

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МАСЛОДЕЛЬНОЙ И СЫРОДЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Снег

JAN 14 1984

3-8-6

ТРУДЫ

ВЫПУСК 6

ТЕХНОЛОГИЯ СЫРА

ПИЩЕПРОМИЗДАТ

AGRICULTURAL UNIVERSITY

Климовский

I

I

ТРУДЫ

ВЫПУСК 6

ТЕХНОЛОГИЯ СЫРА
Technologia sira

Под редакцией канд. с.-х. наук И. И. КЛИМОВСКОГО



ПИЩЕПРОМИЗДАТ
Москва • 1960

В сборник трудов включены работы по вопросам производства сыра, выполненные институтом в 1956—1958 гг. В нем помещены результаты исследований биохимических и микробиологических процессов, протекающих при выработке и созревании сыра, и дан анализ основных технологических факторов, определяющих видовые особенности сыров с низкими температурами второго нагревания.

Показано значение биологической полноценности молока для развития молочнокислой микрофлоры и влияние сезонных изменений его свойств на культивирование бактериальных заквасок.

Найдены способы устранения прилипания сычужного сгустка к стенкам ванн и механизмам линий. Установлено, что прилипание сгустка связано с электрохимическими свойствами белковых веществ, со знаком и величиной потенциала между стенкой и сычужным сгустком.

Вопросы совершенствования производства плавленых сыров нашли отражение в работах по изысканию новых видов сырья для плавления (сыр типа чеддар) и улучшению консистенции плавленого сыра путем использования новых солей-плавителей (солей натрия триоксиглутаровой кислоты). Обобщены материалы по разработке технологии сыра в порошке.

1386915

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОСТРОМСКОГО И СТЕПНОГО СЫРОВ¹

Канд. с.-х. наук И. И. КЛИМОВСКИЙ

Канд. техн. наук А. А. РОЗАНОВ

Канд. биол. наук М. Р. ГИБШМАН

Производство костромского сыра (под названием сыра гауда) было начато в нашей стране в 70-х годах прошлого столетия [1].

На протяжении длительного периода технология выработки этого сыра изменялась, в связи с чем изменялись и его качественные особенности. А. Н. Королев [2] указывает, что наши «голландские» сыры суше и острее на вкус по сравнению с сырами, вырабатываемыми в Голландии. Причем разница настолько существенна, что их следует рассматривать как самостоятельные виды сыров. Видовые особенности костромского, как и многих других сыров, до сих пор не получили надлежащей характеристики. По действующему ГОСТу требования к костромскому сыру ограничиваются только чистым вкусом и ароматом, свойственным данному виду сыра.

Такая неопределенность требований к качественным показателям костромского сыра приводит, с одной стороны, к тому, что разница между сырами голландской группы, за исключением голландского круглого и ярославского, сводится по существу к различию формы. Однако влияние формы на созревание (скорость остывания, просаливание) невелико, чтобы вызвать резкие различия в свойствах зрелого сыра. С другой стороны, неопределенность требований к качественным показателям отражается на оценке костромского сыра и приводит к произвольным изменениям его технологии.

Еще более неопределенна характеристика степного сыра. Имеются сведения [3], что русский степной сыр впервые вырабатывали в степях Западной Сибири в конце XIX столетия. Позднее такой сыр стали вырабатывать мастера-датчане в Дании.

Технология выработки степного сыра в Дании складывалась под влиянием технологии различных сыров, главным образом голландских. При одинаковых в общем приемах выработки степной сыр получился несколько более мягким и вследствие этого более быстро созревающим, чем голландские сыры. Формовать степной сыр можно было из пласта и наливом, о чем свидетельствует первый стандарт, изданный в 1932 г. В последующий период технология степного сыра еще более сблизилась с технологией голландских сыров и в настоящее время почти не отличается от нее. В соответствии с этим требования к качеству степного сыра оказались одинаковыми с требованиями к костромскому сыру. Степной сыр должен обладать лишь несколько более острым вкусом за счет более крепкой посолки и иметь слегка ломкое при изгибе тесто.

В иностранной литературе [4] русский степной сыр по своим вкусо-

¹ В работе принимали участие младшие научные сотрудники В. Н. Алексеев, Т. В. Тихомирова, К. А. Чекалова, Н. В. Захарова, Н. Н. Белоусова, К. П. Алексеева.

вым свойствам характеризуется как сыр, близкий к тильзиту и лимбургскому.

Видовые особенности сыров складываются в результате биохимических процессов, направление которых определяется микрофлорой сыра и технологическими условиями его производства. Из всего многообразия факторов, определяющих видовые и вкусовые свойства сыра, решающими являются: температура второго нагревания, влажность сыра, состав применяемых заквасок, характер развития молочнокислого процесса, содержание соли и условия созревания сыра.

Влияние влажности сыра на распад белковых веществ изучали многие исследователи. Однако исследования велись без учета содержания в сыре молочного сахара, величины активной кислотности и факторов, влияющих на влажность (продолжительность обработки сырного зерна, температуры второго нагревания). Содержание влаги в сыре не является единственной мерой объема и характера биохимических процессов, которые зависят, кроме того, от количества молочного сахара, содержащегося в водной фазе сыра [5] и особенностей молочнокислого брожения. Повышение влажности сыра сопровождается увеличением содержания молочного сахара и ростом активной кислотности, которая часто является решающей в определении его качества.

Влияние влажности на процесс созревания сыра редко учитывали, это приводило иногда к неверным практическим выводам.

Температура второго нагревания сырного зерна является регулятором объема микробиологических процессов и вместе с тем важным селекционирующим фактором молочнокислой микрофлоры. Ее влияние на распад белковых веществ отмечалось давно. В работах последних лет [6] обращено внимание на ослабление молочнокислого процесса и степень распада параказеина под влиянием повышенной температуры второго нагревания. Тем не менее этот вопрос освещен в литературе недостаточно.

Королев С. А. [7] исследовал влияние температуры второго нагревания на микрофлору двух видов сыра — голландского и швейцарского. Технология этих сыров, кроме температуры второго нагревания, имеет другие существенные различия, и, естественно, указанные исследования не могут дать прямого ответа на роль температуры второго нагревания в пределах голландской группы сыров.

Нет данных о влиянии температуры второго нагревания на бактериальные компоненты закваски, которая применяется в настоящее время в сыроделии.

Повышение температуры второго нагревания существенно отражается на физико-химических свойствах сырной массы, однако исследования в этом направлении единичны. В последние годы сыры голландской группы вырабатывали при высокой температуре второго нагревания, что отражалось на качестве (консистенция их становилась грубой и появлялся пряный вкус, не свойственный сырам этой группы).

Развитие молочнокислого процесса — один из важных факторов видообразования и качества сыра. Но его значение не всегда оценивается достаточно правильно. Каждому виду сыра соответствует характерная для него кривая изменения величины рН. Если максимальная активная кислотность круглого голландского сыра [8] находится в области рН 5,0—5,1, то для сыров, изготовленных при высокой температуре второго нагревания, эта область значительно выше.

Для каждого вида сыра установлена оптимальная концентрация поваренной соли, которая является не только вкусовым веществом, но, вступая во взаимодействие с белковыми веществами сыра, изменяет их гидрофильность и в некоторой степени их мицеллярную структуру. Соль имеет также и биологическое значение, заключающееся в том, что различные расы и штаммы молочнокислых бактерий по-разному реагируют

на повышение концентрации ее, изменяя при этом свою биологическую активность [9].

На качество сыра влияет и температурный режим созревания. Основой биохимического созревания сыра служат ферментативные системы бактериальной массы. Естественно, что с повышением температуры созревания активность ферментов повышается. В этом отношении повышенная температура играет положительную роль, так как ускоряет созревание сыра. Но наряду с этим необходимо отметить, что не для каждого вида сыра высокая температура приемлема, поскольку она приводит к появлению не свойственных для данного вида вкусовых оттенков.

Для большинства сыров, в том числе костромского и степного, перечисленные факторы не были в достаточной мере теоретически обоснованы.

В задачу настоящей работы входит:

более точное определение, по сравнению с существующим, видовых особенностей костромского и степного сыров и установление объективных показателей нормального технологического процесса, который обеспечивал бы высокое качество этих сыров;

изучение влияния условий производства на микробиологические и биохимические процессы и их роли в видообразовании сыров;

теоретическое обоснование основных факторов, определяющих видовые особенности сыров голландской группы.

МЕТОДИКА РАБОТЫ

В 1956 г. на Угличский сырзавод поступало молоко с пониженной кислотностью (16—17°) и слабой способностью к сычужному свертыванию. Показания кружки для сычужной пробы сырого молока колебались от 4 до 15 единиц (в среднем 6,5), но при добавлении 30 г/ц хлористого кальция сычужная активность восстанавливалась до нормальной (2,5 единицы) и обработка зерна в сырной ванне протекала удовлетворительно.

Сыр выработывали в течение всего летнего сезона при следующих условиях. Молоко отбирали из приемной ванны, пастеризовали на пластинчатом пастеризаторе при температуре 72—73°, затем вводили в него 0,4% бактериальной закваски для мелких сыров. Качество закваски постоянно контролировала микробиологическая лаборатория. В каждой серии опытов сыры выработывали одновременно в трех или четырех ваннах, причем во всех случаях использовали одно и то же молоко и одну и ту же закваску.

Молоко обрабатывали в соответствии с заданиями опыта. Самопрессование сыров длилось 30 мин., а прессование — 90—120 мин. с перепрессовкой через 30—50 мин. Давление пресса на головку сыра составляло 0,4—0,5 кг/см².

Продолжительность посолки сыра в рассоле изменяли в зависимости от влажности его после прессования. Температура (9—11°) и концентрация рассола (18—20%) были более или менее постоянными.

Созревание происходило (за исключением сыров со специальным режимом созревания) при следующем температурном режиме: первые 15—20 дней после посолки — при температуре 10—12°, последующие 30—35 дней (до 60-дневного возраста) — при 14—16° и, наконец, до кондиционной зрелости — при 10—12°. Во время созревания сыры периодически по мере появления на их поверхности слизи промывали водой. В возрасте 40—45 дней их парафинировали. Качество готового сыра (в возрасте 2,5 мес.) оценивали органолептически.

Азотистые вещества, фосфор, кальций, а также нерастворимый остаток сыра исследовали по методике, применяемой в химической лаборатории ЦНИИМСа [10, 15]; свободные аминокислоты в сыре определяли по

прописи Бодэ [11] с применением в качестве элюанта этилового спирта вместо метилового, рН — потенциометрически, хингидронным методом, пентозы — по Белозерскому [12].

Микробиологические исследования сыров проводили на разных стадиях их созревания двумя способами:

определяли объем микрофлоры и интенсивность микробиологических процессов путем посева проб сыра на среду из гидролизованного молока с агаром;

изучали состав микрофлоры и биохимические свойства бактерий, выделенных из сыра. При этом определяли продолжительность свертывания молока, кислотообразование, образование летучих кислот, газообразование, протеолитическую активность, морфологию бактериальных клеток, чувствительность их к фагу и наличие фага в сыре.

Химическая часть работы выполнена И. И. Климовским, технологическая — А. А. Розановым и микробиологическая — М. Р. Гибшман.

КОСТРОМСКОЙ СЫР

Температура второго нагревания

В свое время Сорокин [13] рекомендовал вести второе нагревание при 46—48° и кратковременном (2—3 мин.) вымешивании сырного зерна. Эта рекомендация, правда с более длительным вымешиванием зерна, была принята сыродельными заводами. Однако в результате ухудшилась консистенция сыра и вкус его приблизился к вкусу крупных сыров, вырабатываемых при высокой температуре второго нагревания; органолептические свойства костромского сыра, особенно консистенция (твердая, резиновая), также не удовлетворяли потребителей. Поэтому, несмотря на стойкость такого сыра в хранении рекомендовалось температуру второго нагревания понизить до 39—41°.

Температурный режим обработки сырного зерна в ванне существенно влияет на содержание влаги в сыре. Сопряженность указанных факторов (температура и влажность) не всегда учитывалась в исследованиях [6] и поэтому делались не совсем правильные выводы.

Изучение влияния разной температуры второго нагревания на видовые особенности сыра важно провести при условиях сохранения в сыре одинаковой влажности. В наших опытах это достигалось сокращением продолжительности обработки сырного зерна в ванне по мере повышения температуры второго нагревания.

При температуре 40° общая продолжительность обработки сырного зерна составляла в среднем 95 мин. (1 ванна), при температуре 43° — 67 мин. (2 ванна) и при 46° — 61 мин. (3 ванна). Продолжительность обработки сырного зерна до второго нагревания была одинаковой (во всех ваннах) и составляла 35 мин. Диаметр основной массы (85%) сырных зерен около 5 мм. При температуре второго нагревания 46° сырное зерно обладало значительной клейкостью и этим заметно отличалось от зерна, обработанного при температуре 40°. Остальные условия выработки и созревания сыра были одинаковыми. Повторность опытов пятикратная. Характеристика химического состава сыров приведена в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, содержание влаги в сырах после прессования было почти одинаковым, но уже через 10 дней стала заметна разница. Влияние температуры второго нагревания на обезвоживание сырной массы после прессования проявлялось в том, что средняя влажность сыров, обработанных в ванне при повышенной температуре, была несколько ниже. Эта разница становилась особенно заметной в зрелом сыре.

Таблица 1

Показатели	Температура второго нагрева в °С		
	40	43	46
Влага в сыре в %:			
после прессования	41,9	41,7	41,1
через 10 дней	40,5	39,3	38,8
" 75 "	38,2	37,4	36,1
Соль в зрелом сыре в %	2,1	2,2	2,2
Жир в сухом веществе в %	46,2	47,8	45,9

Исследования показывают также, что температура второго нагрева даже при небольших ее изменениях в пределах 3° оказывает существенное влияние на микробиологические процессы в сыре (рис. 1).

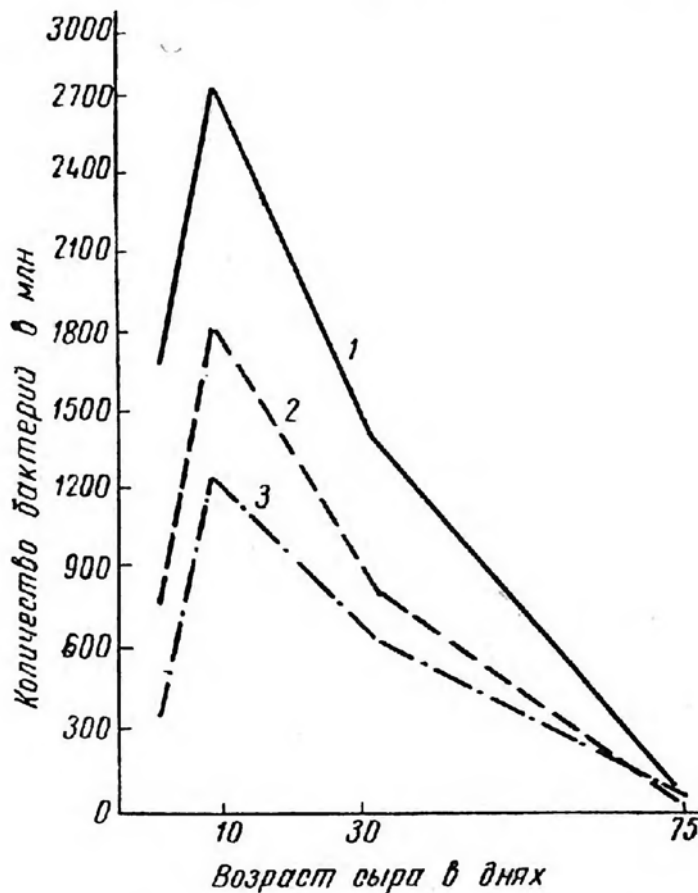


Рис. 1. Влияние температуры второго нагрева на микробиологические процессы при созревании сыра с влажностью 40—43%:

1—температура 40°; 2—температура 43°; 3—температура 46°.

При повышении температуры второго нагрева с 40 до 43° развитие бактерий в сыре после прессования подавлялось, количество их уменьшилось примерно в 2 раза (1785 млн. — 795 млн.), а при повышении температуры на 6° (с 40 до 46°) оно уменьшилось в 5 раз (1783 млн. — 355 млн.). В дальнейшем, при созревании сыра в течение 30 дней, сохранялась разница в объеме микрофлоры: в сырах, изготовленных при температуре второго нагрева 40°, наблюдалось максимальное размножение бактерий, а в сырах, выработанных при температуре 46°, — подавление

ние их развития, что полностью согласовывалось с процессами кислотообразования (табл. 2).

Таблица 2

Возраст сыра в днях	рН сыра, выработанного при температуре второго нагревания в °С		
	40	43	46
После прессования	5,65	5,84	5,95
3	5,20	5,25	5,28
5	5,20	5,23	5,28
10	5,23	5,24	5,28
30	5,30	5,35	5,33
75	5,34	5,39	5,37

Наиболее высокой активной кислотностью отличались сыры, полученные при пониженной температуре второго нагревания (40 и 43°).

В сырах, где развитие бактерий было сильно подавлено при температуре второго нагревания 46°, молочнокислый процесс протекал на более низком уровне. Микробиологические процессы достигали наибольшего развития в первые 10 дней после выработки сыра, и соответственно этому активная кислотность на третьи-пятые сутки была наибольшей.

Существенные изменения в объеме микробиологических процессов при температуре второго нагревания оказали большое влияние на биохимические процессы созревания сыра. Это относится как к общему объему протеолиза белковых веществ, так и к его особенностям, что видно из данных табл. 3 (возраст сыра 75 дней).

Таблица 3

Продукты распада параказеина	Изменение содержания продуктов распада параказеина в сыре в зависимости от температуры второго нагревания в °С		
	40	43	46
Общий азот в г/100 г сыра	4,088	4,068	4,278
Содержание в % к общему азоту:			
азота растворимых белковых веществ	9,53	8,59	5,94
азота полипептидов	3,16	2,72	1,71
азота фильтрата после осаждения полипептидов танином (свободные аминокислоты, амиды и аммиак)	10,34	10,07	8,41
растворимого азота	23,03	21,39	16,06
Группа свободных аминокислот (глутаминовая кислота, лизин, треонин, валин, метионин, лейцин, фенилаланин) в мг %	330	395	464

При повышении температуры второго нагревания на 6° содержание азота растворимых белковых веществ в сыре уменьшается на 3,59% и полипептидов — на 1,45%. В меньшей мере происходит уменьшение азота фильтрата после осаждения полипептидов танином. Считают, что эта фракция азотистых веществ содержит только свободные аминокислоты, амиды и аммиак. На самом деле в этом фильтрате обнаружены и пептиды, не осаждающиеся танином [14]. Если не принимать это во внимание, то можно сделать неправильный вывод о том, что количество

свободных аминокислот при повышении температуры второго нагревания также уменьшается. В действительности же содержание свободных аминокислот при этом увеличивается на 41%.

