

Т.Н. Садовая

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ПАСТЕРИЗАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ВЫРАБОТКИ СЫРОВ С ПЛЕСЕНЬЮ

Научная новизна работы заключается в разработке новых видов сыров с плесенью и детальном рассмотрении всех факторов, влияющих на технологический процесс. Изучено влияние режимов тепловой обработки на физико-химические и микробиологические свойства молока, используемого при производстве сыра с плесенью. Рассмотрены основные стадии кислотно-сычужного свертывания молока. Установлены оптимальные значения режимов пастеризации молока и изучены органолептические свойства.

Сыры, плесневые грибы, кислотно-сычужное свертывание, пастеризация, режимы тепловой обработки, бактериальная обсемененность.

### Введение

Сыры занимают одно из важных мест в питании человека как самый полезный белковый продукт питания. Легкая усвояемость сделала этот продукт незаменимым в рационе взрослых и детей. По данным различных источников, растущей популярностью пользуются сыры, обладающие пряным и насыщенным вкусом. Особое место среди сыров занимают сыры, созревающие при участии плесневых грибов. Для них характерны особые органолептические показатели, не позволяющие спутать их с сырами других групп даже неспециалисту [1].

Сыры с плесенью могут быть как мягкими, так и твердыми. Большую часть сыров с плесенью производят из коровьего молока, лишь несколько сортов сыра с плесенью, например «Рокфор», а также практически неизвестные в России сыры с плесенью балканского происхождения, производят из овечьего или козьего молока [2].

Сыры, которые получают с использованием плесневых грибов *Penicillium roqueforti* (кистевик Рокфора), характеризуются специфическими органолептическими показателями, а именно хорошо выраженным сырным и грибным вкусом и ароматом с наличием остроты и перечности, слегка солоноватой, нежной маслянистой или крошащейся консистенции, с распределенными прожилками плесени, на поверхности – нежная, блестящая корочка. В незрелом сыре плесень имеет серо-голубой или светло-зеленый цвет, а по мере созревания сыра она приобретает голубой цвет с различными оттенками серого, заполняя собой образовавшиеся пустоты.

Сыры, вырабатываемые с использованием плесневых грибов, относятся к сырам, созревающим в аэробных условиях. Изменения в слоях сыра, контактирующих с воздухом, и вызываемые развитием поверхностной микрофлоры, в той или иной степени распространяются по всей массе головки, что обуславливает формирование специфических для данного сыра органолептических показателей.

Сыры являются хорошей средой для развития аэробных бактерий, широко распространенных в окружающей среде, в том числе технически вредных и патогенных микроорганизмов, поэтому на незащищенных от воздуха поверхностях сыров начинается

бурный рост аэробной и факультативно анаэробной микрофлоры. В связи с вышеизложенным одной из важнейших задач в производстве сыров с аэробным созреванием, в частности сыров, созревающих за счет развития плесневых грибов *Penicillium*, является создание условий для роста необходимой и подавления развития вредной микрофлоры [3].

Нельзя не отметить, что плесневые грибы в вопросах получения и хранения играют двойную роль. С одной стороны, они формируют уникальные органолептические показатели, с другой – проблема управлением микробиологическими показателями безопасности сыров в настоящее время должна решаться с применением специальных полимерных пленок, фунгицидных и других консервирующих агентов. Многие виды *Penicillium* способны расти при низких температурах, в связи с чем они являются основной причиной порчи охлажденных и замороженных пищевых продуктов. Некоторые виды способны расти и при пониженном парциальном давлении кислорода, являясь основной причиной порчи упакованных охлажденных продуктов. Порча сыров чаще всего обусловлена грибом *P. commune*, который является дикой разновидностью сырной плесени *P. camamberti*. Известно, что сыры с чеддеризацией сырной массы подвержены порче плесенью *P. roqueforti*. К плесеням, вызывающим порчу сыров, обычно относят и другие виды: *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *P. solitum*, *P. verrucosum*, *P. viridicatum* и *P. brevicompactum* [4].

