании не остается внутри казеиновой массы между зернами пустот, заполненных водой. Но это преимущество теплого казеина не искупляет его недостатка — трудности размельчения после прессования.

Охлажденный казеин выкладывают для стекания воды на обыкновенный сырный сточный стол, застланный матами из ивовых прутьев или камыша и сырной серпянкой. Вместо серпянки лучше употреблять более плотное полотно, так как мелкие частицы холодного казеина, не связанные с общей массой, легко вымываются через сравнительно широкие петли серпянки. Чтобы удержать выкладываемый вместе с водой казеин на столе, кладут на стол раму, сделанную из досок шириной $15-20\text{ см}$, и расстилают серпянку уже поверх рамы. После того, как вода достаточно стечет, подвергают казеин прессованию для удаления оставшейся поверхностной влаги, смачивающей зерна и задерживающейся в пористой казеиновой массе. Прессуют казеин или с помощью специальных казеиновых прессов, или приспособляя сырные прессы. Прессы могут быть: 1) с постоянным давлением, как все сырные прессы; при опускании казеиновой массы от сдавливания груз также опускается, и давление на казеин не уменьшается; или 2) с переменным давлением, основанные на принципе домкратов, где винт не следует за сжимающейся казеиновой массой,

и для того, чтобы давление на казеин не ослабевало, надо постоянно подкручивать винт.

Казеин для прессования накладывают в мешки или прямо в ящик или сырную форму, выстланые серпянкой. Мешки кладутся под пресс в несколько слоев один на другой. Ткань мешков и серпянки служит дренажем для удаления выжимаемой воды наружу. Чем тоньше слои казеина, переслаиваемые тканью мешка, тем успешнее идет прессование, поэтому не рекомендуется слишком полно набивать мешки, а в случае прессования в ящике лучше переслаивать казеин серпянкой.

Нагрузку прессу при сырчужном казеине можно давать сразу полную. Давление правильнее всего рассчитывать в весовых единицах на единицу площади, подвергающейся давлению. У специальных казеиновых прессов Бергедорофского завода давление может быть изменяено и доведено до 22 кг на 1 дм².

При достаточно тонком слое казеин отпрессовывается в 3—4 часа.

Из-под пресса казеин выходит в виде довольно плотных пластин. Если казеин перед прессованием был достаточно охлажден, то пластины прессованного казеина легко рассыпаются на отдельные зерна при простом надавливании и легком растирании. Простым и удобным орудием для растирания отпрессованного казеина служит кружок, отпиленный от любого бревна: его шероховатая поверхность не дает ему скользить по растираемому казеину, действует отчасти как терка. Если казеин спрессовался в сплошную массу, то можно размельчать его, или пользуясь специальной казеиновой дробилкой, построенной наподобие жмыходробилки, или растирая его на терке, хотя бы самодельной (лист железа с пробитыми отверстиями, наколоченный на деревянную раму). Растиртый или раздробленный казеин просевается, так как равномерное зерно и сохнет равномерно, крупные же куски и комки слипшихся мелких зерен сохнут медленно и задерживают всю сушку. Для просевания лучше всего брать луженую сетку, но можно за неимением луженой пользоваться и черной сеткой от веялки. Сетка натягивается на рамку размеров, соответствующих размерам рамок сушильни. Удобнее всего соединять просевание с раскладыванием на сушильные рамки. Для этого делают деревянный ящик глубиной 20—25 см, длиной и шириной внутри ящика равными длине и ширине сушильных рам с надбавкой в 1 см; ящик делается на ножках, чтобы верхний край ящика был на уровне обыкновенного стола. Одна боковая стенка ящика открытая. Внутри к боковым стенкам (если смотреть с открытой стороны) прибивают по две планки, по которым можно вдвигать внутрь две сушильных рамы одну над другой. Железная сетка кладется сверху, и просеиваемый казеин падает на сушильную рамку. Заполненную рамку вынимают и заполняют нижнюю, затем вдвигают верхнюю, а

нижнюю, заполненную, меняют. Чем тоньше слой сырого казеина на рамке, тем лучше он сохнет. Слой казеина не должен быть толще $1\frac{1}{2}$ —2 см. При такой насыпке с 1 кв. метра выходит около 2— $2\frac{1}{2}$ кг. сухого казеина.