С повышением температуры второго нагревания не только увеличивается количество свободных аминокислот в зрелом сыре, но изменяется и соотношение их (табл. 4).

Таблица 4

Свободные аминокислоты	Содержание свободных аминокислот в сыре в зависимости от температуры второго нагревания в °С					
	40		43		46	
	мг%	%	мг%	%	мг%	%
Лизин	71,4	21,6	111,0	28,2	114,0	24,8
Глутаминовая	97,0	29,5	128,0	32,4	156,0	33,6
Треонин	15,5	4,7	23,0	5,8	30,3	6,5
Валин + метионин	42,9	13,0	29,0	7,4	61,9	13,4
Лейцин + фенилаланин	103,0	31,2	103,8	26,2	101,5	21,7
	329,8	100	394,8	100	463,7	100

Увеличивается относительное количество глутаминовой кислоты и уменьшается количество лейцина с фенилаланином. В общем составе свободных аминокислот первое место занимает глутаминовая кислота, второе — лизин, третье — лейцин с фенилаланином; треонин содержится в небольшом количестве. Согласно исследованиям ряда авторов, глутаминовая кислота относится к компонентам вкуса швейцарского сыра [15]. Таким образом, повышенное содержание глутаминовой кислоты в костромском сыре может способствовать возникновению в нем оттенков вкуса, характерных для сыров, выработанных при высокой температуре второго нагревания.

Известно, что некоторые виды микроорганизмов вызывают горечь в сыре [16]. Но вместе с тем известно, что образованию горечи способствуют: высокое содержание в сырах влаги, низкое содержание соли, повышенная кислотность, малоактивные закваски, выдержка сыров при низкой температуре. По литературным данным [17], горечь обусловлена содержанием в сыре определенных видов полипептидов. В наших опытах горечь появлялась в сырах с высокой влажностью и повышенной кислотностью; количество промежуточных продуктов распада белковых веществ в них было наиболее высоким.

Температура второго нагревания, определяя ход микробиологических и биохимических процессов при созревании сыра, оказала значительное влияние на его органолептические свойства.

В сырах с температурой второго нагревания 40°, где микробиологические процессы получали наибольшее развитие и активная кислотность была самой высокой, чаще отмечались нежелательные привкусы: слабо кисловатый и горьковатый и иногда слегка нечистый (средний балл 39). Но консистенция сыра была преимущественно хорошей (средний балл 23,8).

Вкус сыров, изготовленных при температуре второго нагревания 46°, был лучшим, чем сыров предыдущего варианта, но в них чаще ощущался пряный привкус, свойственный сырам с высокой температурой второго нагревания (средний балл 39,4). Самым большим дефектом этих сыров была грубая консистенция (средний балл 22,6), что обуславливалось малым объемом распада параказеина и в некоторой степени — пониженной влажностью зрелого сыра (на 2%), хотя средняя влажность его после прессования была почти одинаковой во всех сырах.

Более высокую оценку получили сыры, выработанные при температуре второго нагревания 43°. Они имели хороший вкус и запах и некоторые слабую кислотность (средний балл 40,4). По консистенции они заняли среднее положение (средний балл 23). Общая балловая оценка сыров, выработанных при температуре второго нагревания 40°, составляла 91,8, при температуре 43° — 92,4 и при 4° — 90,6 балла.

Таким образом, влияние температуры второго нагревания на формирование видовых особенностей костромского сыра выразилось в следующем.

1. С повышением температуры второго нагревания сырного зерна: а) резко подавляется развитие молочнокислой микрофлоры, снижается содержание влаги в сыре; молочнокислый процесс протекает на более низком уровне на всем протяжении выработки сыра;

б) объем продуктов распада параказеина уменьшается, но количество свободных аминокислот увеличивается; при этом изменяется также и количественное соотношение аминокислот (преобладает глутаминовая кислота — компонент, участвующий в образовании специфического вкусового оттенка в сырах с высокими температурами второго нагревания);

2. При втором нагревании сырного зерна до температуры 40° сыр получается с хорошей консистенцией, но во вкусе отмечается тенденция к появлению нечистого, кислотного и горьковатого привкусов, что снижает его качество.

3. При температуре второго нагревания 43° получается сыр с хорошим вкусом и ароматом, но удовлетворительной консистенции.

4. Температура второго нагревания 46° приводит к получению сыра с грубой консистенцией. При этом во вкусе появляется оттенок пряности, несвойственный данному виду сыра. Учитывая, что при нагревании сырного зерна свыше 43° ухудшается консистенция сыра и его вкус, применение температур второго нагревания свыше 43° должно быть исключено.

Влажность сыра

Влажность сыра является показателем содержания в свежей сырной массе остаточной сыворотки.

В зависимости от вида вырабатываемого сыра свежая сырная масса должна содержать то или иное количество сыворотки. Для большинства сыров, в том числе и костромского, пределы колебания влажности не установлены.

Опыты по изучению влажности сыра как фактора видообразования проводились нами в следующем порядке:

однородное молоко разливали в три ванны. Путем изменения длительности обработки сырного зерна мы получали сыры с содержанием влаги после прессования 38—40%, 40—43% и 43—46%. Второе нагревание сырного зерна во всех ваннах реди при температуре 40°, продолжительность обработки его до второго нагревания была одинаковой (33 мин.). Общая продолжительность обработки сырного зерна в первой ванне составляла 140 мин., во второй — 100 мин. и третьей — 59 мин. Кислотность сыворотки к концу обработки в первой ванне повышалась на 2,3°, во второй — на 1° и третьей — на 0,3°. Посолка сыра, полученного из первой ванны, продолжалась 6,5 суток, из второй — 5,5 и из третьей — 4,5 суток. Повторность опытов шестикратная.

Химические показатели сыров, выработанных в этих условиях, приведены в табл. 5.

Содержание в сыре влаги около 40% являлось предельной величиной обезвоживания при данных условиях опыта (свойства молока, активная кислотность, температура сырного зерна при втором нагревании 40° и др.).

Таблица 5

Объект исследования и показатели	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
Сыр после прессования:			
влажность в %	40,1	41,3	45,0
активная кислотность (рН)	5,56	5,61	5,68
молочный сахар в %	0,74	0,89	1,16
концентрация молочного сахара в водной фазе в %	1,45	2,16	2,58
Сыр зрелый:			
влажность в %	36,6	38,1	40,6
содержание соли в %	2,1	2,3	2,3
жир в сухом веществе в %	47,8	48,5	47,4

При увеличении длительности обработки сырного зерна в первой ванне до 140 мин. достигалась более высокая степень обезвоживания его, а следовательно, более полное удаление бродильного материала.

Сопоставление данных по концентрации молочного сахара в водной фазе сыров после прессования (табл. 5) показывает, что в сыре, полученном из первой ванны, она ниже, чем в других. Это свидетельствует о том, что при удлинении срока обработки сырного зерна повышается степень сбраживания молочного сахара. Действительно, активная кислотность в сыре, полученном из первой ванны, после прессования была выше, чем в остальных (величина рН ниже на 0,12) и количество бактерий в нем также было несколько выше (рис. 2). Однако во время созревания сыров главным действующим фактором являлась уже их влажность. Она оказывала регулирующее влияние на объем микробиологических процессов и нарастание кислотности.

Микробиологические процессы и соответственно молочнокислый процесс в сыре с пониженной влажностью (ванна 1) развивались на более низком уровне (табл. 6).

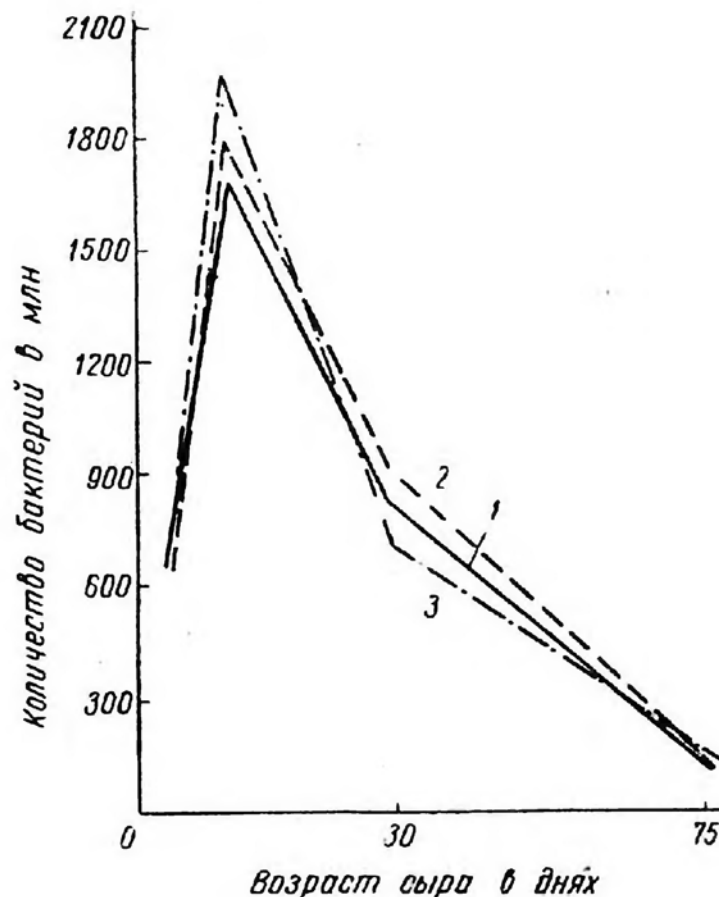


Рис. 2. Влияние влажности сыра после прессования на микробиологические процессы:
1—влажность сыра 40,1%; 2—41,3%; 3—45%.

Таблица 6

Возраст сыра в днях	Величина рН сыра после прессования при влажности в %		
	40,1	41,3	45,0
После прессования . . .	5,56	5,61	5,68
3	5,30	5,28	5,21
5	5,20	5,17	5,14
10	5,21	5,21	5,13
30	5,29	5,26	5,21
75	5,35	5,34	5,26

С повышением влажности сыра до 45% объем микрофлоры увеличился и соответственно на 3—10-й день возрастала его активная кислотность (рН 5,21—5,13); которая оставалась более высокой и на всех стадиях созревания сыра.

Результаты изучения распада белковых веществ сыра в зависимости от его влажности, регулируемой различной продолжительностью обработки сырного зерна, приведены в табл. 7 (возраст сыра 75 дней).

Таблица 7

Продукты распада параказина	Влажность сыра в %		
	40,1	41,3	45,0
Общий азот в г/100 г сыра	4,301	4,097	3,988
Содержание в % к общему азоту:			
азота растворимых белковых веществ	7,60	7,47	7,77
азота полипептидов	3,20	3,23	3,40
азота фильтрата после осаждения полипептидов танином	7,97	7,72	8,25
азота растворимого (общее количество)	18,78	18,42	19,41
Группа свободных аминокислот в мг % .	544	368	462

Несмотря на то что влажность сыров в первой и третьей ваннах значительно отличалась (40,1% и 45,0%), разница в количестве растворимых белковых веществ и полипептидов не превышает десятых долей процента к общему содержанию в них азота. Но обнаружены некоторые различия в содержании свободных аминокислот (табл. 8). В зрелом сыре из первой ванны (влажность 40%) свободных аминокислот было на 15% больше, чем в сыре из третьей ванны. Однако относительное их содержание сохранилось почти постоянным в противоположность тому, что наблюдалось при изменении температуры второго нагревания, которая влияла на состав свободных аминокислот.

Несмотря на меньший объем микрофлоры в сырах с 40%-ной влажностью, их зрелость (18,8% растворимого азота) мало отличалась от зрелости сыров с высокой влажностью (45%) и повышенным объемом микрофлоры (19,4% растворимого азота, см. табл. 7).

Наиболее вероятной причиной этого явления служит различный уровень активной кислотности и, как следствие, различная активность ферментов при созревании сыра, хотя при этом не исключены и другие причины, связанные с различной продолжительностью обработки сырного зерна.

Свободные аминокислоты	Содержание свободных аминокислот в зависимости от влажности сыра в %					
	40,1		41,3		45,0	
	мг %	%	мг %	%	мг %	%
Аргинин + аспарагиновая	83,0	15,3	39,2	10,6	55,0	11,9
Лизин	104,8	19,3	75,9	20,7	104,0	22,5
Глутаминовая	137,0	25,2	98,5	26,8	118,2	25,6
Серин + гликокол . . .	22,4	4,1	14,1	3,8	15,8	3,4
Гистидин	19,1	3,5	15,6	4,2	15,5	3,3
Треонин	22,2	4,1	15,6	4,2	18,8	4,0
Валин + метионин	41,6	7,6	26,8	7,3	38,2	8,4
Лейцин + фенилаланин .	113,6	20,9	82,2	22,4	96,7	20,9
	543,7	100	367,9	100	462,2	100

При пониженной начальной влажности сыра (39—40%) отмечался хороший или удовлетворительный вкус со слегка сладковатым оттенком (средний балл 39,7). Рисунок сыра нормальный, но редкий (средний балл 9,0). Консистенция обычно удовлетворительная, но возможны случаи получения сыра с плотной консистенцией (средний балл 23,3). Это наблюдается при влажности сыра после прессования менее 40%.

При средней влажности (41—42%) вкусовые свойства несколько ослабляются. В некоторых образцах отмечается слегка кисловатый привкус, но он не излишний для данного вида сыра и не обесценивает его качества (средний балл 39,2). Консистенция сыра заметно улучшается (средний балл 23,5), но рисунок становится неравномерным (средний балл 8,5).

При повышении влажности до 44—47% качество сыра ухудшается. Сыры имеют кислый или кисловатый привкус, а нередко и горьковатый (средний балл 38,7). Более заметно ухудшается рисунок, наряду с неравномерным появляется щелевидный. Улучшается лишь консистенция сыра, но это не компенсирует ухудшение других свойств, и общая оценка качества его понижается.

Следует обратить внимание на условия возникновения щелевидного рисунка. Он появляется в группе сыров с повышенной концентрацией молочного сахара в водной фазе сыра после прессования (2,3—3,0%) и более высокой активной кислотностью на последующих стадиях его созревания.

Таким образом, влияние влажности сыра после прессования на процессы созревания и видовые особенности костромского сыра проявлялось в следующем.

1. С повышением влажности увеличивается общий объем микрофлоры и уровень активной кислотности на всем протяжении созревания сыра. Поэтому, несмотря на более низкий объем микрофлоры в сырах с меньшей влажностью, последние мало отличались по степени зрелости от сыров с большей влажностью (18,8 и 19,4% растворимого азота к общему).

2. С понижением начальной влажности сыра до 40% путем удлинения срока обработки сырного зерна в ванне улучшается вкус сыра, но ухудшается его консистенция.

3. С повышением начальной влажности сыра до 44—47%, получаемой путем сокращения продолжительности обработки сырного зерна в ванне, ухудшается вкус сыра, но улучшается его консистенция;

появляется слегка горьковатый привкус, а в сырах с более высокой влажностью—кислый и кислотный привкусы. Консистенция сыра с повышением влажности улучшается.

Однако ни один из испытанных вариантов не может быть признан оптимальным, так как повышение влажности путем понижения температуры второго нагревания до 40° и сокращения продолжительности обработки зерна в ванне хотя и ведет к улучшению консистенции сыра, но сопровождается появлением тенденции к ухудшению его вкусовых свойств.

В степени обезвоживания сырной массы существует естественный предел, зависящий от свойств молока, кислотности и температуры второго нагревания. В наших опытах при температуре 40° и рН сырной массы 5,6 эта «предельная» граница обезвоживания находилась в пределах около 40% влажности сырной массы.

Повышение влажности в сыре после прессования и концентрации молочного сахара в его водной фазе способствует появлению щелевидного рисунка в сыре — предшественника «самокола».

Совместное действие второго нагревания и влажности сыра

Обезвоживание сырной массы достигается совместным воздействием на нее второго нагревания и обработки сырного зерна. Первый вариант данной серии опытов (ванна первая) отражает часто встречающиеся в практике случаи, когда повышенная температура второго нагревания при длительной обработке сырного зерна приводит к значительному обезвоживанию сыра; третий вариант (ванна третья) обеспечивает получение сыра с нежной консистенцией (высокой влажностью) в условиях низкой температуры второго нагревания.

В этой серии опытов подготовка молока проводилась в том же порядке, что и в предыдущих. Продолжительность обработки сырного зерна в первой ванне составляла 118 мин. при температуре второго нагревания 46°, во второй — 75 мин. при 43° и в третьей — 65 мин. при 40°. Посолка сыра из первой ванны длилась 7 суток, из второй 6 и из третьей — 5,5 суток.

Химические показатели сыра после прессования и зрелого приведены в табл. 9.

Таблица 9

Показатели	Варианты опыта		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
Сыр после прессования:			
влага в %	38,8	41,9	44,7
молочный сахар в %	0,93	1,03	1,06
концентрация молочного сахара в водной фазе в %	2,40	2,47	2,37
Сыр зрелый:			
влага в %	35,2	37,4	40,8
соль в %	1,9	2,2	2,4
жир в сухом веществе в %	47,7	47,1	47,5

При температуре второго нагревания 46° и обработке сырного зерна в течение 118 мин. происходило значительное обезвоживание (влажность сыра после прессования 38,8%).

С понижением температуры второго нагревания и сокращением длительности обработки влажность сыров после прессования повышалась (из второй ванны до 41,9%, из третьей — до 44,7%).

С повышением влажности увеличивалось в сыре количество молочного сахара, однако его концентрация в водной фазе находилась почти на одном уровне во всех сырах, несмотря на более длительную обработку сырного зерна в первой ванне. Это объясняется тем, что высокая температура действовала подавляюще на развитие бактерий, вследствие чего замедлилось сбраживание молочного сахара.

Наибольшего объема микробиологические процессы достигли в сырах, выработанных при пониженной температуре второго нагревания (40°), и большей влажностью (рис. 3 и табл. 10).