Отечественная сыродельная промышленность до недавнего времени ограничивала ассортимент выпускаемых сыров традиционными видами. Актуальной проблемой является биологическая безопасность сыров с плесенью, поскольку плесневые грибы способны выделять микотоксины, относящиеся к природным ядам. С точки зрения науки о питании плесневые грибы условно можно разделить на две группы: плесень благородную и чужеродную. Образование чужеродной плесени приводит к ухудшению качества продуктов питания. Напротив, благородная плесень не вредит организму, улучшает пищеварение, повышает аппетит и придает сыру уникальный вкус и отличительные черты голубых сыров [5].

Прогресс в развитии биотехнологии сказывается

на уровне проведения исследований в сыроделии. Серьезные перспективы открываются перед учеными с появлением возможности секвенирования ДНК микроорганизмов, участвующих в созревании сыров, что позволяет перейти от описания сложных производственных процессов и заменить его управлением, основанным на знании причинной взаимосвязи и кинетики основных процессов. Это позволит в значительной степени раскрыть метаболические, биохимические и генетические вопросы биотехнологии сыров. В конечном итоге эти знания способствуют переходу на автоматизированные, научно управляемые высокопроизводительные процессы, что имеет важные последствия для развития научных исследований и методов производства.

Современные технологии сыров с плесневыми грибами должны развиваться преимущественно за счет получения новых сведений в области физиологии грибов. В значительной степени повышение спроса на подобные сыры окажет влияние на формирование новых исследований в области биохимии, физиологии и онтогенеза плесневых грибов [6].

Анализ классических вариантов технологического процесса получения сыров, созревающих с использованием плесневых грибов, позволил выделить в нем основные этапы, связанные с регулированием активности молочнокислого процесса при формировании продукта: нормализацию молока, пастеризацию, внесение закваски, водного раствора хлорида кальция, ферментного препарата (и плесени – первый вариант), свертывание смеси, самопрессование, формование, посолку, обсушку (нанесение плесени – второй вариант), созревание и упаковку. С учетом технологических особенностей можно выделить основные варианты выработки сыров с плесневыми грибами: сыры, созревающие под действием плесневых грибов, размножающихся на поверхности сыра, и сыры, созревающие с плесневыми грибами, размножающимися во всей массе сыра.

Все вышеизложенное показывает, что технологии получения сыров, вырабатываемых с использованием плесеней, известны давно, их широкомасштабное и успешное внедрение в практику сыроделия требует более глубокого понимания всех процессов, происходящих при выработке сыра. В связи с этим целью исследований стало изучение влияния процесса пастеризации на изменение технологических свойств молока, используемого для выработки сыров с плесенью.

#### Материалы и методы исследования

Объектами исследования явились свежесвыдоенное молоко производственного комплекса ООО «Калория», кальций хлористый по ГОСТ 450-77 (не ниже первого сорта), закваски и бактериальные препараты, разрешенные к применению в сыроделии органами Госсанэпиднадзора, и другое вспомогательное сырье и материалы, отвечающие требованиям действующей нормативной и технической документации.

При выполнении работы использовали общепринятые, стандартные и оригинальные методы исследова-

ния. Учет и обработку результатов проводили методами статистического и регрессионного анализа.

Отбор и подготовку проб к анализу проводили по ГОСТ 5904-82; ГОСТ 3622-68; ГОСТ 9225-84; ГОСТ 26668-85. Физико-химические показатели определяли по стандартным методикам: массовой доли влаги по ГОСТ 30305.1; титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624, активную кислотность измеряли на потенциометрическом анализаторе по ГОСТ 26781, массовую долю казеинов, сывороточных белков, а также общее содержание белка (в зависимости от вида продукта) определяли по методу Дюма на анализаторе общего азота/белка rapid N cube с регистрацией  $N_2$  на детекторе по теплопроводности.