Сушильные рамки делают из дюймовых досок, на рамки натягивают металлическую луженую сетку или прочное редкое полотно. Лучше делать рамки не очень больших размеров (с ними трудно работать одному рабочему) и не слишком малых (площадь используется хуже). Удобны рамки с площадью в 1 кв. метр.

Казеин на рамках во время сушки промешивается возможно чаще небольшими грабельками с частыми зубьями или руками.

Самая простая сушка—солнечная. Она обладает, кроме того, крупным преимуществом,—казеин при сушке на солнце отбеливается, а белый казеин ценится выше. Рамки с насыпаным на них казеином раскладываются на низких козлах на солнцепеке. Лучше, если казеин будет во время сушки продуваться ветром, но это желательно лишь в том случае, если ветер не подымает пыли, так как засоренность понижает качество казеина. Во время сушки казеина на открытом воздухе он подвергается нападению со стороны птиц и мух. Против птиц можно ставить караульщика, против мух же, пожалуй, единственным средством является затягивание места сушки мелкой сеткой, что уже значительно сократит выгоды даровой солнечной сушки. Кроме того, при солнечной сушке происходит засорение площади, где происходит сушка казеина (самое мелкое зерно просеивается сквозь полотно, крупные зерна падают на землю при перемешивании казеина). Все это вместе с обратом, проливаемым при переноске из маслодельни, и сывороткой (иногда и самим казеином при медленной сушке), загнивая, издает зловоние. При соблюдении чистоты и нормальной сушке казеина зловония быть не должно.

Достаточно высоким казеин считается тогда, когда наиболее крупные зерна при раскусывании их не мнутся, а дробятся с хрустом.

Казеин во время сушки теряет около 50% веса, который он имел после прессования.

При недостатке солнечного тепла строят сушилки огневые и паровые. Описание их здесь не приводится, так как Маслоцентром приняты меры к распространению на местах чертежей выработанных типов сушилок паровых и огневых. При сушке казеина в этих сушилках температуру сушки поднимают постепенно, начиная с 40° и доводя до 55 — 60° . Периодическое перемешивание казеина на рамках необходимо и здесь, если слой его недостаточно тонок.

Полученный казеин в зерне (не перемолотый) упаковывают в двойные мешки из плотной ткани, вмещающие до 50 кг сухого казеина.

САМОКВАСНЫЙ КАЗЕИН

Хорошо обезжиренный обрат (см. выше) сквашивается при помощи молочно-кислого брожения. Температуру сквашивания устанавливают на основании опыта сообразно с требующейся продолжительностью сквашивания, с распорядком работ в заводе. Для ускорения сквашивания можно прибавлять закваску в виде чистых культур или хорошей простокваси из обрата.

Обработка полученного сгустка заключается в резке, втором нагревании для удаления возможно большего количества влаги из казеинового зерна, промывке и проч., подобно сырчужному казеину. Резать лучше сразу на кубики нужной величины. Американские ножи, вертикальный и горизонтальный, будут уместны и здесь. Разрезанный сгусток нагревают тем или иным способом, осторожно вымешивая. Для предотвращения разбивания и распыления зерна, имеющего консистенцию гораздо более мягкую и связность незначительную по сравнению с зерном сырчужного казеина, можно производить нагревание до 50°, почти не мешая. Заваривание зерна здесь не так опасно, как при казеине сырчужном. Начиная с 50°, размешивание ведут несколько энергичнее. Нагревание можно производить теми же способами, как и при сырчужном казеине. Разница та, что, как уже указывалось, самоквасный казеин требует более медленного вымешивания. Нормальное зерно самоквасного казеина— величиной с крупный горох. Температуру второго нагревания поднимают до 70—75° и поддерживают на этой высоте (допустимо медленное остывание) 10—15 минут. Затем промывают казеин.