Повышение температуры до 43° подавляло развитие бактерий примерно в 2 раза. Однако уровень микробиологических процессов в этих сырах был все еще достаточно высоким (913—1774—705 млн.) Резкое торможение развития микрофлоры наблюдалось при повышении температуры второго нагревания до 46° и понижении влажности сыра до 38,8%.

Сопоставление данных, показанных на рис. 1 (влияние темпе-

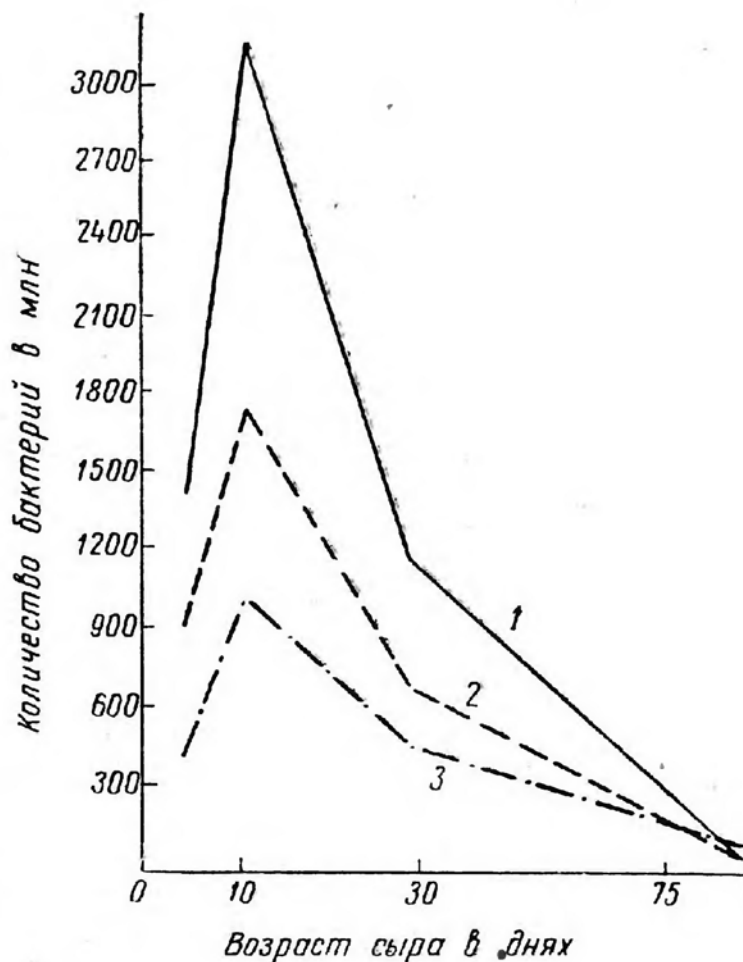


Рис. 3. Совместное влияние температуры второго нагревания и влажности сыра на микробиологические процессы при его созревании:

1—температура 40°, влажность 43—46%; 2—температура 43°, влажность 40—43%; 3—температура 46°, влажность 39—40%.

Таблица 10

Варианты опытов		После прессования			Через 10 дней общее количество бактерий (в млн.)	Через 30 дней			Через 75 дней		
температура второго нагревания в °С	влажность сыра после прессования в %	общее количество бактерий (в млн.)		отношение количества бактерий по посеву и непосредственному подсчету		общее количество бактерий (в млн.)		отношение количества бактерий по посеву и непосредственному подсчету	общее количество бактерий (в млн.)		отношение количества бактерий по посеву и непосредственному подсчету
		по посеву	непосредственный подсчет			посев	непосредственный подсчет		посев	непосредственный подсчет	
46	38,8	453,4	2028	1:4,9	1044	461,5	2421	1:5	102,2	2034	1:20
43	41,9	918,2	1819	1:2	1774	705,5	3493	1:4,9	74,12	2372	1:32
40	43,8	1450,2	2641	1:1,8	3248,6	1198,8	3595	1:3	77,16	2550	1:33

ратур второго нагревания на развитие бактерий при одинаковой влажности сыра после прессования) и на рис. 3 (влияние температур второго нагревания и влажности), позволяет отметить большое сходство в развитии микробиологических процессов, хотя сыры различались по влажности и продолжительности обработки сырного зерна.

Так, в первой серии опытов (рис. 1) продолжительность обработки зерна при 46° в 2 раза меньше, чем в данной серии (54 и 118 мин.), и влажность 41,1 и 38,8%, однако подавление развития бактерий было почти одинаковым (в сыре после прессования 355—453 млн. и через 10 дней — 1263—1198 млн.).

При выработке сыра продолжительность обработки всегда сочетается с температурой второго нагревания и влажностью сыра, которые оказывают существенное влияние на микробиологические процессы. Объем микрофлоры в сыре мало зависит от температуры созревания; наиболее интенсивно микробиологические процессы протекают в первые 10 дней его созревания (при выработке, прессовании и посолке), а после израсходования молочного сахара они идут уже на убыль.

Таким образом, главным регулятором объема микробиологических процессов в производстве сыра является температура второго нагревания, а вторым по значимости регулятором — влажность сыра после прессования.

Сопоставление данных (табл. 10), полученных при непосредственном подсчете, с содержанием бактерий при посеве сыра на твердую среду позволило отметить быстроту автолиза бактериальных клеток.

В сырах всех трех вариантов автолиз происходил активно в течение 30 дней и постепенно замедлялся с возрастом сыра, что объясняется, по-видимому, накоплением продуктов распада и «консервированием» клеток.

С целью выявления селекционирующего действия указанных факторов было проведено детальное изучение микрофлоры закваски и сыра. При исследовании микрофлоры закваски выявлено, что около 60% всех бактерий составляли *Str. lactis*, 39,5% — *Str. diacetylactis* и 0,5% — *Str. paracitrovorus*; молочнокислые палочки при посевах не были обнаружены. Преобладающее большинство (87,5%) штаммов в закваске оказалось энергичными кислотообразователями (при температуре 30° через 48 час., кислотность составляла 90—118° Т); а остальные были более слабыми (кислотность 80—89° Т и ниже).

Результаты исследований, характеризующие состав микрофлоры и биохимическую активность штаммов, выделенных из сыра, представлены на рис. 4.

Температура второго нагревания является главным фактором, который не только регулирует объем микробиологических процессов, но и селекционирует микрофлору сыра. Изменение температуры нагревания на 6° и влажности сыра на 5% оказывает сильное воздействие в первую очередь на развитие ароматосбразующих стрептококков типа *Str. diacetylactis* и молочнокислых палочек.

Первой отличительной особенностью сыров, выработанных при температуре второго нагревания 46° (с влажностью 38,8%), являлось активное развитие молочнокислых палочек с самого начала процесса, в результате чего количество их после прессования составляло 16,6% от всей микрофлоры сыра. В дальнейшем, в процессе созревания сыра с температурой второго нагревания 46°, содержание молочнокислых палочек еще более увеличивалось и достигло через 30 дней 52,5%, а через 75 дней — 72% всей микрофлоры.

Второй особенностью являлось подавление развития ароматообразующих стрептококков типа *Str. diacetylactis*. Они составляли только 12,5% от всей микрофлоры, тогда как в закваске их было около 40%.

Количество ароматообразующих *Str. diacetylactis* и *Str. paracitrovorus* на всем протяжении созревания сыра находилось на низком уровне.

Понижение температуры второго нагревания только на 3°, а тем более на 6° и соответственно повышение влажности сыра до 41,9 и 43,8% вызвало резкие изменения в составе микрофлоры сыра.

В сырах, выработанных при более низкой температуре второго нагревания (43 и 40°) весьма активно развивались ароматообразующие бактерии *Str. diacetylactis*. Количество их в сыре после прессования и через 30 дней составляло 49—43% всей микрофлоры и было более высоким,

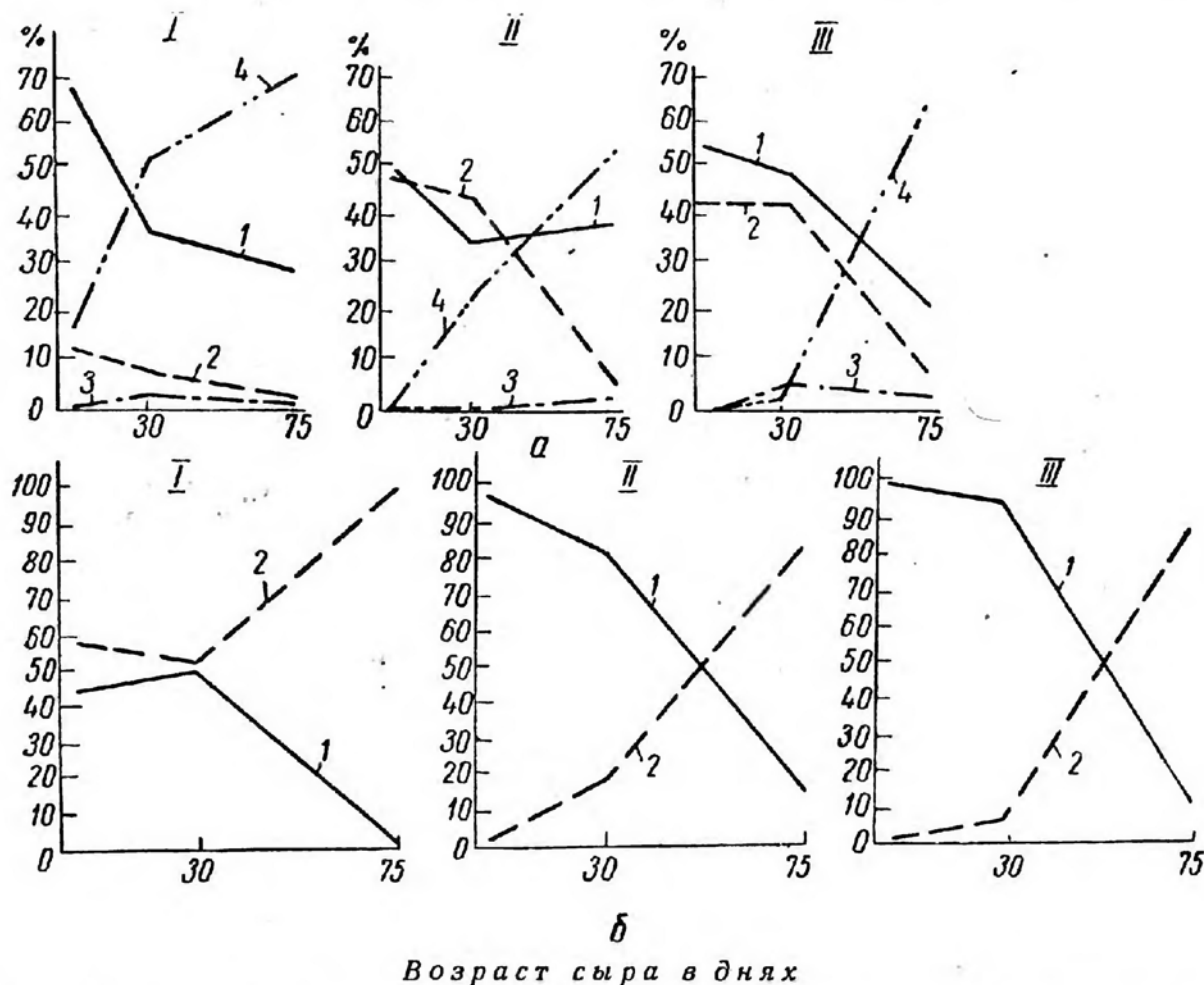


Рис. 4. Совместное влияние температуры второго нагревания и влажности сыра на состав микрофлоры (в %) и ее активность:

а—изменение состава микрофлоры: 1—*Str. lactis*; 2—*Str. diacetylactis*; 3—*Str. paracitrovorus*; 4—палочки; б—изменение активности микрофлоры: 1—кислотность сыра от 90° и выше; 2—кислотность менее 90°. I—температура 46°, влажность 38,8%; II—температура 43°, влажность 41,9%; III—температура 40°, влажность 43,8%.

чем в производственной закваске (40%), но к концу созревания, через 75 дней, наблюдалось значительное их вымирание, причем более сильное в сырах с температурой второго нагревания 43°. Количество *Str. paracitrovorus* и в этих сырах было ничтожным (0,7—2,7%).

В этих сырах в первые 30 дней происходило менее интенсивное развитие молочнокислых палочек. В сырах, выработанных при температуре второго нагревания 43° (с влажностью 41,9%), развитие палочек протекало несколько активнее: количество их после прессования составляло 0,7%, а через 30 дней—20% всей микрофлоры. Тогда как в сырах при температуре второго нагревания 40° (с влажностью 43,8%) палочек после прессования не было, а через 30 дней количество их все еще было незначительным — 3,5%.

Правда, к концу созревания сыров количество молочнокислых палочек почти достигло уровня, отмеченного в сырах с температурой второго нагревания 46° (рис. 5).

В сырах с температурой второго нагревания 46° (влажность 38,8%) развитие молочнокислых палочек, энергичных по кислотообразованию ($128-180^{\circ}$), было наиболее интенсивным. В сыре после прессования они составляли 16,6%, а через 30 дней содержание их увеличивалось до 38% от всей микрофлоры, но в 75-дневных сырах этих палочек уже не было.

В сырах с температурой второго нагревания 43° количество молочнокислых палочек — энергичных кислотообразователей — было значительно меньшим: после прессования 0,7%, а через 30 дней 20%. Наименьшее количество их было в сырах с температурой второго нагревания 40° : в сырах после прессования их не было, а через 75 дней они составляли всего 3% от всей микрофлоры.

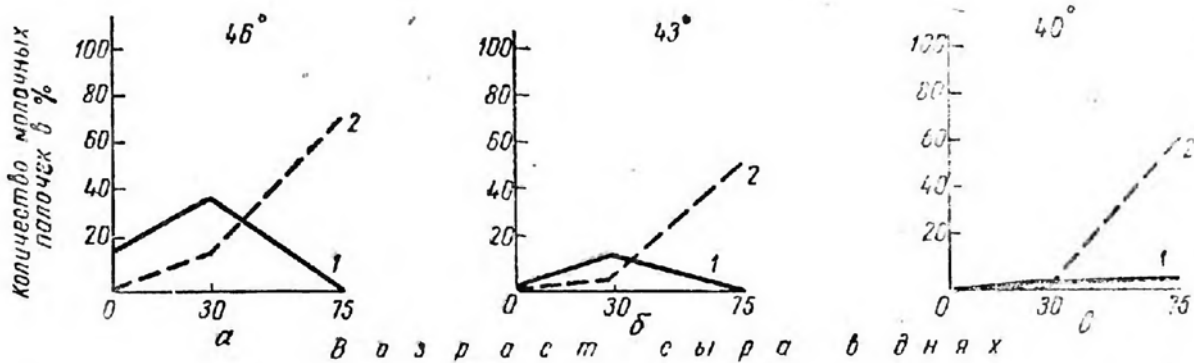


Рис. 5. Совместное влияние температуры второго нагревания и влажности сыра на изменение состава молочнокислых палочек в сыре:

а—при температуре 46° ; б—при температуре 43° ; в—при температуре 40° . 1—палочки энергичные кислотообразователи ($128-180^{\circ}$), по морфологии сходны с *Thermobact. helveticum*; 2—палочки слабые кислотообразователи ($24-102^{\circ}$), по морфологии мелкие, очень тонкие.

Молочнокислые палочки, являющиеся слабыми кислотообразователями ($28-50^{\circ}$), мы обнаружили в сыре только через 30 дней.

Однако и в этом случае наибольшее количество их (14,5%) наблюдалось в сырах, выработанных при температуре второго нагревания 46° , пониженное (5%) — при температуре второго нагревания 43° и самое низкое (2,5%) — при 40° . В дальнейшем, к концу созревания сыров всех трех вариантов, наблюдается сходство в развитии молочнокислых палочек со слабой способностью к кислотообразованию: количество их через 75 дней достигло соответственно температуре второго нагревания 73, 59 и 67%. Следовательно, увеличение количества молочнокислых палочек к концу созревания всех сыров, независимо от температуры второго нагревания и влажности, происходило за счет палочек со слабой способностью к кислотсобразованию. Появление их связано с развитием остаточной микрофлоры пастеризованного молока.

В результате проведенных исследований установлено также, что температура второго нагревания и влажность сыра являются сильными регуляторами не только количества и состава микрофлоры при созревании сыра, но и ферментативной деятельности микробов.

В сырах, изготовленных при температуре второго нагревания 46° , с низкой влажностью, уже после прессования микрофлора сыра была представлена преимущественно молочнокислыми бактериями с подавленной способностью к кислотообразованию, хотя в состав закваски, которую применяли для выработки этого сыра, входило 87,5% штаммов с сильной способностью к кислотообразованию (см. рис. 4).

Наоборот, сыры с более высокой влажностью, выработанные при более низкой температуре второго нагревания (43 и 40°) отличались очень высоким содержанием молочнокислых бактерий, энергичных по кислотообразованию (после прессования 95—97%, а через 30 дней хранения 80—82%), причем количество их было выше, чем в исходной закваске.

Это свидетельствует, что сыр является средой весьма благоприятной для жизнедеятельности бактерий. В результате можно сделать заключение, что при температуре второго нагревания 43°, хотя и наблюдается некоторое подавление микробиологических процессов, но ферментативная активность бактерий сохраняется полностью.

При изучении протеолитической активности молочнокислых бактерий, выделенных из сыров на разных стадиях их созревания, выявлено, что молочнокислые палочки и стрептококки, обладавшие более высокой способностью к кислотообразованию, одновременно являлись и более активными по протеолизу.

Например, у молочнокислых палочек — энергичных кислотообразователей (128—180° T через 48 часов) — отмечена полная корреляция между силой кислотообразования и протеолиза. Эти штаммы обладали наибольшей протеолитической активностью.

Среди молочнокислых палочек слабых кислотообразователей примерно 75% штаммов оказались сильными по протеолитической активности и только 25% — совсем слабыми в этом отношении.

У молочнокислых стрептококков, выделенных из сыра (как *Str. lactis*, так и *Str. diacetylactis*), отмечалась большая степень совпадения между способностью к кислотообразованию и протеолизу. Наибольшая протеолитическая активность в молоке у молочнокислых палочек выражалась числом 30 (алкалометрический метод), а у стрептококков — 10—13.