#### Результаты и их обсуждение

Одним из основных требований к молоку, используемому для приготовления сыров, является соответствие его по качеству требованиям технических документов. При приемке молока определяют физико-химические, органолептические и микробиологические показатели. Принятое молоко очищают на сепараторах-молокоочистителях при  $37 \pm 3$  °С, охлаждают до температуры 4–6 °С и хранят при этой температуре до момента использования, но не более 12 ч. Затем молоко сепарируют при температуре  $37 \pm 3$  °С, нормализуют по массовой доле жира с расчетом получения сыра, стандартного по показателям готового продукта, указанным в технических условиях. Готовую смесь пастеризуют.

В сыроделии пастеризация является действенным средством уничтожения патогенных бактерий и вредных для сыра микроорганизмов. При уничтожении технически вредной микрофлоры молока и замене ее бактериальной закваской чистых культур бактерий в необходимом соотношении появляется возможность получения соответствующего вида сыра.

Влияние режимов тепловой обработки на бактериальную обсемененность молока, используемого в экспериментах, собранного в условиях производственного комплекса ООО «Калория», представлено в табл. 1.

Таблица 1

Влияние режимов тепловой обработки на бактериальную обсемененность молока

Температура обработки, °С	Количество микроорганизмов после обработки, КОЕ/см <sup>3</sup>	Доля выживших бактерий, %
Сырое молоко	$(2,00 \pm 0,14) \times 10^6$	100,00
75,0 ± 0,5	$(7,87 \pm 0,54) \times 10^3$	0,39
80,0 ± 0,5	$(4,92 \pm 0,34) \times 10^3$	0,25
85,0 ± 0,5	$(2,72 \pm 0,19) \times 10^3$	0,14
90,0 ± 0,5	$(0,79 \pm 0,05) \times 10^3$	0,04

Анализ результатов исследований показал, что сырое молоко содержало  $(2,00 \pm 0,14) \times 10^6$  бактерий в 1 см<sup>3</sup>. В молоке, пастеризованном при 75 °С с выдержкой 20 с, их содержание снизилось до 7,87 тыс. в 1 см<sup>3</sup>. Дальнейшее повышение температуры способствовало снижению численности микрофлоры (80 °С – 4,92 тыс. в 1 см<sup>3</sup>, 85 °С – 2,72 тыс. в 1 см<sup>3</sup> и

90 °С – 0,79 тыс. в 1 см<sup>3</sup>). Таким образом, эффективность пастеризации при температуре 75 °С составила 99,61 %, при 80 °С – 99,75 %, 85 °С – 99,86 % и 90 °С – 99,96 %.

Известно, что основным недостаток пастеризации молока при повышенных температурах заключается в снижении скорости синерезиса. При выработке отечественных сыров молоко пастеризуют в зависимости от вида сыра при температуре 75–85 °С с выдержкой 20–25 с. Более жесткие режимы пастеризации не применяют из-за опасности появления горького вкуса. Кроме того, жесткие режимы пастеризации оказывают значительное влияние на состав и свойства молока. Наиболее подвержены изменениям сыровоточные белки, соли, витамины и ферменты. Степень их изменения зависит от температуры и продолжительности процесса. Следствием теплового воздействия является изменение технологических свойств молока, которые необходимо учитывать при выработке сыров. В связи с этим изучено влияние пастеризации на физико-химические свойства (табл. 2).

Таблица 2

Влияние температуры пастеризации на титруемую и активную кислотность молока

Температура обработки, °С	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, рН
Сырое молоко	18,8±0,2	6,44±0,03
75,0±0,5	18,0±0,1	6,42±0,02
80,0±0,5	17,6±0,1	6,40±0,02
85,0±0,5	17,2±0,2	6,36±0,01
90,0±0,5	15,6±0,1	6,30±0,02

Данные, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что с повышением температуры пастеризации титруемая кислотность молока понижалась. При изменении температуры от 75 до 90 °С титруемая кислотность в среднем снизилась на 3 °Т (с 18,8 до 15,5). Это связано с некоторыми необратимыми процессами, происходящими в молоке под влиянием повышенных температур. При нагревании из молока выделяется углекислый газ, что снижает его титруемую кислотность. Часть растворимых кислых солей (лимоннокислый кальций, молочнокислый кальций и другие) переходит в нерастворимое состояние. Величина активной кислотности молока под влиянием тепловой обработки понижалась (с 6,44 до 6,30). Это связано с выделением свободных анионов водорода при переходе гидрофосфатов кальция в фосфаты кальция и рядом других причин.