При промывке вообще кислотного казеина имеет значение степень жесткости воды, идущей для промывки. Жесткая вода, показывающая щелочную реакцию при титровании по метил-оранжу, может оказывать на казеин вредное влияние: казеин под влиянием ее набухает, хуже промывается и при сушке прилипает к рамам. Кипячение воды, заставляющее кальциевые соли выпадать в виде накипи, делает воду мягче и дает лучшие результаты при промывке казеина. Поэтому, если в заводе вода жесткая, лучше промывать казеин водой при температуре 40—45°, так как вода такой температуры получается смешиванием сырой воды с кипяченой, а жесткость ее при этом понижается. Если нет возможности применять для промывки кипяченую воду, то лучше ее подкислить серной кислотой. Для определения количества серной кислоты, требующегося для подкисления промывной воды, поступают таким образом: титруют $1/10$ -нормальным раствором серной кислоты 100 см³ воды, пользуясь в качестве индикатора метил-оранжем. Затем полученное число кубических сантиметров, $1/10$ -нормальной серной кислоты умножают на 4,9 и делят на произведение концентрации имеющейся крепкой серной кислоты на ее удельный вес. Частное от деления даст количество см³ крепкой

серной кислоты, которое нужно прибавить для подкисления 1 литра промывной воды. Эти вычисления можно представить в виде формулы:

$$x = \frac{4,9 \times a}{b \times v},$$

где x — количество cm^3 крепкой серной кислоты удельного веса b с концентрацией v ,^{*} необходимое для нейтрализации одного литра воды, a — количество cm^3 $1/10\text{N}$ кислоты, пошедшее на 100 cm^3 воды при титровании.

Из экономии можно брать не все вычисленное количество кислоты, а только часть, — понизить жесткость воды, так как незначительная жесткость делу не вредит.

Промывают казеин 2—3 раза. Промытый казеин выкладывают на стол для стекания промывной воды, затем прессуют.

Прессование производится так же, как казеина сычужного (см. выше). Следует заметить, что при прессовании самоквасного и вообще кислотного казеина, особенно при мелком зерне или хлопьях, полученных при осаждении, перемешивание более желательно, чем при прессовании сычужного казеина, тем более если прессовальные мешки набиваются казеином туго. Берут казеин с пресса и перемешивают, не вынимая его из мешка, разминая через ткань.

Растирание самоквасного казеина производится так же, как и сычужного. Самоквасный казеин не спрессовывается так плотно, как сычужный.

Правильно разрезанный и отваренный казеин должен после прессования разделяться на отдельные зерна. Зерно средней величины вообще сохнет лучше, чем очень мелкое: мелкое зерно склонно бывает скатываться в довольно крупные комочки, медленно просыхающие и задерживающие сушку всего казеина. Кроме того, мелкий казеин ложится более плотным слоем, легче ослизняется, набухает при промывке жесткой водой и прилипает к рамам.

Условия сушки самоквасного казеина те же, что и сычужного (см. выше).

КАЗЕИН, ОСАЖДЕННЫЙ КИСЛОЙ СЫВОРОТКОЙ (МОЛОЧНО-КИСЛОТНЫЙ)

Возможно лучше обезжиренный обрат нагревают до $48—50^\circ$ и приливают к нему при постоянном перемешивании кислую сыворотку до тех пор, пока казеин не выпадет хлопьями, а сыворотка станет прозрачной. Количество приливаемой сыворотки зависит прежде всего от ее кислотности, затем от кислотности обрата, от температуры обрата.

Надо иметь в виду, что при кислотности сыворотки до 120° по Тернеру ее потребуется для осаждения казеина довольно

* См. табл. ниже.

значительное количество (до 50% от обрата), и потому чаны для осаждения нельзя наливать обратом до краев.

Полученный казеин или сушат с помощью второго нагревания, или прямо промывают и отпрессовывают.

Кислую сыворотку готовят каждый день: полученной от производства казеина сывороткой доливают кадки, стоящие в казеиновом отделении в теплом месте. Рекомендуется следить за чистоплотным приготовлением кислой сыворотки, через 1—2 недели выливать ее из кадок, кадки пропаривать и влиять в них процеженную сыворотку обратно.

СЕРНОКИСЛОТНЫЙ КАЗЕИН

Хорошо обезжиренный обрат нагревается до 50° Ц. К нему приливаются тонкой струей при постоянном помешивании разведенная серная кислота. Разводят ее водой в 8—10 раз в глиняной посуде, приливая кислоту к воде (не воду к кислоте). При смешивании кислоты с водой происходит сильное нагревание. Количество серной кислоты, нужное для полного осаждения казеина, зависит от кислотности молока и крепости самой кислоты. Приблизительный расчет количества серной кислоты можно сделать, принимая, что казеин выпадает при кислотности около 62° по Тернеру, т.-е. при повышении кислотности обрата в среднем на 40°. Можно пользоваться формулой:

$$x = \frac{4,9}{b} \cdot \frac{a}{v},$$

где x — количество см³ крепкой кислоты на 1 литр обрата;

a — количество градусов, на которое надо поднять кислотность обрата;

b — концентрация крепкой серной кислоты;

v — удельный вес крепкой серной кислоты.