В процессе созревания сыров биохимические свойства культур изменялись. Ароматообразующие стрептококки, выделенные из сыров после прессования, обладали довольно высокой способностью к продуцированию летучих кислот и одновременно они образовывали углекислый газ. В сырах через 30 и 75 дней культуры продуцировали меньше летучих кислот и многие из них утрачивали способность к газообразованию.

Ни в одном случае в исследованных сырах мы не обнаружили бактериофага. Все штаммы (4800), выделенные из сыра, за редким исключением, были фагорезистентными.

Изменение активной кислотности при созревании сыра соответствует протекающим в нем микробиологическим процессам и последующим биохимическим изменениям сырной массы (табл. 11).

Таблица 11

Возраст сыра в днях	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
После прессования	5,77	5,78	5,69
3	5,27	5,18	5,07
5	5,28	5,25	5,15
10	5,32	5,25	5,16
30	5,38	5,32	5,25
75	5,48	5,40	5,26

С увеличением влажности и понижением температуры второго нагревания повышается активная кислотность сыра, которая достигает максимальной величины через 3 дня после прессования. В этих сырах она находится на более высоком уровне до конца их созревания, что является одним из факторов, действующих на биохимические процессы распада параказеина (табл. 12).

Таблица 12

Продукты распада параказеина	Возраст сыра в днях	Температура второго нагревания в °С		
		46	43	40
Общий азот в г/100 г сыра . .	{ 30	4,281	4,138	3,935
	{ 75	4,428	4,173	4,017
Содержание в % к общему азоту:				
азота растворимых белковых веществ	{ 30	4,56	7,17	10,32
	{ 75	5,72	8,28	9,45
азота полипептидов	{ 30	1,24	1,38	1,68
	{ 75	1,63	2,33	2,71
азота фильтрата после осаждения полипептидов танином (свободные аминокислоты, амиды, аммиак)	{ 30	4,05	4,45	5,03
	{ 75	8,30	8,74	9,58
азота растворимого (общее количество)	{ 30	9,85	13,0	17,03
	{ 75	15,65	19,35	21,74
Группа свободных аминокислот в мг %	75	741,0	493,7	486,4

Количество азота растворимых белковых веществ и полипептидов уменьшается с понижением влажности сыра и повышением температуры второго нагревания. Разница в количестве азота растворимых белковых веществ в сырах, полученных из первой и третьей ванн, составляла 3,73% к общему азоту и полипептидов — 1,08%.

При сравнении содержания азота в фракциях сыров, выработанных в условиях одинаковой температуры второго нагревания и отличающихся по влажности, можно заметить, что разница для растворимых белковых веществ составляет только 0,17% и полипептидов — 0,20%. Следовательно, влияние температуры на подавление развития молочнокислой микрофлоры при выработке сыра явилось решающим в определении интенсивности протеолиза параказеина.

Температура второго нагревания и связанная с ней влажность сыра оказали влияние на общий объем распада белковых веществ и усилили биохимические процессы образования свободных аминокислот (табл. 13).

Таблица 13

Свободные аминокислоты	Температура второго нагревания в °С					
	46		43		40	
	мг%	%	мг%	%	мг%	%
Лизин	214,5	28,9	131,7	26,7	127,3	26,2
Глутаминовая	256,0	34,6	163,7	33,2	135,8	27,9
Треонин	34,4	4,7	26,2	5,3	27,8	5,7
Валин + метионин	102,4	13,8	64,1	13,0	61,0	12,6
Лейцин + фенилаланин	133,7	18,0	108,0	21,8	134,5	27,6
Итого	741,0	100	493,7	100	486,4	100

В сырах, выработанных при температуре второго нагревания 46°, влажностью 38,8% содержится на 52% больше свободных аминокислот, чем в сырах, выработанных при температуре второго нагревания 40° влажностью 44,7%. С повышением температуры второго нагревания увеличивается относительное количество глутаминовой кислоты и уменьшается сумма лейцина и фенилаланина. Это характерно для всех опытов, в которых изменялась температура второго нагревания.

Состав обезжиренного нерастворимого остатка сыров, выработанных при различных температурах второго нагревания, также изменяется (табл. 14).

Т а б л и ц а 14

Составные части нерастворимого остатка сыра	Возраст сыра в днях	Температура второго нагревания в °С	
		46	40
		%	%
Общий азот	{ 30	11,748	11,932
	{ 75	11,913	11,968
Азот параказеина	{ 30	11,021	10,997
	{ 75	11,385	10,878

В сырах с низкой влажностью, полученных при высокой температуре второго нагревания, нерастворимый остаток через 30 дней созревания сыра на 93,8% состоит из параказеина и через 75 дней — на 95,6%. В данном случае уменьшается количество промежуточных продуктов распада параказеина, которые входят в состав нерастворимого остатка, за счет чего повышается относительное содержание параказеина. В сырах с высокой влажностью, полученных при низкой температуре второго нагревания, содержание параказеина соответственно равно 92,2 и 90,9%, т. е. его содержание уменьшается вследствие увеличения нерастворимых продуктов его распада. Характер изменения состава нерастворимого остатка влияет на увеличение аминокислот в водной фазе сыра (см. табл. 13).

С увеличением влажности сыра содержание неорганического фосфора в его водной фазе увеличивается, а в нерастворимом остатке — уменьшается (табл. 15).

Та же закономерность наблюдается и в содержании кальция. Основная масса кальция и неорганического фосфора находится в нерастворимом остатке сыра. Относительное содержание их в водной фазе с повышением влажности сыра увеличивается, а в нерастворимом остатке уменьшается. Это явление объясняется величиной активной кислотности и более интенсивным распадом фосфорнокальциевого комплекса параказеина при созревании влажных сыров. Общее же количество этих неорганических компонентов с повышением влажности уменьшается, так как оно больше зависит от концентрации параказеина, чем от количества влаги.

В водной фазе на единицу фосфора приходится больше кальция, чем в нерастворимом остатке. Причем это отношение в более влажных сырах находится на менее высоком уровне, что обусловлено их активной кислотностью. Судя по составу неорганического фосфорнокальциевого соединения нерастворимого остатка, можно сказать, что фосфорнокальциевый компонент параказеина состоит преимущественно из фосфорнокальциевой соли. В составе же водной фазы сыра наряду с фосфатами содержатся значительные количества других кальциевых солей.

Таблица 15

Компоненты	Содержание фосфора и кальция в зрелом сыре ¹ , выработанном при различной температуре второго нагревания			
	40°		46°	
	мг %	относительное количество в %	мг %	относительное количество в %
Неорганический фосфор:				
в водной фазе	127	32,2	106	25,8
в нерастворимом остатке сыра	268	67,8	304	74,2
Всего	395	100	410	100
Кальция				
в водной фазе	397	43,0	353	35,8
в нерастворимом остатке сыра	527	57,0	631	64,2
Всего	924	100	984	100

¹ Влажность сыра после прессования при температуре 40° равнялась 44,7%, при температуре 46°—38,8%.

Решающую роль в биохимических процессах созревания сыра играют бактериальные ферменты, выделяемые микроорганизмами как во время их жизнедеятельности, так и при автолизе клетки. Эти процессы не ограничиваются только явлениями протеолиза белковых веществ, так как применением протеаз животного происхождения легко можно достигнуть высокой степени распада параказеина, но нельзя получить типичного вкуса сыра.

При созревании сыра происходят окислительно-восстановительные процессы, тесно связанные с деятельностью анаэробных дегидраз. Выделение свободной углекислоты и аммиака является следствием окислительно-восстановительного процесса, сопровождающегося дезаминированием и декарбоксилированием азотистых соединений сыра.

В анаэробных условиях дегидразы способны восстанавливать метиленовую синь, причем скорость обесцвечивания пропорциональна активности этих ферментов.

На протяжении всего процесса созревания сыра активность дегидраз уменьшается, причем наиболее интенсивно в сырах с более высокой температурой второго нагревания (табл. 16).

Таблица 16

Возраст сыра в днях	Активность дегидраз (в мин. обесцвечивания метилсеновой сини) в сыре, полученном при разной температуре второго нагревания		
	40°	43°	46°
3	6	6	6
10	11	11	11
30	29	32	37
75	32	37	46
120	30	70	90
135	60	60	150

Скорость обесцвечивания метиленовой сини анаэробными дегидразами определяется ферментативной активностью как живых бактерий, так и автолизированных. Как показали микробиологические исследования, в сырах с повышенной влажностью (температура второго нагревания 40°) физиологическая активность микрофлоры сохраняется дольше, чем в сырах с пониженной влажностью (температура второго нагревания 46°). На основании этого можно предполагать, что разница между дегидразной активностью сыров с повышенной и пониженной температурой второго нагревания объясняется ферментативной активностью живых клеток.

Молочнокислые бактерии являются носителями ферментов, которые обуславливают созревание сыра. Можно полагать, что их концентрация будет пропорциональна концентрации бактериальной массы. О бактериальной массе в сыре обычно судят по количеству бактерий. Но это число не полностью соответствует объему микробной массы, так как наряду с размножением микрофлоры происходит ее автолиз. Необходимо также иметь в виду, что молодые и старые бактериальные клетки обладают разной ферментативной активностью.

В связи с этим нами предпринято предварительное определение в сыре пентоз, структурных элементов нуклеиновых кислот, которые являются составной частью микробной клетки. Содержание нуклеиновых кислот колебалось от 22 до 28% сухого вещества в молодой клетке и от 9 до 10%—в шестисуточных культурах [12]. В молочнокислых бактериях нуклеиновых кислот содержится около 13%. В табл. 17 приведены результаты исследований пентоз на различных стадиях созревания сыра.

Т а б л и ц а 17

Возраст сыра в днях	Содержание пентоз нуклеиновых кислот (в мг%) в сыре, полученном при различной температуре второго нагревания		
	46°	43°	40°
10	2,58	2,71	3,75
30	2,44	3,59	3,98
75	2,54	3,80	3,21
135	1,88	3,20	3,97
165	1,88	2,82	2,50

Количество пентоз с понижением температуры второго нагревания увеличивается, а с возрастом сыра—уменьшается, причем наиболее заметно в сырах при повышенной температуре второго нагревания.

Органолептические свойства сыров каждого варианта резко отличаются. Вкус сыров с влажностью после прессования 38—40%, выработанных при температуре второго нагревания 46°, хороший и удовлетворительный, но с довольно сильным оттенком пряности. Последнее не соответствовало типичным признакам костромского сыра и потому оценка его была снижена (средний балл 39,2). Особенно неудовлетворительной была консистенция сыра—плотная и твердая (средний балл 21,8). Рисунок сыра обычно был нормальным, но в некоторых случаях недостаточно развитым (средний балл 9,0).

Сыры с влажностью после прессования выше 43,5%, полученные при температуре второго нагревания 40°, имели хорошую консистенцию (средний балл 24), но вместе с этим появились существенные недостатки во вкусе и запахе (средний балл 38,8). В сырах ощущался горьковатый и кисловатый привкусы, что привело к снижению их балловой оценки, у многих образцов сыра был неравномерный рисунок (средний балл 8,6).

Сыры с влажностью 41—43% (температура второго нагревания 43°) преимущественно имели хороший вкус (средний балл 40,0). Однако их консистенция уступала сырам с высокой влажностью (средний балл 23,0). Сыры этого варианта получили наиболее высокую общую оценку по сравнению с другими.

Общая балловая оценка сыров, полученных при температуре второго нагревания 46°, составляла 89,8 балла, при температуре 43° — 92,0 и температуре 40° — 91,2 балла.

В результате исследования сыров с различной влажностью, полученных в различных температурных условиях второго нагревания, можно сделать следующие выводы:

1. Температура второго нагревания даже при таких сравнительно незначительных колебаниях, как 40, 43 и 46°, является регулятором микробиологических процессов в сыре, определяющим не только количество микрофлоры, ее состав, но и ферментативную активность бактерий. С повышением температуры второго нагревания до 46° количество бактерий и их биохимическая активность резко понижаются.

2. При повышенной температуре второго нагревания (46°) и низкой влажности сыров после прессования (38—40%) подавляется развитие ароматообразующих бактерий типа *Str. diacetilactis*, но активизируется развитие молочнокислых палочек и почти не изменяется количество *Str. paracitrovorus*.

3. В процессе созревания сыра с приближением кондиционной зрелости (75 дней) ферментативная активность бактерий понижается и в микрофлоре зрелых сыров начинают преобладать малоактивные формы стрептококков и палочек с резко ослабленной способностью к кислотообразованию, продуцированию летучих кислот и углекислого газа.

4. Характер развития микробиологических процессов под влиянием повышенной температуры второго нагревания определяет объем и направление протеолиза белковых веществ сыра. С повышением температуры уменьшается количество растворимых белковых веществ и полипептидов и увеличивается количество свободных аминокислот. При этом их соотношение изменяется таким образом, что доля лейцина и фенилаланина уменьшается, а глутаминовой кислоты увеличивается.

5. С повышением влажности увеличивается активная кислотность сыров, которая находится на более высоком уровне на протяжении всего процесса созревания.

6. Активность анаэробных дегидраз резко уменьшается при созревании сыра, однако скорость этого процесса зависит от его влажности и температуры второго нагревания. В сырах с повышенным содержанием влаги эта активность находится на более высоком уровне, чем в менее влажных, что связано с более длительным сохранением ферментативной активности бактерий.

7. Количество пентоз, компонентов нуклеиновых кислот, с повышением влажности увеличивается и в некоторой степени соответствует росту микрофлоры. Наблюдается тенденция заметного их уменьшения при созревании сыров с пониженной влажностью и стабильное содержание в сырах с высокой влажностью. Дегидразная активность, по-видимому, связана с более длительным сохранением ферментативной активности микрофлоры сыра.

8. С повышением влажности сыра после прессования происходит значительное улучшение его консистенции. Однако при влажности сыра 43—46% во вкусе появляется горечь и излишняя кислотность, которые резко снижают его общую балловую оценку.

9. При низкой влажности сыров (до 40%) и повышенной температуре второго нагревания (46°) появляется пряный вкус, не свойственный данной группе сыров, консистенция его становится непластичной, грубой.

10. Наилучшую оценку из данной серии опытов получили сыры с влажностью 41—43%, выработанные при температуре второго нагревания 43°. В этой группе 80% сыров было с хорошими вкусовыми достоинствами и 20% — с удовлетворительными. Консистенция же их уступала консистенции сыров с более высокой влажностью. Таким образом, одним повышением влажности сыра после прессования не всегда можно достигнуть общего улучшения его качества. Необходимо учитывать другие факторы, под влиянием которых формируются органолептические свойства. К ним относится активная кислотность, зависящая от содержания в водной фазе сыра молочного сахара и развития молочнокислого процесса до его посолки, в особенности при обработке сырной массы в ванне.

Выработка сыра с применением воды для понижения содержания молочного сахара

С повышением влажности сыра улучшается его консистенция, но ухудшаются вкусовые свойства. Одной из причин этого явления служит высокая активная кислотность сыра, обусловленная повышенным содержанием в нем молочного сахара.

Учитывая отрицательное влияние избытка молочного сахара, мы выработали сыр с повышенной влажностью, но перед вторым нагреванием удалили из него некоторое количество молочного сахара путем разведения сыворотки водой.

Этот прием служит основой технологии выработки сыров голландского гауда, датского финбо и пр., которые отличаются нежной консистенцией и отсутствием выраженного кислого вкуса. Особенность технологии сыра гауда состоит в применении воды для понижения содержания в нем молочного сахара и его выдержке после прессования при температуре 15—16° в течение 12—18 час. Технология датского сыра финбо сходна с технологией гауда и отличается лишь тем, что в молоко вводят от 3 до 5% воды, повышенное количество бактериальной закваски (0,6—0,8%) и, кроме того, в процессе обработки сырного зерна в ванне поваренную соль (0,2—0,3%).

Опыты по выработке костромского сыра с применением воды проводили в следующем порядке. Однородное молоко разливали в три ванны. В первой сыры выработывали при температуре второго нагревания 40° без добавления воды, во второй — при температуре 40° с добавлением 10% воды и в третьей — при температуре 38° с добавлением 10% воды. Из всех ванн перед вторым нагреванием отливали 30% сыворотки. Продолжительность обработки сырного зерна в первой и второй ваннах составила 69 мин. и в третьей — 82 мин. Кислотность сыворотки к концу обработки в первой ванне 13,5°, во второй — 11,5° и в третьей — 11,7°. Продолжительность посолки всех сыров 5 суток.

Сыры созревали при двух температурных вариантах. В первом варианте режим созревания был обычным, во втором — сыры после посолки созревали при 14—16° до 60-дневного возраста, затем до кондиционной зрелости — при 10—12°. Повторность опытов семикратная. Влажность и содержание молочного сахара в сырах после прессования показаны в табл. 18.

Средняя влажность сыров после прессования (из всех ванн) была почти одинаковой. Однако концентрация молочного сахара в водной фазе сыра из второй ванны на 0,67% ниже, чем из первой. В сырах из третьей ванны его концентрация оказалась еще меньше вследствие более длительной обработки сырного зерна. Потеря сыром влаги за время созревания была разной. Так, в сырах из первой ванны влажность понизилась на 3,8%, из второй — на 3,3% и из третьей — на 2,9%.

Таблица 18

Показатели	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
Влага в сыре после прессования в %	44,3	44,2	44,1
Молочный сахар в %	1,35	1,05	0,96
Концентрация молочного сахара в водной фазе в %	3,05	2,38	2,18
Влага в сыре через 75 дней в % .	40,5	40,9	41,2
Соль в сыре в %	2,0	2,1	2,1
Жир в сухом веществе сыра в %	48,4	48,9	48,7

Максимальная активная кислотность в сырах с частично удаленным молочным сахаром (ванна вторая и третья) на пятый день была ниже (величина рН выше на 0,06) по сравнению с сырами, выработанными без применения воды (ванна первая). Она находилась на более высоком уровне в сырах из первой ванны в продолжение всего периода их созревания (табл. 19).

Таблица 19

Возраст сыра в днях	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
После прессования	6,10	6,06	5,92
3	5,19	5,19	5,20
5	5,16	5,22	5,22
10	5,21	5,27	5,25
30	5,31	5,38	5,38
75	5,36	5,45	5,44

Сыры, выработанные при первом температурном режиме созревания (первые 15—20 дней — 10—12°C, последующие 30—35 дней — 14—16°, а затем до конца созревания 10—12°), были подвергнуты микробиологическим исследованиям. Результаты микробиологических исследований приведены на рис. 6.