В табл. 3 приведены сведения, характеризующие изменения, происходящие в составе молока под влиянием различных температур его тепловой обработки.

Влияние температуры пастеризации на состав молока

Компоненты молока	Температура пастеризации, °С				
	сырое	75,0±0,05	80,0±0,05	85,0±0,05	90,0±0,05
Сухие вещества, %, в т.ч.:					
жир	12,25±0,86	12,17±0,85	12,09±0,85	12,01±0,84	11,94±0,84
лактоза	3,66±0,26	3,66±0,26	3,66±0,26	3,61±0,25	3,56±0,25
Белок, в т.ч.:					
казеин	4,47±0,31	4,47±0,31	4,47±0,31	4,47±0,31	4,47±0,31
сыворо-точные белки	3,20±0,22	3,16±0,22	3,14±0,22	3,08±0,22	2,99±0,22
	2,57±0,18	2,57±0,18	2,61±0,18	2,67±0,19	2,73±0,19
	0,62±0,04	0,59±0,04	0,53±0,04	0,45±0,03	0,34±0,02

Данные, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что повышение температуры приводит к снижению содержания в молоке сухих веществ. При ее повышении с 75 до 90 °С содержание сухих веществ в молоке уменьшилось с 12,17 до 11,94 %. В основном это произошло за счет денатурации сыровоточных белков и выпадения ряда растворимых солей в осадок. Так, содержание сыровоточных белков в сыром молоке составило 0,62 %. Нагревание молока до 80 °С понизило их количество до 0,53 % (на 14,51 %), а до 90 °С – до 0,34 % (на 45,16 %). Незначительное увеличение относительного содержания казеина связано с агрегацией на его поверхности денатурированных сыровоточных белков, а жира (на 0,1 %) – с вытапливанием легкоплавких фракций при высоких температурах.

Следующей стадией технологического процесса получения сыров с плесенью является стадия кислотно-сычужного свертывания молока, которая является сложным многофакторным процессом. Скорость его протекания, качество получаемого сгустка и predisположенность сгустка к дальнейшей обработке зависят от состава и свойств перерабатываемого молока, количества и свойств молоко-свертывающего фермента и бактериальной закваски, температурных режимов пастеризации и свертывания молока, дозы вносимого хлористого кальция и ряда других факторов. Следствием протекающих процессов являются состав и свойства получаемого продукта, его органолептические показатели, а также эффективность использования составных компонентов молока.

В пастеризованную нормализованную молочную смесь при температуре свертывания 32–34 °С вносили раствор хлористого кальция. В ходе проведенных исследований выяснено, что оптимальная массовая доля хлористого кальция для *P. roqueforti* составляет 1,00–3,00 % при температуре 40±2 °С, для плесневого гриба *P. camemberti* – 1,00–3,00 % при температуре 20±2 °С и *P. caseicolum* – 1,00–3,00 % при температуре 20±2 °С. Дозы бактериальных заквасок устанавливались в зависимости от степени зрелости и биологических свойств молока и находились в пределах 0,2–0,5 %. Смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность 19–22 °Т.

Количество молокосвертывающего ферментного препарата устанавливали по общепринятой методике с помощью прибора для сычужной пробы. Ферментный препарат вносили в молоко в виде раствора, приготовленного за 20–40 минут до использования. Необходимое количество ферментного препарата растворяют в пастеризованной (при температуре не ниже 95 °С) и охлажденной до температуры 32–36 °С воде из расчета 1,5–2,5 грамма препарата (активность 100 тыс. ед.) на 100–200 см<sup>3</sup>. Температуру свертывания устанавливали в зависимости от вида используемой закваски. В подготовленную смесь вносили согласно расчету ферментный препарат (водный раствор). В течение 3–5 минут молоко перемешивали, затем оставляли в покое для образования однородного сгустка. Продолжительность свертывания составляет от 20 до 40 минут.