Ниже приведены концентрации наиболее часто встречающихся в продаже сортов технической соляной и серной кислот:

	Уд. вес	Весовые проценты
Соляная кислота . . .	1,12	23,82
» » . . .	1,19	37,23
Серная кислота . . .	1,56	65,08
» » . . .	1,82	90,05
» » . . .	1,84	95,60 или 99,20

Приливание кислоты надо прекратить, как только сыворотка станет прозрачной. Чтобы не прилить лишнюю кислоту, надо к концу осаждения приливать кислоту очень малыми порциями, все время тщательно перемешивая массу в чане.

Чаны для осаждения надо брать деревянные, так как на древесину серная кислота действует слабее, чем на металлы.

Если осаждение происходит при более низкой температуре, то полезно будет для получения более плотного казеина нагреть его до 50°.

Казеин промывают в 2–3 водах. Жесткая вода действует на сернокислотный казеин так же, как на самоквасный,—казеин набухает, делается более влажным, плохо прессуется и прилипает к рамам. Сернокислотный казеин при быстром размешивании, которое требуется во время осаждения, дает еще больше распыленных частиц, чем казеин самоквасный, и поэтому при слиянии сыворотки и промывной воды нужна большая осторожность, чтобы не понизить слишком выход казеина за счет мелких частиц, уносимых водой. Надо давать казеину дольше отстаиваться.

Прессуется и сушится сернокислотный казеин так же, как и самоквасный.

Сыворотка от сернокислотного казеина не годится для скармливания скоту, и это обстоятельство значительно сокращает применение серной кислоты.

СОЛЯНОКИСЛОТНЫЙ КАЗЕИН

Способ осаждения казеина из обрата с помощью соляной кислоты имеет много общего с осаждением серной кислотой. Обрат нагревается не выше 49° (более высокая температура осаждения понижает выход казеина), и к нему приливаются разбавленная вдвое техническая соляная кислота до получения прозрачной сыворотки. Излишнее количество кислоты вредно и здесь, так как дает мягкий казеин. Казеин, осажденный соляной кислотой, получается в мелких хлопьях, прилипающих при прессовании к мешкам и серпянкам. Чтобы устранить этот недостаток, казеин промывается холодной водой, слегка подкисленной серной кислотой.

В заключение следует остановиться на производстве казеина в сливочных отделениях при крупных маслодельных заводах.

Если сушка казеина производится там же в отделении (солнечная, огневая), то производство ничем не будет отличаться от производства в мелких ручных заводах. Другое дело, если казеин должен для сушки доставляться в центральный завод. В этом случае встает вопрос о температуре второго нагревания казеина в отделении, о промывке в отделении или в центральном заводе, наконец, о хранении казеина.

При часто наблюдающемся примитивном оборудовании сливочных пунктов было бы трудно поднять температуру в чане

до 60—65°, как это требуется для сычужного казеина, а тем более до 75° для самоквасного казеина. В этом случае будет достаточно нагреть до 50° и вымешивать при этой температуре до тех пор, пока проба зерна не перестанет совершенно склеиваться. Такой казеин, в достаточной мере высушенный нагреванием и вымешиванием при 50°, после промывки холодной водой потеряет способность склеиваться и при слеживании в мешке и перенесет перевозку в центральный завод для окончательной промывки, нагревания и сушки. Тщательная промывка казеина в отделении может принести казеину определенный вред, так как содержащаяся в зерне кислота служит средством, предохраняющим казеин от загнивания, сопровождаемого побурением казеина и дурным запахом. Если встречается нужда хранить сырой казеин несколько дней, то лучше держать его в кадках, залитым сывороткой. Кислота сыворотки служит консервирующим средством против гниения и, кроме того, препятствует доступ воздуха к казеину, а без воздуха разложение казеина замедляется.

Отмывание кислоты только в центральном заводе через сутки после получения казеина в отделении и хранение его под сывороткой не встречают возражения в отношении кислотного казеина. В отношении сычужного казеина этот прием требует проверки с участием специалистов, работающих в галлитной промышленности, с тем, чтобы выяснить, не отразится ли в плохую сторону на качестве галлитных изделий позднее отмывание молочной кислоты.