Добавление воды (10%) при выработке сыров не оказывало влияния на объем микробиологических процессов. Количество бактерий в сырах всех трех вариантов и на протяжении всего процесса созревания было почти одинаковым. Но уровень активной кислотности различный. Он был выше в сырах из первой ванны (без добавления воды), что согласуется с более высоким содержанием в них молочного сахара, и ниже, несмотря на одинаковое количество бактерий, в сырах, в которых часть молочного сахара была удалена в результате добавления воды.

Понижение температуры второго нагревания с 40 до 38° в сырах из третьей ванны не оказало влияния на объем микробиологических процессов. Это свидетельствует, что второе нагревание при 40° не оказывает угнетающего действия на размножение бактерий в сыре и понижение ее до 38° не дает эффекта — объем микрофлоры не увеличивается, тогда как при повышении температуры нагревания с 40 до 43° (на 3°) уменьшается число бактерий в сыре в 2 раза.

Исследования показали также, что в сырах всех трех вариантов после прессования и через 30 дней количество живых и мертвых клеток было примерно одинаковым, что свидетельствует о быстром автолизе бактерий.

В сырах кондиционной зрелости (через 75 дней) автолиз клеток замедлялся, и общее их число в сыре (по непосредственному подсчету) было выше числа живых (по посеву) в 6—9 раз. В этот период бактериальные клетки как бы «консервируются». Возможно, что это связано с накоплением продуктов распада и изменением окислительно-восстановительного потенциала.

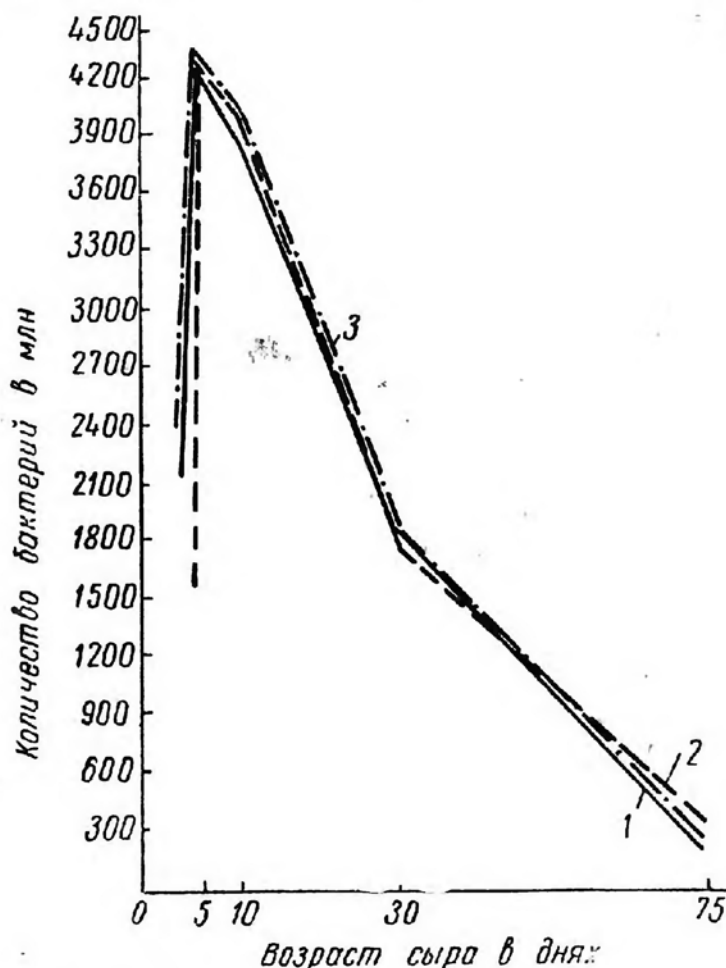


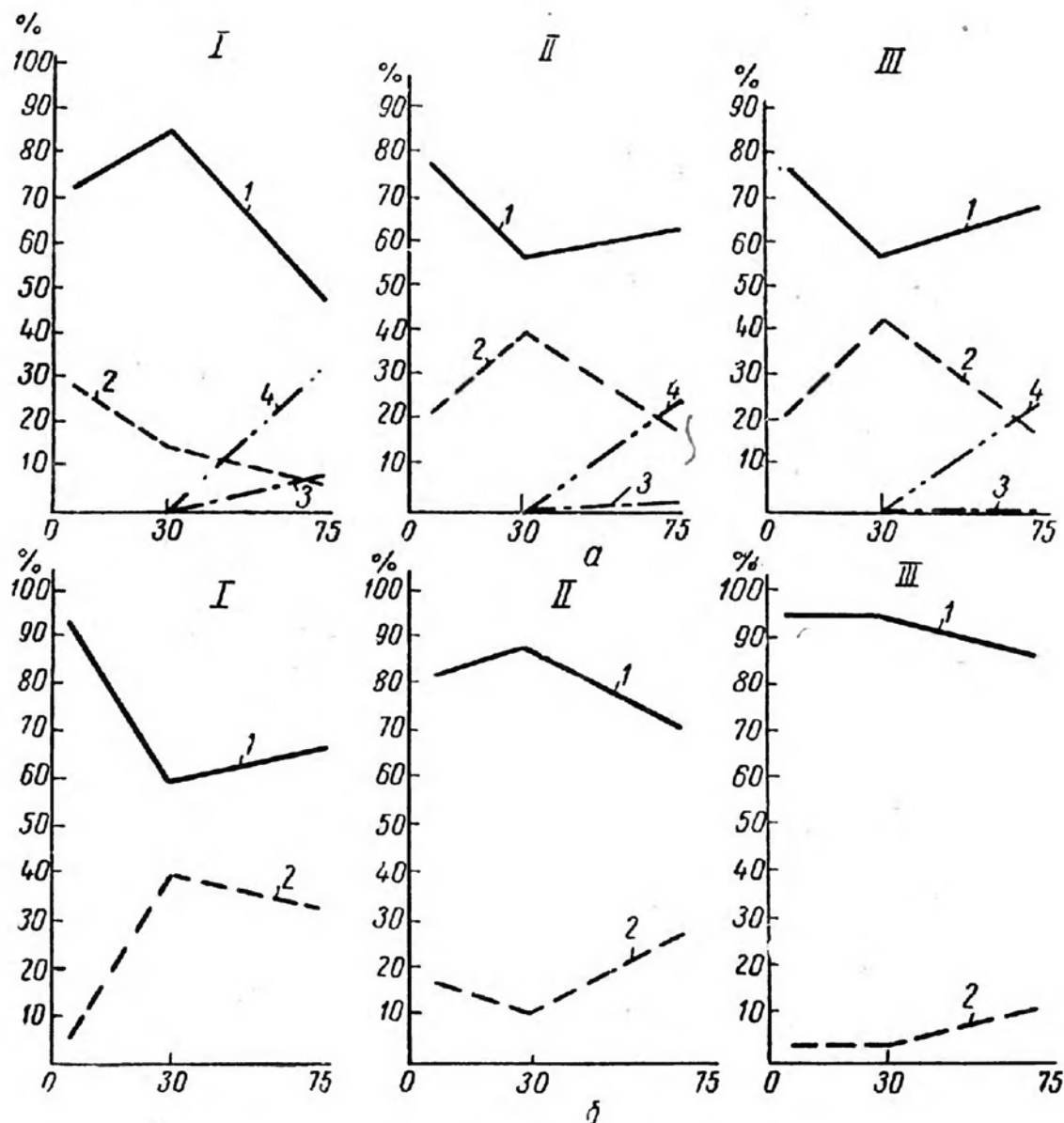
Рис. 6. Влияние добавления воды при выработке сыра на микробиологические процессы при его созревании:

1—температура 40°, влажность после прессования 44,2%; 2—температура 40°, перед вторым нагреванием прибавлено 10% воды, влажность сыра после прессования 43,6%; 3—температура второго нагревания 38°, прибавлено перед вторым нагреванием воды 10%, влажность сыра после прессования 44,5%.

Более детальное изучение микрофлоры позволило установить, что основным бактериальным фондом в этих сырах являлись молочнокислые стрептококки. В сырах после прессования преобладали *Str. lactis* (примерно 72—78% всей микрофлоры), тогда как *Str. diacetylactis* было 22—28%, что в известной мере согласуется с содержанием их в производственной закваске (32%) (рис. 7). В процессе созревания этих сыров наметились различия в составе микрофлоры. В сырах, выработанных с добавлением воды, количество *Str. diacetylactis* было значительно большим, вымирание *Str. lactis* проходило медленнее, а молочнокислых палочек было меньше, чем в сырах из первой ванны (без добавления воды).

Активность культур, выделенных из сыров разных вариантов, также была различной. Совершенно очевидно, что при добавлении воды в процессе производства сыра сохранялась активность культур в отношении

кислотообразования во время созревания продукта, особенно это отчетливо видно в сырах из третьей ванны, где температура второго нагревания была понижена на 2°. Понижение температуры второго нагревания с 40 до 38° не оказало влияния на объем микробиологических процессов, не повлияло и на состав микрофлоры, но сказалось на биохимической активности молочнокислых бактерий, которая сохранилась в процессе созревания сыра.



Возраст сыра в днях

Рис. 7. Влияние добавления воды при выработке сыра на состав микрофлоры (в %) и ее активность:

а—изменение состава микрофлоры: 1—*Str. lactis*; 2—*Str. diacetylactis*; 3—*Str. paracitrovorus*; 4—палочки; *б*—изменение активности микрофлоры: 1—кислотность от 90° и выше; 2—кислотность ниже 90°. I—температура 40°, влажность 44,3%; II—температура 40°, при выработке добавлено 10% воды, влажность 44,2%; III—температура 38°, при выработке добавлено 10% воды, влажность 44,1%.

Следовательно, добавление воды (10%) при производстве сыра, несмотря на понижение содержания в нем молочного сахара, не оказывало отрицательного влияния на микрофлору. При этом не уменьшалось количество бактерий в сыре, содержание ароматообразующих бактерий в общем фонде микрофлоры несколько увеличилось, а молочнокислых палочек — понизилось. Кроме того, в сырах, выработанных с добавлением воды, ферментативная активность бактерий сохранялась при созревании сыра, а без добавления воды, как обычно, понижалась активность бактерий.

Органолептические свойства зрелых сыров, созревающих по первому температурному варианту, характеризуются следующими данными.

Вкус и запах сыров из первой ванны имел выраженные недостатки. Чаще всего обнаруживались горьковатый и кисловатый привкусы, вследствие чего балловая оценка этих сыров понижалась (средний балл 38,6). Консистенция сыра была хорошей (средний балл 23,9). Рисунок сыра был преимущественно неравномерный и в одном случае щелевидный (средний балл 8,9). Свойства сыра с повышенной влажностью почти полностью соответствовали характеристикам, которые были получены в предыдущих сериях опытов по аналогичным вариантам.

Вкус и запах сыров из второй ванны был несколько лучше. Почти полностью исчез кисловатый привкус. Горьковатый привкус хотя и не устранялся, но в связи с понижением кислотности общая оценка сыра повысилась (средний балл 39,0). Наблюдалось улучшение консистенции (средний балл 24,1) и рисунка сыра (средний балл 9,4). Консистенция признана отличной и хорошей.

Несколько ухудшился вкус и запах сыров из третьей ванны по сравнению с сырами из второй, вследствие усиления горьковатого и кисловатого привкусов (средний балл 38,6). Консистенция (средний балл 24,1) сыра была хорошей, но в одном образце из семи мажущаяся.

Общая балловая оценка сыров из первой ванны составляла 91,4 балла, из второй — 92,5 и третьей — 92,3 балла.

Качественные показатели сыров, созревающих по второму температурному варианту, были несколько лучшие. В основном наблюдалось некоторое ослабление горьковатого привкуса в сыре.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что:

1) при удалении 30—40% сыворотки перед вторым нагреванием и добавлении 10% воды количество молочного сахара в сыре снижается примерно на 20%;

2) при добавлении 10% воды объем микрофлоры не понижается. В качественном составе микрофлоры происходят существенные изменения — увеличивается относительное содержание ароматообразующих бактерий, понижается содержание молочнокислых палочек и усиливается ферментативная активность бактерий;

3) с удалением некоторой части молочного сахара и изменением качественного состава микрофлоры соответственно изменяется активная кислотность сыра в процессе созревания. В сырах, выработанных с применением воды, активная кислотность в первые дни созревания понижается, а к концу созревания сыра повышается;

4) в результате добавления воды при выработке сыра повышается влажность после прессования, что способствует получению продукта с отличной и хорошей консистенцией, нормальным рисунком и удовлетворительным вкусом и запахом. Уменьшение количества молочного сахара особенно благоприятно сказывается на устранении излишне кислого вкуса сыра.

Влияние состава бактериальной закваски на качество костромского сыра

В. М. Богданов [18] и О. К. Палладина [19], А. П. Сокольская и Н. В. Савичева установили, что введение в состав закваски для голландского сыра культур *Str. citrovorus* и *Str. paracitrovorus* (кроме *Str. lactis*) улучшает рисунок и качество сыра. В зарубежной литературе указывается, что при выработке мелких сыров в ряде стран применяют ароматообразующие стрептококки *Str. diacetylactis* или *Str. paracitrovorus* [20, 21, 22]. Отмечается также, что *Str. diacetylactis* является нежелательным компонентом закваски при выработке чеддара, так как его консистенция при этом становится более мягкой [23]. В. М. Богданов [24] и Е. В. Рунов

[25] рекомендуют применять в качестве составной части закваски для мелких сыров молочнокислые палочки: первый — типа *Bact. casei* и второй — *Sbm. plantarum*, так как введение молочнокислых палочек улучшает качество сыра.

В сыродельной промышленности Советского Союза при производстве мелких сыров раньше применяли смешанные закваски, в состав которых вводили культуры *Str. lactis*, *Str. diacetylactis*, причем *diacetylactis* использовались одни или совместно со *Str. paracitrovorus*, а также молочнокислые палочки типа *Sbm. plantarum*.

Однако вопрос о применении при выработке мелких сыров тех или других видов ароматообразующих стрептококков специально не изучался. Необходимо было проверить также вопрос о применении молочнокислых палочек при выработке типичных по вкусу мелких сыров.

Исследования по подбору ароматообразующих стрептококков мы начали с выяснения влияния на их способность к газообразованию компонентов, входящих в состав закваски.

Исследовали две закваски № 1 и № 2. В их состав входило несколько (6—7) штаммов *Str. lactis*, к которым затем добавляли разные культуры ароматообразующих стрептококков, различающихся по способности к газообразованию, а также молочнокислых палочек. Всего было проведено три повторных опыта с 10 пересадками закваски в каждом случае.

При первой пересадке закваски обладали большей энергией кислотообразования, большей способностью к образованию газа и часто большим продуцированием летучих кислот. В процессе пересадок они до некоторой степени утрачивали первоначальную активность, что более заметно отражалось на газообразовании. Закваски, в состав которых из ароматообразующих стрептококков входили оба вида *Str. diacetylactis* и *Str. paracitrovorus*, обладали большей способностью к газообразованию. Если вводили только штаммы *Str. diacetylactis*, то газообразование в закваске немного снижалось и было еще ниже при введении в нее штаммов *Str. paracitrovorus*. Штаммы *Str. diacetylactis*, дающие как больше, так и меньше газа, при соединении со *Str. lactis* не различались по газообразованию. У *Str. paracitrovorus*, дающих много газа, при соединении со *Str. lactis* резко снижалась способность к газообразованию, а штаммы, продуцирующие мало газа, не давали его в смешанных заквасках или обнаруживали только следы. Для выяснения вопроса, чем вызывается такое подавление газообразования у *Str. paracitrovorus*, исследовали состав закваски при пересадках. Количество клеток *Str. paracitrovorus* в закваске было небольшим уже при первой пересадке (хотя в молоко вводили одинаковые количества *Str. paracitrovorus* и *Str. lactis*), а в дальнейшем оно снижалось еще более.

Это объясняется очень небольшим числом бактериальных клеток в чистых культурах *Str. paracitrovorus*, которые в результате их более медленного развития постепенно вытеснялись из состава закваски (табл. 20).

Т а б л и ц а 20

Штаммы и закваски	Число клеток в 1 мл молока через 48 часов (в млн.)
Смесь <i>Str. lactis</i> № 1	2150
<i>Str. diacetylactis</i> 925 ₁	2375
<i>Str. diacetylactis</i> 912 ₁₃	1850
<i>Str. paracitrovorus</i> 245	305
<i>Str. paracitrovorus</i> 313 ₄	428
<i>Str. paracitrovorus</i> 9 ₁₀	259

В ряде случаев в десятой пересадке закваски нельзя было обнаружить (методом посева на твердые среды) ароматообразующие стрептококки, хотя в ничтожных количествах они еще присутствовали (отмечено незначительное газообразование).

Для выявления роли отдельных видов ароматообразующих стрептококков при выработке сыра для опытов были взяты четыре бактериальных закваски, при составлении которых в 100 мл стерильного молока вводили следующие культуры.

1. *Str. lactis* (5 капель культуры в возрасте 24 часа).
2. *Str. lactis* (3 капли) + *Str. diacetylactis* (2 капли).
3. *Str. lactis* (3 капли) + *Str. diacetylactis* (2 капли) + *Str. paracitrovovus* (4 капли, культура в возрасте 48 часов)
4. *Str. lactis* (3 капли) + *Str. paracitrovovus* (6 капель).

Однако при пересадках в молоке состав закваски изменялся, и на выработку сыров использовали закваски следующего состава.

Ванна первая — *Str. lactis* 100%.

Ванна вторая — *Str. lactis* 78% и *Str. diacetylactis* 22%.

Ванна третья — *Str. lactis* 78%, *Str. diacetylactis* около 22%, *Str. paracitrovovus* меньше 1%.

Ванна четвертая — *Str. lactis* 96% и *Str. paracitrovovus* 4%.

Опыты проводили по следующей методике: пастеризованное молоко разливали в четыре ванны. В каждую ванну вносили 0,4% соответствующей закваски. Продолжительность обработки сырного зерна в ванне составляла в среднем 96 мин., в том числе до второго нагревания — 34 мин. Температура второго нагревания 40°. Все остальные технологические условия выработки сыра были также одинаковы. Созревание сыров, как и в предыдущем разделе, производилось по двум температурным вариантам. Повторность опытов пятикратная.

Сыры различались по объему микробиологических процессов (рис. 8), хотя технология их выработки была одинаковой и влажность сходной (табл. 21).