Согласно второму варианту получения сыра с плесенью совместно с ферментным препаратом и бактериальной закваской в смесь вносили споры плесневого гриба. Готовый сгусток должен быть нормальной плотности и давать на разломе достаточно острые края с выделением прозрачной сыворотки зеленовато-желтого цвета. Разрезку сгустка и постановку зерна проводят в течение 10–15 минут на кубики размером 15×15×15. Кислотность выделенной сыворотки 16–17 °Т.

После разрезки зерно обсушивают 5–10 минут и формируют наливом в блок-формы. Они позволяют обеспечить одинаковый вес, форму и размеры сырной головки. После стекания свободной сыворотки блок-формы снимают и устанавливают в штабеля. Через 20–30 минут штабель с блок-формами переворачивают на кантователе, через час кантуют вторично. После этого сыр оставляют в покое на 8 ч для самопрессования. Признаком хорошо отпрессованного сыра является прекращение выделения сыворотки и замкнутая поверхность верхнего и нижнего полотен. Сыр после самопрессования должен иметь активную величину рН 4,5–4,7 и массовую долю влаги 53–55 %.

Весьма существенное влияние оказывает температура пастеризации на сычужную свертываемость молока (табл. 4).

Таблица 4

Влияние температуры пастеризации на продолжительность сычужного свертывания молока

Температура обработки, °С	Продолжительность свертывания, мин
Сырое молоко	15±0,80
75,0±0,5	20±1,11
80,0±0,5	30±0,57
85,0±0,5	45±2,29
90,0±0,5	70±3,58

Анализ данных, представленных в табл. 4, свидетельствует о том, что если процесс образования сычужного сгустка из сырого молока занимал 15 минут, то образование сгустка из пастеризованного молока при 75 °С продолжалось 20, при 80 °С – 30, при 85 °С – 45 и при 90 °С – 70 минут. Увеличение

продолжительности сычужного свертывания молока под влиянием повышения температур пастеризации является следствием происходящих в нем изменений. В основном это связано с изменением солевого состава молока и комплексообразованием денатурированных сывороточных белков.

Характеристика полученных сычужных сгустков и сыворотки приведена в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика сычужных сгустков и сыворотки в зависимости от режимов тепловой обработки молока

Температура пастеризации, °С	Характеристика	
	сгустка	сыворотки
Сырое молоко	Плотный	Зеленовато-желтая, прозрачная
75,0±0,05	Плотный	Зеленовато-желтая, прозрачная
80,00±0,05	Плотный	Зеленовато-желтая, прозрачная
85,00±0,05	Дряблый	Желтовато-зеленая, мутная
90,00±0,05	Дряблый, хлопьевидный	Желтовато-бледная, мутная

Установлено, что температура пастеризации молока при 75 и 80 °С позволила получить плотный сгусток, выделяющий прозрачную сыворотку зеленовато-желтого цвета. Более высокая температура обработки молока (85 и 90 °С) приводила к ухудшению структуры сгустка, а сыворотка при этом становилась мутной.

Влияние температуры тепловой обработки на кислотное свертывание молока имело несколько другую направленность. Продолжительность процесса мало зависела от температуры пастеризации. Однако качественные показатели кислотных сгустков имели существенные различия, которые представлены в табл. 6.