Надо иметь в виду, что кислота, предохраняя казеин от загнивания, не предохраняет его от заплесневения. Заплесневеть непромытый казеин может, если хранить его сухим, погружение его в сыворотку спасает от плесени.

ФОРМЫ

**СЫРЬЕВЫЙ
КАЗЕНН**

Число и месяц	Обрат		Сквашивание		2-е нагревание		Промывка		Плотное калье		Продолжительность		Температура		Размер зерна		Продолжительность		Температура		Количество		Число и месяц				
	Количество	Обрат	Сквашивание	2-е нагревание	Промывка	Плотное калье	Продолжительность	Температура	Размер зерна	Продолжительность	Температура	Количество	Обрат	Сквашивание	2-е нагревание	Промывка	Плотное калье	Продолжительность	Температура	Количество	Обрат	Сквашивание	2-е нагревание	Промывка			
10/IV	400 кг	21	0,02	480	Серная	1,82	9	750, куб	—	—	35	3	20	О б р а т	К и с л о т а	С к в а ш и в а н и е	2-е нагр- в а н и е	П р о м ъ в к а	П л о т - н о е	П р о д о л ж и т е ль- н о с т ь	Т е м п е р а т у р а	Р а з м е р з е р н а	П р о д о л ж и т е ль- н о с т ь	Т е м п е р а т у р а	К и с л о т о	К и с л о т н ы й	Ч и с л о и м е с я ц
5/IV	400 кг	21	0,04	250	П л о т - н о е	18 ч	30 м.	70°	Круп- горох	20°	4	15	15	21	0,04	250	35°	3 ч	20°	60°	25 м.	25 м.	3	15°	2 ч.	15 кг	1/IV

Число и месяц	Обрат		Сквашивание		2-е нагревание		Промывка		Плотное калье		Продолжительность		Температура		Размер зерна		Продолжительность		Температура		Количество		Число и месяц				
	Количество	Обрат	Сквашивание	2-е нагревание	Промывка	Плотное калье	Продолжительность	Температура	Размер зерна	Продолжительность	Температура	Количество	Обрат	Сквашивание	2-е нагревание	Промывка	Плотное калье	Продолжительность	Температура	Количество	Обрат	Сквашивание	2-е нагревание	Промывка			
10/IV	400 кг	21	0,02	480	Серная	1,82	9	750, куб	—	—	35	3	20	О б р а т	К и с л о т а	С к в а ш и в а н и е	2-е нагр- в а н и е	П р о м ъ в к а	П л о т - н о е	П р о д о л ж и т е ль- н о с т ь	Т е м п е р а т у р а	Р а з м е р з е р н а	П р о д о л ж и т е ль- н о с т ь	Т е м п е р а т у р а	К и с л о т о	К и с л о т н ы й	Ч и с л о и м е с я ц
5/IV	400 кг	21	0,04	250	П л о т - н о е	18 ч	30 м.	70°	Круп- горох	20°	4	15	15	21	0,04	250	35°	3 ч	20°	60°	25 м.	25 м.	3	15°	2 ч.	15 кг	1/IV

Число и месяц	Прессование		Сушка		Сушка		Казеин		Прессование		Сушка		Сушка		Казеин		Прессование		Сушка		Сушка		Казеин		
	Продолжительность	Давление на 1 кв. дес.	Вес сырого казеина	Температура (начальная и конечная)	Продолжительность	Вес сырого казеина	Температура (начальная и конечная)	Продолжительность	Вес сырого казеина	Выход казеина	Содержание жира	Казеин	Вес сырого казеина	Температура (начальная и конечная)	Продолжительность	Вес сырого казеина	Выход казеина	Содержание жира	Казеин	Вес сырого казеина	Температура (начальная и конечная)	Продолжительность	Вес сырого казеина	Число и месяц	
3 ч.	15 кг	26,0	45—65	8 ч.	12,1	33,1	0,65	0,28	Ровное, сплошное, светло-желтые, сепараторные, портальные	Молоко сепарированное, светло-желтые, сепараторные, портальные	Неровное, белое	Обрат сепараторный 2-й раз, при осаждении в сыворотке много пыли	15 кг	25,8	45—65	7 1/4 ч.	12,6	31,7	0,93	0,21	Ровное, светло-желтые зерна	Вид зерна	Обрат сепараторный 2-й раз	Примечание	1/IV