Таблица 21

Показатели сыра	Варианты опытов			
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья	ванна четвертая
После прессования:				
влага в %	42,1	43,0	42,3	42,4
активная кислотность рН .	6,0	5,93	5,90	5,96
Через 10 дней:				
влага в %	40,6	40,4	40,2	40,5

В сырах из второй и третьей ванн бактерий было больше вследствие влияния бактериального состава закваски, а именно введения культур *Str. diacetylactis*. Сыры из первой и четвертой ванн, выработанные на культурах *Str. lactis* или *Str. lactis* + *Str. paracitrovovus*, отличались более ограниченным развитием микрофлоры.

Бактериальный состав сыров оказывал влияние не только на объем микробиологических процессов, а, как следовало ожидать, и на состав его микрофлоры (табл. 22).

В сырах из первой ванны на протяжении 30 дней были обнаружены только культуры *Str. lactis*, но к концу созревания (через 75 дней) появились молочнокислые палочки, слабые кислотообразователи в коли-

Таблица 22

Варианты заквасок	Сыры после прессования								Сыр через 30 дней				Сыр через 75 дней					
	состав микрофлоры в %				кислотообразующие штаммы в %				состав микрофлоры в %				кислотообразующие штаммы в %					
	Str. lactis	Str. diacetilactis	Str. paracitrovorus	палочки	90—120°	Меньше 89°	Str. lactis	Str. diacetilactis	Str. paracitrovorus	палочки	90—120°	Меньше 89°	Str. lactis	Str. diacetilactis	Str. paracitrovorus	палочки	90—120°	Меньше 89°
	100	0	0	0	90	10	99	0	0	1	90	10	55	0	0	45	42	58
Str. lactis + Str. diacetilactis	53	47	0	0	90	10	74	25	0	92	8	31	6	0	63	65	35	
Str. lactis + Str. diacetilactis + Str. paracitrovorus	60	40	0	0	98	2	57	43	0	86	14	32	19	0	49	44	56	
Str. lactis + Str. paracitrovorus	99	0	1	0	90	10	94	1	5	68	32	51	6	0	43	61	39	

честве 45% от всей микрофлоры. Примерно такая же картина наблюдалась в сыре из четвертой ванны, но здесь, кроме *Str. lactis*, были найдены штаммы *Str. paracitrovorus* (которые входили в состав закваски), а также штаммы *Str. diacetilactis* (6%), появление которых скорее всего можно объяснить случайным обсеменением сыров в процессе выработки.

Сыры, выработанные на заквасках с введением *Str. diacetilactis* отличались значительным содержанием этих культур (примерно 40% от всей микрофлоры). Более отчетливо это видно в сырах, выработанных на закваске, в состав которой из ароматообразующих бактерий входили оба компонента — *Str. diacetilactis* и *Str. paracitrovorus*.

Интересно, что автолиз бактериальных клеток, определяемый сопоставлением общего числа бактерий в сыре (непосредственный подсчет) с числом бактерий по посеву на твердых средах, происходил более активно в этих же сырах и медленнее в сырах, выработанных только на культурах *Str. lactis*.

Обнаружение молочнокислых палочек — слабых кислотообразователей — в сырах кондиционной зрелости в количестве 43—63% можно объяснить только развитием остаточной микрофлоры пастеризованного молока, так как палочки в состав закваски не вводили.

Изучение процессов кислотообразования также позволило отметить интересную особенность при созревании сыров, выработанных на разных заквасках. В данном случае решающую роль играл не объем, а состав микрофлоры. В сырах, выработанных на одних культурах *Str. lactis*, объем микрофлоры был меньшим, но активная кислотность повышалась энергичнее

всего. Величина рН сыра на третий день была низкой (5,14) и до конца созревания не поднималась выше 5,29. Это объясняется гомоферментативным характером брожения, вызываемым культурами *Str. lactis* (табл. 23).

Таблица 23

Возраст сыра в днях	Варианты опытов			
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья	ванна четвертая
После прессования	6,00	5,93	5,90	5,96
3	5,14	5,20	5,22	5,18
5	5,15	5,23	5,21	5,21
10	5,20	5,26	5,28	5,24
30	5,24	5,32	5,33	5,30
75	5,29	5,41	5,42	5,41

При добавлении в закваску культур *Str. paracitrovorus* несколько изменился характер брожения, и величина рН сыра на третий день была равна 5,18, а к концу созревания повысилась уже до 5,41.

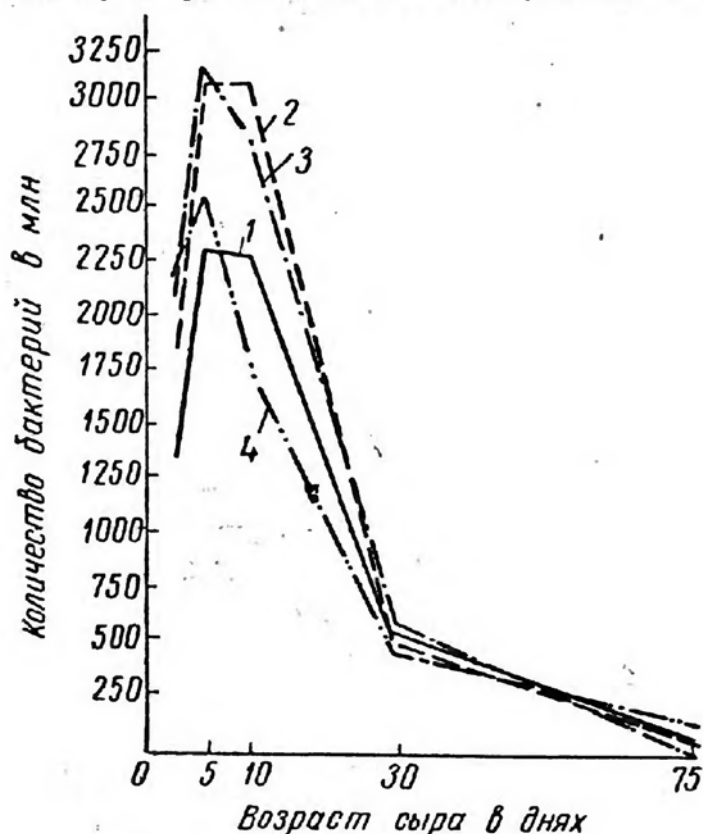


Рис. 8. Влияние состава бактериальной закваски на объем микробиологических процессов в сыре: 1—*Str. lactis*; 2—*Str. lactis*+*Str. diacetylactis*; 3—*Str. lactis*+*Str. diacetylactis*+*Str. paracitrovorus*; 4—*Str. lactis*+*Str. paracitrovorus*.

Сыры, выработанные на заквасках с *Str. diacetylactis*, отличались по кислотообразованию от остальных. Величина рН в этих сырах в первые дни не была ниже 5,20—5,21, а к концу созревания повышалась до 5,41—5,42, что обусловлено гетероферментативным характером брожения.

Действительно, содержание летучих кислот было более высоким в сырах из 2, 3 и 4 ванн (23—24 дистилляционное число в 1 л отгона) и ниже в сырах из первой ванны (16—18).

Введение в состав закваски *Str. diacetylactis* благоприятно влияет на созревание сыра (табл. 24).

Т а б л и ц а 24

Показатели	Варианты опытов	
	ванна первая	ванна вторая
Общий азот в г/100 г сыра . . .	4,189	4,256
Содержание в % к общему азоту:		
азота растворимых белковых веществ	8,78	9,07
азота полипептидов	4,46	4,46
азота фильтрата после осаждения полипептидов танином	10,03	10,57
азота растворимого (общее количество)	23,27	24,20
Свободные аминокислоты в мг %	786	1220

Степень зрелости их увеличивается за счет небольшого роста растворимых белковых веществ и более значительно — за счет свободных аминокислот, количество которых возросло на 55%. Следовательно, применение смешанных бактериальных культур ведет к более активному протеолизу белковых веществ.

Ввиду различия в физиологических свойствах *Str. lactis* и *Str. diacetylactis* можно было ожидать и различия в составе свободных аминокислот сыра. Однако это предположение не подтвердилось (см. табл. 25).

Т а б л и ц а 25

Аминокислоты	Варианты опытов							
	ванна первая		ванна вторая		ванна третья		ванна четвертая	
	мг %	%	мг %	%	мг %	%	мг %	%
Лизин	173,0	22,0	260,0	21,3	232,0	20,2	256,0	22,5
Гистидин	36,2	4,6	70,2	5,7	92,6	8,1	65,6	5,8
Аргинин+аспарагин	63,0	8,0	102,0	8,3	84,3	7,3	82,8	7,3
Серин	67,9	8,7	115,0	9,4	93,7	8,2	81,0	7,1
Глутаминовая	207,5	26,5	323,5	26,5	295,5	25,7	311,0	27,3
Треонин	35,4	4,5	53,0	4,4	49,6	4,3	44,5	3,9
Аланин	20,7	2,6	31,5	2,6	31,4	2,7	28,8	2,5
Валин + метионин	54,4	6,9	89,8	7,4	84,3	7,3	79,2	7,0
Лейцин + фенилаланин	127,5	16,2	175,5	14,4	185,0	16,2	189,0	16,6
Итого	785,6	100	1220,5	100	1148,4	100	1137,9	100

Несмотря на высокое содержание свободных аминокислот, в сырах со смешанными культурами относительное их количество оказалось почти одинаковым.

Обогащение закваски ароматообразующими бактериями существенно отражается на активности анаэробных дегидраз. В сырах из первой ванны через 75 дней хранения обесцвечивание метиленовой сини наступало через 1 час 20 мин., в сырах из второй — метиленовая синь не обесцве-

чивалась через многие часы. На основании наших предыдущих исследований можно сказать, что данное явление обусловлено более активным процессом автолиза бактерий, следствием которого и явилась более высокая степень созревания сыров и образования свободных аминокислот.

Развитие молочнокислого процесса под влиянием бактериальной закваски с одной культурой вызвало увеличение количества кальция и неорганического фосфора в водной фазе сыра, которое произошло за счет отщепления неорганического компонента от параказеина (табл. 26).

Таблица 26

Ванна	Состав бактериальной закваски	Содержание в водной фазе зрелого сыра в мг%	
		неорганического фосфора	кальция
Первая	<i>Str. lactis</i>	100	396
Вторая	То же + <i>Str. diacetylactis</i>	72	361

Зрелые сыры во всех ваннах имели сходную характеристику по влаге, содержанию соли и жира (табл. 27).

Таблица 27

Показатели	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
Влага в %	39,6	38,8	38,8
Соль в %	2,2	2,1	2,1
Жир в сухом веществе в %	48,5	48,0	48,8

Однако органолептические их свойства различались существенно. Более высокую оценку получили сыры, выработанные на закваске, в состав которой входили, кроме *Str. lactis*, еще штаммы *Str. diacetylactis* (91,8 балла) или *Str. diacetylactis* + *Str. paracitrovogus* (92,4—94 балла). Они имели лучший вкус, особенно при втором режиме созревания (температура 14—16°), лучшую консистенцию и значительно лучший рисунок. Общая балловая их оценка была выше балловой оценки сыров из первой и четвертой ванны (по первому температурному режиму созревания) на 4,6—5,6 баллов и на 3,4—8,2 балла при повышенной температуре созревания. Самую высокую оценку (94,0 балла) получили сыры, выработанные с введением двух видов ароматообразующих стрептококков.

Весьма низкую оценку (85,8 балла) получили сыры первого варианта, выработанные на одних культурах *Str. lactis*. Активная кислотность в этих сырах была высокая в течение всего процесса созревания. Поэтому во вкусе сыров отмечали кисловатый привкус, но самым крупным их недостатком являлся порок колющаяся консистенция — самокол и отсутствие рисунка (рис. 9).

Сыры, выработанные в пяти повторных опытах, отличались колющейся консистенцией; на возникновение этого порока оказал влияние состав закваски. При исследовании зрелых сыров первого и второго вариантов (ванны первая и вторая) установлено, что они отличались по эластичности и твердости (табл. 28).

Закваски	Эластичность сыра		Твердость сыра (в кг, см ³)
	сжатие	восстановление	
Ванна первая Закваска из <i>Str. lactis</i> (самокол)	8,19	51,73	1,31
Ванна вторая Закваска <i>Str. lactis</i> + <i>Str. diacetylactis</i>	7,75	48,43	0,97

Консистенция сыров первого варианта (ванна первая), выработанных на культурах *Str. lactis*, была колющаяся, они отличались от сыров второго варианта меньшей эластичностью и большей твердостью.

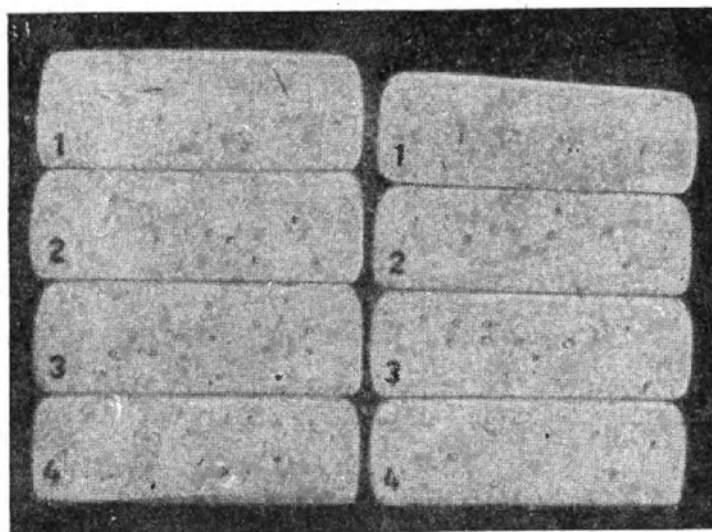


Рис. 9. Влияние состава бактериальной закваски на формирование рисунка в сыре (два опыта).

Закваска на культурах:

1—*Str. lactis*; 2—*Str. lactis*+*Str. diacetylactis*; 3—*Str. lactis*+*Str. diacetylactis*+*Str. paracitrovorus*; 4—*Str. lactis*+*Str. paracitrovorus*.

По-видимому, культуры *Str. lactis*, образующие в сыре значительное количество молочной кислоты, оказывали отрицательное влияние на консистенцию сыра и тормозили созревание. До 30-дневного возраста все сыры из первой ванны не имели ни рисунка, ни самокола. Появление самокола вероятно связано с поздним газообразованием, обусловленным или деятельностью *Str. lactis* при низкой температуре, или развитием остаточной микрофлоры.

Сыры, выработанные на закваске из *Str. lactis* и *Str. paracitrovorus*, мало отличались от первого варианта, при низкой температуре созревания (средняя оценка 87,8 балла), но качество их было несколько лучше при более высокой температуре созревания (91,6 балла). Таким образом, обогащение состава закваски (состоящей из штаммов *Str. lactis*) ароматообразующими стрептококками типа *Str. paracitrovorus* значительно менее эффективно, чем введение *Str. diacetylactis*. Однако самые лучшие результаты получены при введении в состав закваски для костромского сыра из ароматообразующих стрептококков *Str. diacetylactis* и *Str. paracitrovorus* одновременно. На этом составе закваски и следует остановиться при подборе культур для мелких сыров, причем следует отбирать штаммы с достаточной способностью к газообразованию.

Для выяснения вопроса о влиянии молочнокислых палочек типа *Sbm. plantarum* на качество сыра как основная была использована закваска, состоящая из *Str. lactis*, *Str. diacetylactis* и *Str. paracitrovogus*.

Опыты проводились с пастеризованным молоком, в которое вносили 0,4% бактериальной закваски следующего состава: ванна первая— смесь молочнокислых стрептококков; ванна вторая— те же стрептококки + 2% молочнокислых палочек типа *Sbm. plantarum*; ванна третья— те же стрептококки + 20% тех же молочнокислых палочек.

Технологические условия выработки сыра были одинаковые. Продолжительность обработки сырного зерна в ванне составляла в среднем 94 мин., температура второго нагревания 40°. Повторность опытов пятикратная.

Сыры из всех ванн после прессования содержали почти одинаковое количество влаги (табл. 29). По объему микробиологических процессов (рис. 10) эти сыры также мало отличались.

Таблица 29

Показатели	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
Сыр после прессования:			
влага в %	42,8	42,6	43,1
Через 10 дней			
влага в %	41,3	41,0	41,8
Зрелый сыр:			
влага в %	39,8	39,2	40,3
соль в %	2,1	2,1	2,1
жир в сухом веществе в %	47,7	48,1	48,0

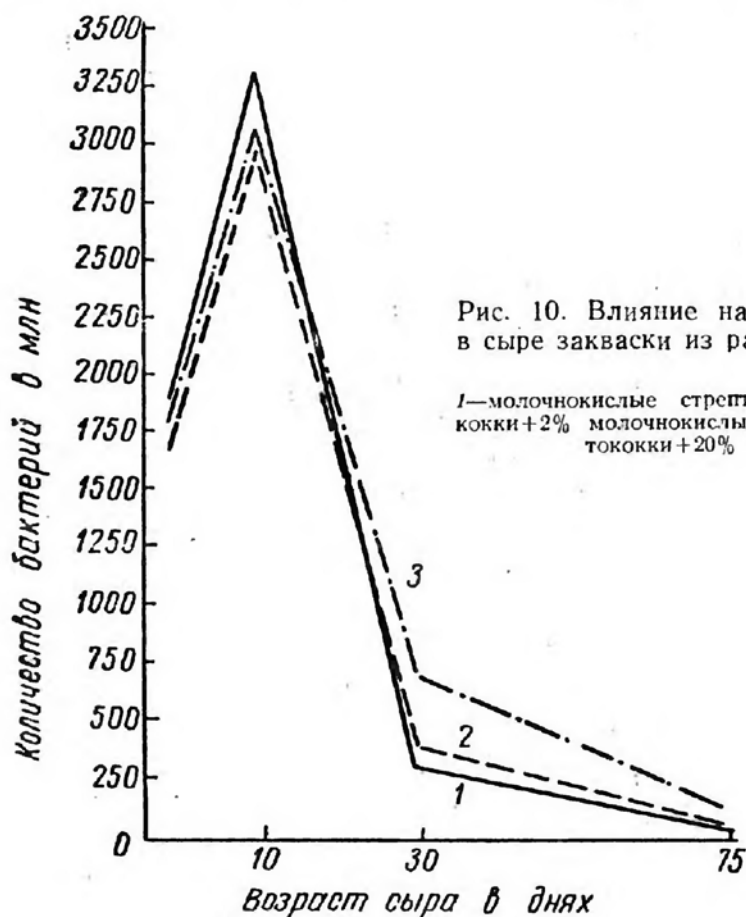


Рис. 10. Влияние на микробиологические процессы в сыре закваски из разных количеств молочнокислых палочек:

1—молочнокислые стрептококки; 2—молочнокислые стрептококки + 2% молочнокислых палочек; 3—молочнокислые стрептококки + 20% молочнокислых палочек.