Таблица 6

Характеристика сгустков и сыворотки в зависимости от режимов тепловой обработки молока

Температура пастеризации, °С	Характеристика	
	сгустка	сыворотки
Сырое молоко	Дряблый, слабый, неоднородный, с наличием хлопьев	Беловатая, мутная
75,0±0,5	Дряблый, хлопьевидный	Светло-желтая, мутная
80,0±0,5	Дряблый, слабый	Желтовато-зеленая, слегка мутная
85,0±0,5	Плотный, однородный	Желтовато-зеленая, прозрачная
90,0±0,5	Плотный	Зеленовато-желтая, прозрачная

Данные, представленные в табл. 6, свидетельствуют о том, что при кислотном свертывании молока лучшие по структуре и плотности сгустки получены в вариантах с повышенной температурой пастеризации молока (85 и 90 °С). Кислотное свертывание сырого молока, а также молока, прошедшего низкотемпературную пастеризацию, приводит к образованию слабых, дряблых сгустков, выделяющих мутную сыворотку. Различия в качестве сгустков связаны с бактериальной обсемененностью молока. При низких температурах пастеризации в молоке остается повышенное количество микрофлоры сырого молока, которая впоследствии участвует в образовании сгустка. Часть микрофлоры является газообразующей. Развиваясь в молоке во время его кислотного свертывания, она выделяет газ, который разрушает структуру образующегося сгустка. С повышением температуры пастеризации количество такой микрофлоры в молоке снижается, тем самым уменьшается ее влияние на процесс сгусткообразования.

### Выводы

Таким образом, наши исследования позволяют сделать заключение о том, что в силу особенностей технологического процесса сыры являются питательной средой для развития аэробных бактерий, широко распространенных в окружающей среде (на технологическом оборудовании, в камерах созревания), в том числе технически вредных и патогенных микроорганизмов, поэтому на незащищенных от воздуха поверхностях сыров начинается бурный рост аэробной и факультативно анаэробной микрофлоры. Процесс пастеризации является единственным действенным средством уничтожения патогенных бактерий и вредных для сыра микроорганизмов.

Результаты проведенных исследований подтверждают, что процесс пастеризации особенно влияет на технологические свойства молока, используемого при производстве сыра с плесенью.

### Список литературы

1. Богомолов, Б.Ф. Производство сыра: технология и качество / Б.Ф. Богомолов, Г.Г. Шилер. – М.: Агропромиздат, 1989. – 496 с.
2. Бобылин, В.В. Новые виды мягких кислотно-сычужных сыров / В.В. Бобылин, Л.И. Вожаева // Сыроделие. – 1998. – № 2–3. – С. 12–14.
3. Нагула, М.Н. Состав мицелиальных грибов, поражающих поверхность полутвердых сыров / М.Н. Нагула, Л.С. Кузнецова, С.М. Озерская и др. // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 2. – С. 36–37.
4. Методическое руководство по идентификации плесневых грибов рода *Penicillium*, планируемых при производстве сыров. – Углич, 2005. – 293 с.
5. Казуко, М. Французские сыры. Иллюстрированная энциклопедия / М. Казуко, Я. Тамоко. – СПб.: Нева, 2003. – 240 с.
6. Климовский, И.И. Биохимические и микробиологические основы производства сыра. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 128 с.

ЗАО фирма «Калория»,  
353720, Россия, Краснодарский край,  
Каневский район, ст. Стародеревянковская,  
ул. Украинская, 100.  
Тел./факс: (861-64) 7-15-31  
e-mail: sales@kalorya.ru

### SUMMARY

T.N. Sadovaya

#### Effect of pasteurization on technological properties of milk used for mold-type cheese manufacture

Scientific novelty of the research consists in the development of new kinds of mold-type cheeses and detailed consideration of all factors influencing the technological process. The influence of heat treatment modes on physical, chemical and microbiological properties of milk used for manufacture of mold-type cheese has been studied. The basic stages of acid-rennet milk clotting have been considered. Optimum values of milk pasteurization modes have been established and organoleptic properties have been studied.

Cheeses, mold fungi, acid-rennet clotting, pasteurization, heat treatment modes, bacterial contamination.

«Kaloriya» Firm  
100 Ukrainskaya Str., st. Starodereviankovskaya,  
Kanevskoy district, Krasnodar Region, Russia, 353720  
Phone/Fax: 7 (86164) 7-15-31  
e-mail: sales@kalorya.ru