Максимальное развитие бактерий у всех сыров наблюдалось на пятый — десятый день после выработки, и соответственно этому активная кислотность достигла наибольшего уровня на пятый день — рН 5,19—5,20 (табл. 30).

Таблица 30

Возраст сыра в днях	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
После прессования	6,01	6,08	5,92
3	5,21	5,22	5,22
5	5,21	5,20	5,19
10	5,22	5,23	5,20
30	5,28	5,35	5,34
75	5,41	5,44	5,41

В сырах, выработанных с введением в состав закваски 20% молочнокислых палочек, активная кислотность была более высокой до 10-дневного возраста. Но через 30 дней активная кислотность в них стала ниже, чем в сырах на стрептококковой закваске (ванна первая). В сырах кондиционной зрелости, выработанных как без введения, так и с введением молочнокислых палочек, активная кислотность была уже почти одинаковой (рН 5,41—5,44).

Содержание в сырах молочнокислых палочек определяли методом предельных разведений. Результаты микробиологического анализа сыра в процессе созревания приведены в табл. 31.

Таблица 31

Варианты опытов	Содержание молочнокислых палочек в сыре в зависимости от возраста в млн. в 1 г		
	после прессования	через 10 дней	через 30 дней
Смесь стрептококков	0,0014	0,2	4,25
Смесь стрептококков+2% молочнокислых палочек	14	75	38
Смесь стрептококков+20% молочнокислых палочек	250	460	1300

В сырах, выработанных на стрептококковой закваске, содержание молочнокислых палочек было ничтожным (за счет остаточной микрофлоры), количество их незначительно увеличивалось в сырах, выработанных на закваске с введением 2% палочек, и достигало большего количества — 1,3 млрд. в сырах, выработанных на закваске с введением 20% палочек. Величина рН в этих сырах через 8 и 10 дней была самой низкой, что, по-видимому, обуславливается более активным развитием молочнокислых палочек.

Результаты органолептической оценки сыров были следующими. Добавление к стрептококковой закваске небольшого количества (2%) молочнокислых палочек не оказало существенного влияния на улучшение его качества. Оценка за вкус была выше на 0,4 балла, а общая — на 0,6. При увеличении количества молочнокислых палочек в закваске до 20% в сыре появлялся нечистый вкус и запах (иногда сладковатый привкус), и по качеству эти сыры были ниже тех, при выработке которых применялась закваска из одних молочнокислых стрептококков.

Таким образом, введение в состав закваски для костромского сыра молочнокислых палочек в небольших количествах почти не оказывало влияния на качество сыра, увеличение же их количества в закваске до 20% несколько ухудшало его качество. В настоящее время в состав закваски ЦНИИМС для мелких сыров молочнокислые палочки не вводят.

В результате исследований установлено, что состав закваски является мощным регулятором микробиологических процессов в сыре. При одних и тех же условиях выработки микрофлора сыра существенно изменяется в зависимости от микроорганизмов, используемых при его производстве.

СТЕПНОЙ СЫР

Влажность сыра

Требования, предъявляемые к степному сыру, отличаются от требований к костромскому тем, что он должен иметь более острый вкус, больше содержать соли и тесто его на изгибе должно быть слегка ломкое. Допускается в небольшой степени неправильный рисунок, что неприемлемо для костромского сыра.

Эти требования заранее предопределяют общее направление технологического процесса производства степного сыра; главные из них: повышение влажности сыра и регулирование активной кислотности при созревании, так как повышенная влажность может являться причиной появления излишне кислого вкуса.

Поскольку решающим фактором здесь является влажность сыра, исследования степного сыра были начаты с изучения этого фактора. В качестве заданной влажности были избраны следующие границы в зависимости от температуры второго нагревания: 40° — 42%, 43° — 45% и 46° — 48%.

Для получения сыра с повышенной влажностью использованы такие приемы, как постановка относительно крупного зерна (55—65% сырного зерна диаметром не менее 5 мм), пониженные температуры второго нагревания до 40° и сокращение продолжительности обработки сырного зерна в ванне. Средняя длительность его обработки в первой ванне составляла 129 мин., во второй — 80 мин. и в третьей — только 52 мин. В связи с различной начальной влажностью сыров была принята и различная продолжительность посолки, которая по ваннам соответственно равнялась 7, 6 и 4,5 суткам. Повторность опытов шестикратная.

Указанные условия выработки позволили получить влажность сыров в заданных границах (табл. 32).

Таблица 32

Показатели	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
Сыр после прессования:			
влага (в %)	41,4	44,0	47,1
Через 10 дней:			
влага (в %)	38,9	39,7	40,9
Сыр зрелый:			
влага (в %)	36,7	38,2	39,8
соль (в %)	2,3	2,4	2,4
жир в сухом веществе (в %)	48,4	48,0	47,3

За первые 10 дней созревания сыра с повышенной влажностью потеряли влаги больше. Потери влаги в этих сырах превышают величину уменьшения влажности костромского сыра.

В этом случае на потерю влаги оказала влияние начальная влажность сыра, так как содержание соли в сыре, несмотря на различную продолжительность посолки, находилось на одном уровне во всех вариантах опыта.

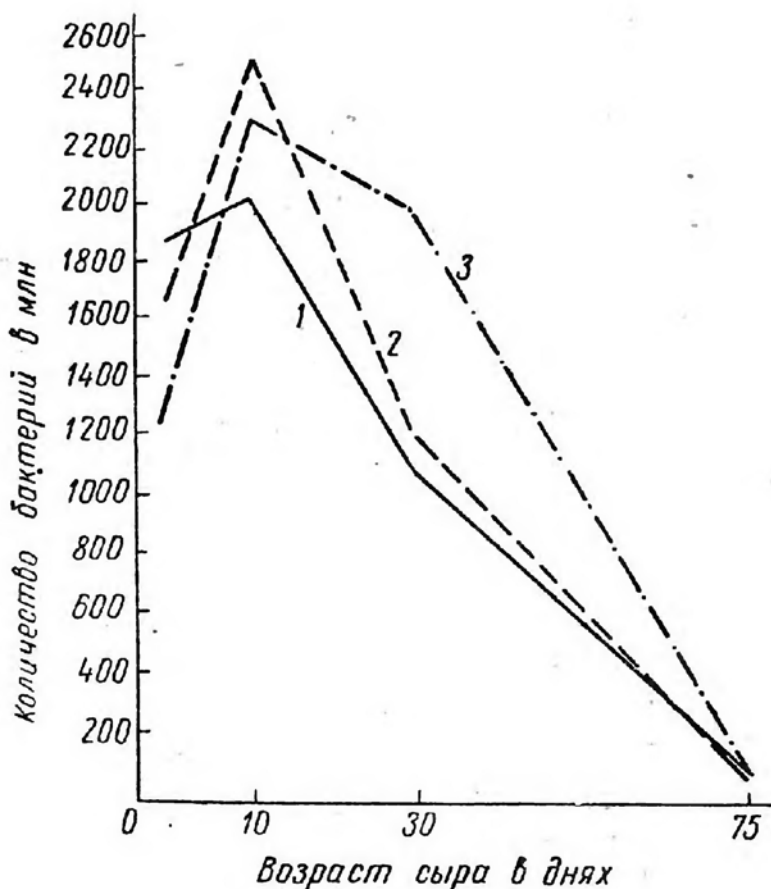


Рис. 11. Влияние различной влажности сыра после прессования на микробиологические процессы в степном сыре:
1—40,5%; 2—44,6%; 3—47,6%.

Химический состав зрелых сыров очень сходен с составом костромского сыра. Незначительно он отличается по содержанию соли, однако ее количество в степном сыре в настоящих опытах не достигло желаемого уровня (2,5—3%).

Динамика развития микрофлоры в зависимости от влажности степного сыра очень напоминает картину ее развития в костромском сыре (рис. 11).

И в данном случае наибольшего развития микробиологические процессы во всех сырах достигали в первые 10 дней. В сырах с повышенной влажностью объем микрофлоры был несколько выше, чем в других, но эта разница не была значительной, так как в момент максимального развития бактерий она не превышала 23%. Это подтверждает положение, отмеченное нами при производстве костромского сыра, что повышение влажности сыра стимулирует развитие бактерий, но влияние этого фактора на микробиологические процессы значительно меньше, чем влияние температуры второго нагревания.

В соответствии с большим объемом микробиологических процессов в сырах с повышенной влажностью активная кислотность сыра удерживалась на более высоком уровне (табл. 33).

Возраст сыра в днях	рН сыра при его влажности после прессования		
	41,0—41,8 %	42,8—45,3 %	45,8—49,1 %
После прессования	5,64	5,65	5,80
3	5,28	5,20	5,15
5	5,25	5,20	5,15
10	5,27	5,19	5,15
30	5,37	5,28	5,26
75	5,38	5,37	5,33

Как и в костромском, в степном сыре с большей влажностью активная кислотность достигает максимальной величины через 10 дней, а в менее влажных на — 5-й день. Отличие в развитии молочнокислого процесса состоит в том, что активная кислотность сыров после прессования находится на более высоком уровне, чем в костромском сыре.

В качественных особенностях степного сыра, зависящих от влажности, наблюдаются следующие тенденции.

По мере повышения начальной влажности ухудшается вкус и запах сыра, но улучшается его консистенция. Во вкусе сыра появляются слегка горьковатый, кислый и кисловатый привкусы. При высокой начальной влажности консистенция сыра, как правило, хорошая. Рисунок с повышением влажности ухудшается. В группе сыров с высокой влажностью появляется щелевидный рисунок.

Наивысшую оценку получил степной сыр с пониженной влажностью в том случае, если требования к его рисунку предъявляли такие же, как и к рисунку костромского сыра. Если эти требования исключались, то наилучшую оценку получили сыры с влажностью 42—45%.

Однако самым главным является тот факт, что во вкусе степного сыра и его консистенции не было обнаружено каких-либо специфических особенностей, отличающих его от костромского. Средняя оценка сыров из первой ванны была равна 93 баллам, из второй — 92,4 и из третьей — 91,5.

Оптимальную влажность сыра после прессования, учитывая большие потери влаги при посолке, можно считать в пределах 43—45%.

Добавление воды в сыворотку перед вторым нагреванием

Для получения степного сыра с хорошей консистенцией необходимо повысить его влажность, но при условии частичного удаления молочного сахара путем разведения сыворотки водой, что влияет и на понижение активной кислотности сыра.

Опыты проводили по следующей методике: молоко разливали в две ванны. При одинаковых условиях свертывания молока и обработки сырного зерна после разрезания сгустка отливали 20% сыворотки, а из второй ванны перед нагреванием — еще 15% сыворотки. Затем во вторую ванну добавляли 15% воды. Продолжительность обработки сырного зерна до второго нагревания в обеих ваннах составляла 36 мин., а общая продолжительность — 58 мин. Температура второго нагревания 40°. Готовое зерно было крупное: 40—60% с диаметром не менее 5 мм. Кислотность сыворотки в первой ванне повышалась к концу обработки на 0,2°, а во второй — понижалась после добавления воды на 2,7° и затем повышалась только на 0,2°. Посолка сыров, полученных из обеих ванн, продолжалась 5,5 суток.

Влажность сыра (из обеих ванн) после прессования была почти одинаковой (табл. 34). Молочного сахара в сыре из второй ванны было значительно меньше, чем из первой, что и требовалось по заданию опыта.

Таблица 34

Показатели	Варианты опытов	
	ванна первая	ванна вторая
Сыр после прессования:		
влага (в %)	45,8	45,4
молочный сахар (в %) . . .	1,29	0,95
концентрация молочного сахара в водной фазе (в %)	2,81	2,09
Через 10 дней:		
влага (в %)	40,8	40,3
Сыр зрелый:		
влага (в %)	39,9	39,4
соль (в %)	2,6	2,5
жир в сухом веществе (в %)	47,4	48,4

Потери влаги за период посолки составили 5,0—5,1%.

Следовательно, потери влаги в степном сыре на стадии посолки и в первые дни созревания большие, чем в костромском сыре.

Содержание соли в зрелых сырах выше, чем в предыдущих опытах, что следует считать более нормальным для этого вида сыра.

Наблюдается большое сходство в объеме микробиологических процессов в сырах, выработанных как без добавления, так и с добавлением воды, хотя в последнем случае содержание молочного сахара в сыре было более низким, что отмечено и для костромского сыра (рис. 12).

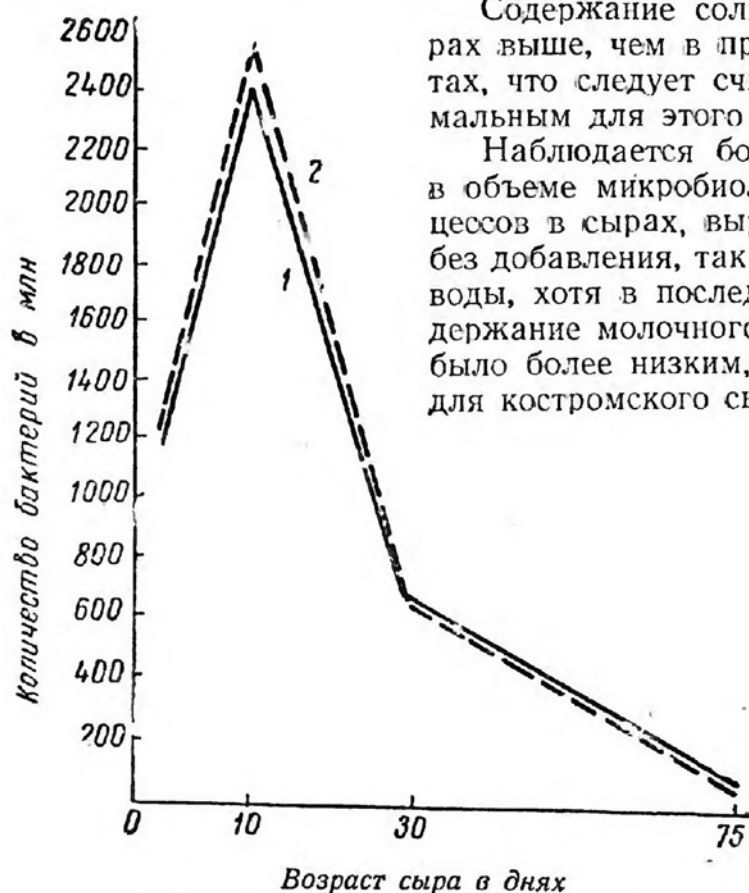


Рис. 12. Влияние на микробиологические процессы в степном сыре добавления воды при его выработке: 1—влажность сыра после прессования 45,8%; 2—влажность сыра после прессования 45,4%, перед вторым нагреванием добавлено воды 15%.

Несмотря на то, что в том и другом сыре количество бактерий было почти одинаковым, молочнокислый процесс в сыре, изготовленном при добавлении воды, протекал на более низком уровне и величина рН в сыре, начиная с 3-дневного возраста и до конца созревания, была более высокой (табл. 35).

Таблица 35

Возраст сыра в днях	рН сыра	
	ванна первая	ванна вторая
После прессования	5,71	5,69
3	5,23	5,27
5	5,16	5,21
10	5,18	5,25
30	5,21	5,37
75	5,31	5,42

Это можно объяснить пониженным содержанием молочного сахара, в результате чего в сыре, несмотря на высокий объем микрофлоры, кислоты накапливалось меньше, чем в сыре с большим содержанием сахара. Таким образом, накопление молочной кислоты в сыре обуславливается не объемом действующей микрофлоры, а количеством молочного сахара. Такую же картину мы наблюдали при изучении микробиологических процессов в костромском сыре, выработанном с добавлением и без добавления воды.

Снижение концентрации молочного сахара и связанное с этим понижение активной кислотности в сыре приводит к усилению протеолиза параказеина и повышению количества растворимых азотистых соединений как белковых веществ (на 1,88%), полипептидов (на 0,43%), так и свободных аминокислот (на 10%) (табл. 36).

Таблица 36

Продукты распада параказеина	Возраст сыра в днях	Сыр, выработанный	
		без применения воды	с применением воды
Общий азот в 2,100 г сыра	30	4,021	4,042
	75	4,242	4,197
Содержание в % к общему азоту:			
азота растворимых белковых веществ	30	8,97	9,14
	75	8,68	10,56
азота полипептидов	30	1,71	1,92
	75	2,30	2,73
азота фильтрата после осаждения полипептидов танином	30	4,20	4,55
	75	8,28	8,78
азота растворимого (общее количество)	30	14,55	15,62
	75	19,26	22,07
Группа свободных аминокислот в мг % . .	75	688,5	756,9

При понижении концентрации молочного сахара в сыре не происходит существенных изменений в относительном содержании свободных аминокислот (табл. 37), но в целом протеолитические процессы в нем ускоряются.

Таблица 37

Свободные аминокислоты	Сыр, выработанный без применения воды				Сыр, выработанный с применением воды			
	30-дневный		75-дневный		30-дневный		75-дневный	
	мг %	%	мг %	%	мг %	%	мг %	%
Аргинин	51,6	17,8	145,0	21,0	58,6	19,0	169,0	22,3
Лизин	66,6	23,0	126,0	18,3	70,6	22,8	127,0	16,8
Глутаминовая	50,8	17,4	199,7	29,0	47,8	15,6	212,0	28,0
Гистидин	33,0	11,4	19,9	2,9	30,0	9,7	24,2	3,2
Треонин	15,1	5,2	26,8	3,9	16,6	5,4	25,4	3,4
Валин+метионин	19,9	6,9	47,3	6,9	25,3	8,2	60,0	7,9
Лейцин+фенилаланин	53,0	18,3	123,8	18,0	60,0	19,3	139,3	18,4
Итого	290,0	100	688,5	100	308,9	100	756,9	100,0

При разведении сыворотки водой понижается содержание кальциевых и фосфорнокислых солей в водной фазе сыра (табл. 38).

Таблица 38

Показатели	Варианты опытов			
	ванна первая		ванна вторая	
	мг %	%	мг %	%
Неорганический фосфор	115	100	93	81,0
Кальций	375	100	358	95,4

Как видно из табл. 38, содержание неорганического фосфора в водной фазе в зрелых сырах из второй ванны на 19%, а кальция на 4,6% меньше, чем в водной фазе сыров из первой ванны. Следовательно, добавление воды оказывает наибольшее влияние на вымывание фосфорнокислых солей щелочных металлов и в меньшей степени — кальциевых. Это явление, по-видимому, объясняется связью кальция с коллоидными веществами, которые удерживают его при разведении сыворотки.

Органолептические свойства зрелых сыров из первой (средний балл 89,8) и второй ванн (средний балл 92,6) существенно отличаются.

Во вкусе сыра, выработанного с применением воды, совершенно не ощущались привкусы: кислый и нечистый, но сырный вкус был более слабо выраженным. Консистенция сыра заметно улучшилась и исчезли такие пороки, как самокол и мучнистая консистенция. Рисунок сыра был хорошим.

Таким образом, выработка степного сыра с повышенной влажностью, но с удалением некоторого количества молочного сахара с сывороткой при замене ее водой оказывает положительное влияние на процесс созревания и качество сыра.

С удлинением посолки сыра степной сыр теряет больше влаги, поэтому, даже по этой причине, начальная влажность его должна быть выше, чем у костромского сыра.

Способы ухода за сыром при созревании

Учитывая, что степной сыр в связи с нежной консистенцией может приобретать вкусовые оттенки латвийского сыра и что существуют взгляды на это как на положительное явление, были поставлены опыты с созреванием сыра в условиях образования на корке слизи. Были взяты сыры, которые формовали из пласта.

Сыры созревали при следующих условиях: после посолки их помещали в подвал с температурой 14—16°, где они находились до 60-дневного возраста. В процессе созревания на сырах до 30-дневного возраста появлялась легкая слизь. Периодически их мыли и после наведения нормальной корки парафинировали — обычно в возрасте 45—50 дней. После 60-дневного возраста их выдерживали при температуре 10—12° до кондиционной зрелости.

Общая оценка качества сыра и оценка его по отдельным показателям при различных способах созревания практически была одинаковой. Но при созревании сыра под слизью отмечался у некоторых образцов более острый вкус и более крупный рисунок. Специфического привкуса, подобного латвийскому сыру, не обнаружено.

Следовательно, продукты поверхностного созревания, образуемые при участии бактерий слизи, в толщу сыра при данных способах формования (из пласта) и обычного для твердых сыров прессования практически не проникают.

Только в сырах с повышенной начальной влажностью, которые при обычном режиме созревания имели кисловатый привкус, наблюдалось ослабление этого привкуса. В некоторых образцах появлялся и несколько более острый вкус, но оценка качества сыра оставалась почти одинаковой.

Таким образом, этот способ ухода при созревании степного сыра не вносит в его качество сколько-нибудь существенных изменений. В то же время созревание сыра под слизью на сырах усложняет уход за ними и замедляет наведение нормальной корки.

Наливной способ формования сыра

Поскольку ни один из предшествующих способов не внес сколько-нибудь заметных изменений в видовые особенности степного сыра, решено было испытать еще один способ, сущность которого сводится к следующему. Степной сыр вырабатывали с повышенной влажностью и при пониженной температуре второго нагревания, чтобы получить мягкую консистенцию; формование сыра производилось наливом в групповую форму, что в большей степени обеспечивает [1] диффузию продуктов распада белка, образующихся на поверхности сыра под влиянием бактериальной слизи.

Сыр вырабатывали по следующей технологии: в первой ванне получали сыр так же, как и в предыдущей серии опытов, с температурой второго нагревания 40°; воду в сыворотку не вносили; продолжительность обработки сырного зерна составляла в среднем 48 мин. Формовали сыр из пласта.

Во второй и третьей ваннах продолжительность обработки сырного зерна составляла в среднем 54 мин., в том числе до второго нагревания — 30 мин. Температура второго нагревания 38°. Диаметр сырного зерна был в пределах от 6 до 8 мм. Перед вторым нагреванием из третьей ванны отливали 30% сыворотки и вносили в нее 15% воды. После окончания обработки сырного зерна и осаждения его на дно ванны сыворотку отливали повторно до появления осевших на дно сырных зерен. Затем, при непрерывном размешивании, не допуская комкования зерна, выливали его в групповую форму. После заполнения формы

накрывали сырную массу серпянкой и доской и подпрессовывали в течение 30 мин. с нагрузкой 1:1. Затем подпрессованный пласт разрезали на бруски, завертывали в салфетки, раскладывали по прессовальным формам и прессовали 90 мин. с давлением 0,5 кг/см².

Посолка сыра в рассоле продолжалась в среднем 5 суток. Сыры созревали при следующих условиях: сразу после посолки до 2-месячного возраста их выдерживали в камере с температурой 14—16°. В первый месяц они находились под слизью, затем их мыли водой и постепенно подсушивали для наведения корки. С появлением корки, что обычно наступало в возрасте 45—50 дней, сыры парафинировали. Парафинированные сыры после 2-месячного возраста выдерживались 15 дней в камере с температурой 10—12°.

Химический состав сыров приведен в табл. 39.

Таблица 39

Показатели	Варианты опытов		
	ванна первая	ванна вторая	ванна третья
Сыр после прессования:			
влага (в %)	48,2	47,1	46,6
молочный сахар (в %)	1,54	1,43	1,19
Концентрация молочного сахара в водной фазе (в %)	3,23	3,00	2,57
Активная кислотность рН	6,19	6,11	6,05
Через 10 дней			
влага (в %)	43,1	44,2	43,7
Сыр зрелый:			
влага (в %)	42,4	43,4	42,8
соль (в %)	2,3	2,4	2,4
жир в сухом веществе (в %)	47,9	47,9	48,1

Влажность сыра после пресса из третьей ванны была несколько ниже, чем из других ванн. Возможно, что это обусловлено повышенной кислотностью сыра из этой ванны по сравнению с другими, хотя активная кислотность в сыре после прессования во всех выработках была недостаточной.

Содержание молочного сахара в этих сырах было высоким. То же самое можно сказать и о концентрации его в водной фазе сыра. Это объясняется слабым развитием молочнокислого процесса во время обработки зерна в ванне. Действительно, развитие молочнокислых бактерий во время варки и прессования тормозилось (399—741 млн.), что подтверждается большим количеством молочного сахара, чем в других опытах, а отсюда и более низкой активной кислотностью.

Понижение содержания молочного сахара в сырах из третьей ванны объясняется удалением его при разведении в этой ванне сыворотки водой, а также и несколько меньшим начальным содержанием влаги.

Исключительно большая разница обнаружена в потерях влаги за первые 10 дней созревания, включая посолку.

Наибольшие потери влаги в сырах из первой ванны составляли 5,1%, наименьшие—в сырах из второй и третьей ванн—2,7—2,9%, т. е. в сырах с наливным формованием. Эта разница, возможно, обусловлена более быстрым проникновением соли в центральные слои сыра, что обеспечивает при взаимодействии белков сыра с солью в малых концентрациях повышение их гидрофильности.

Зрелые сыры имели высокую влажность. По-видимому, созревание под слизью препятствовало их усыханию. Содержание соли в сыре было немного недостаточным.

Применение наливного метода формирования степного сыра несколько стимулировало развитие бактерий (рис. 13), в результате чего объем микрофлоры в сырах второй и третьей ванны был выше, хотя влажность этих сыров после прессования была ниже, чем сыров из первой ванны (формование из пласта).

В дальнейшем, при созревании, влага лучше сохранялась в сырах, выработанных с применением наливного метода. Этим же можно объяснить и более высокий объем микрофлоры в сырах второй и третьей ванны, так как известно, что небольшие концентрации поваренной соли (0,5—1%) стимулируют размножение молочнокислых стрептококков [9].

Сыры из первой ванны имели хороший вкус, но специфический привкус почти отсутствовал (средний балл 40). Сыры из второй и третьей ванн обладали специфическим аммиачным привкусом. В сырах из второй ванны отмечались к тому же слегка кисловатый и слегка горьковатый привкусы (средний балл 39,6), а в сырах из третьей ванны — кисловатый привкус не ощущался (средний балл 39,2). Средняя оценка за вкус и запах была все же несколько выше в сырах из первой ванны, чем из последующих. Для придания большей остроты вкусу этих сыров и создания лучших условий развития слизи содержание соли в них должно быть увеличено примерно до 3%.

Консистенция сыра из всех ванн была хорошая, а в сырах из второй и третьей ванн встречались образцы даже с мажущейся консистенцией.

Рисунок сыра из второй и третьей ванн, как и следовало ожидать, был пустотным, что для данного случая признавалось нормальным.

Общая оценка качества сыра была почти одинаковой (из первой ванны 93,6 балла, второй—93,6 балла и третьей—93,4 балла).

Необходимо, кроме того, отметить, что при таком способе созревания получилась слабая корка, а иногда и плохо замкнутая поверхность, что приводило к появлению подкорочной плесени.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено: при соответствующих технологических условиях вкусу степного сыра можно придать оттенок вкуса латвийского сыра, что является характерным отличием его от костромского, и мягкую консистенцию;

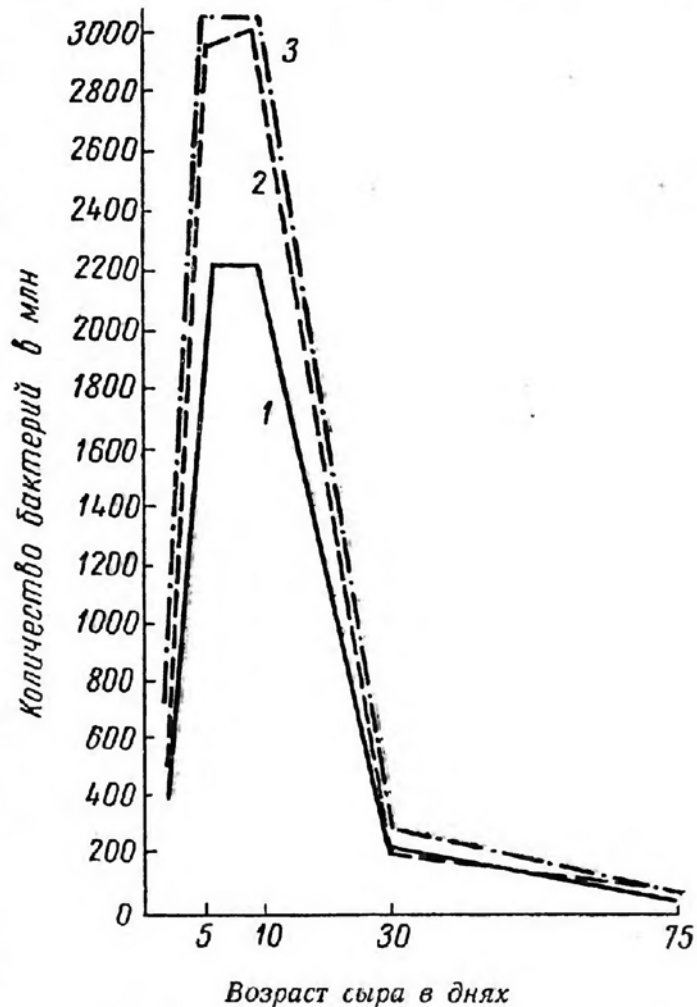


Рис. 13. Влияние на микробиологические процессы в степном сыре различных способов формирования: 1—температура второго нагревания 40°, влажность сыра после прессования 48,2%; 2—температура второго нагревания 38°, наливной метод, влажность 47,1%; 3—температура второго нагревания 38°+15% воды, влажность 46,6%.

к существенным недостаткам этого технологического варианта следует отнести появление пороков внешнего вида сыра (слабая корка и подкорочная плесень), которые могут обесценивать качество продукта. Для ухода за сыром при этом способе созревания необходимы дополнительные затраты труда на частое перетиранье и перевертывание сыра.

ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОСТРОМСКОГО И СТЕПНОГО СЫРОВ

Направление микробиологических и биохимических процессов при созревании костромского сыра определяется температурой второго нагревания, влажностью сыра, характером брожения и развитием молочнокислого процесса. Последние два фактора находятся в зависимости от состава бактериальной закваски, содержания в сырной массе молочного сахара и условий выработки сыра.

Температура второго нагревания является одним из важнейших факторов формирования видовых особенностей костромского сыра.

С повышением температуры увеличивается сжатие гелевой структуры сычужного сгустка и внутреннее давление сырного зерна. В связи с этим ускоряется обезвоживание сырной массы и уменьшается влажность сыра. Поэтому влияние температуры второго нагревания на формирование особенностей сыра нельзя рассматривать в отрыве от его влажности.

Специфическое действие температуры проявляется в регулировании общего объема микрофлоры и ее селекции. Нагревание сырного зерна до температуры выше 40° сопровождается уменьшением общего объема микрофлоры, понижением количества ароматообразующих стрептококков типа *Str. diacetylactis*, увеличением содержания палочковидных форм бактерий и ослаблением бродильной способности бактерий. Влияние температуры особенно заметно проявляется, когда она достигает 46°.

Качественные и количественные изменения состава микрофлоры сыра под влиянием нагревания существенно влияют на биохимические процессы при его созревании. С повышением температуры значительно уменьшается активность анаэробных дегидраз сыра, что связано с вымиранием микрофлоры, с более интенсивным автолизом бактериальных клеток.

Уменьшается общий объем протеолиза белковых веществ и увеличивается глубина их распада — повышается содержание в сыре свободных аминокислот. В их составе начинает преобладать глутаминовая кислота, явление, характерное для сыров с высокими температурами второго нагревания.

Обработка сырного зерна при температуре 46° вызывает появлениепряного вкуса, не свойственного данному виду сыра. Особенно резко ухудшается его консистенция; она становится грубой и непластичной. Эта температура второго нагревания является совершенно неприемлемой для производства костромского сыра.

Понижение температуры второго нагревания до 40° способствует получению сыра с повышенной влажностью, общему развитию микрофлоры, повышению их бродильной активности, сохранению более длительного времени дегидразной активности и ослаблению автолиза бактериальных клеток. Протеолиз параказеина в этих условиях идет в направлении интенсивного образования промежуточных продуктов (растворимых белковых веществ, полипептидов). При этом содержание свободных аминокислот по отношению к общему растворимому азоту сыра уменьшается, а их относительный состав сохраняется постоянным, независимо от влажности сыра.

Развитие молочнокислого процесса в сыре зависит от его влажности. С повышением влажности увеличивается содержание в сыре молочного сахара, а также концентрация молочной кислоты, образующейся в резуль-

тате брожения. Заметно улучшается консистенция сыра, но вместе с этим появляется излишне кисловатый привкус, вызываемый повышенной кислотностью. Нередко появляется и горьковатый вкус.

Наиболее высокую оценку получили опытные сыры с влажностью 41—43%, выработанные при температуре 43° (второе нагревание). Однако консистенция этих сыров не была отличной. Следовательно, повышение влажности сыра должно сочетаться не только с величиной температуры второго нагревания, но и с другими факторами. К этим факторам следует отнести концентрацию в водной фазе сыра молочного сахара и активную кислотность.

Концентрация в водной фазе сыра молочного сахара зависит от следующих причин: содержания его в молоке, влажности сыра, степени его сбраживания во время обработки сырного зерна в ванне, применения воды при выработке сыра, а также состава бактериальной закваски.

Связь содержания в сыре молочного сахара с его влажностью и количеством сахара в молоке вполне очевидна. Сбраживание молочного сахара во время обработки сырного зерна в ванне имеет определенное значение для последующего процесса созревания сыра.

Поэтому длительность обработки сырного зерна в ванне должна увязываться с интенсивностью молочнокислого процесса, нарастанием кислотности и скоростью обезвоживания сырного зерна. При длительной обработке сырного зерна понижается концентрация молочного сахара в водной фазе сыра.

В сырах, получивших лучшую оценку вкуса, рН равнялась 5,20, т. е. максимальная активная кислотность была выше того значения, которое установлено для круглого голландского сыра (рН 5,0—5,1), что является характерным для костромского сыра.

Поддержание активной кислотности на уровне рН выше 5,20 в условиях высокой влажности сыра (43—45%) не всегда представляется возможным без регулирования концентрации молочного сахара в водной фазе сыра, которая для данного вида сыра, по-видимому, должна находиться в пределах 2,0—2,3%.

Эффективным способом понижения концентрации молочного сахара в сыре является добавление воды перед вторым нагреванием. При разведении сыворотки водой в количестве 10% к общему объему смеси (с отливом 30% молочной сыворотки), содержание молочного сахара сокращается на 25% и максимальное значение активной кислотности (рН) понижается примерно на 0,05—0,09.

Разведение сыворотки в указанных выше количествах даже несколько усиливает молочнокислый процесс, так как развитие молочнокислых бактерий при этом не подавляется, а наблюдается даже некоторое повышение их ферментативной активности.

При уменьшении количества молочного сахара в сыре снижаются потенциальные возможности нарастания излишней кислотности и тем самым повышается активность протеолитических ферментов. В сырах с применением воды количество растворимого азота на 3,81% выше, чем в сырах без применения воды, что составляет почти 20% общего его содержания. Наряду с этим увеличивается количество свободных аминокислот (на 10%). Замечательно то, что соотношение отдельных аминокислот сохраняется постоянным и не зависит от кислотности сыра.

Разведение сыворотки водой отражается также на понижении количества кальциевых и фосфорнокислых солей в водной фазе сыра, причем потеря фосфорнокислых солей превышает потерю кальциевых солей, вследствие их связи с параказеином.

Выработка костромского сыра с повышенной влажностью и несколько пониженным содержанием молочного сахара в результате прибавления воды оказывает положительное влияние на его качество. Улучшается консистенция и, как правило, устраняется излишне кислый вкус. В этом

отношении категорическое запрещение применения воды в производстве костромского сыра является необоснованным.

Молоко, используемое для опытов, отличалось плохой сычужной свертываемостью. Казалось, что эти явления должны были послужить причиной возникновения «самокола». Однако этого порока сыра при нормальной выработке не было. Но он возникал в результате применения в качестве закваски культур одного вида *Str. lactis* и не наблюдался, если в состав закваски дополнительно вводили *Str. diacetylactis*. Он возникал также, если концентрация молочного сахара в водной фазе была повышенной. Таким образом, в возникновении порока «самокол» биоло-

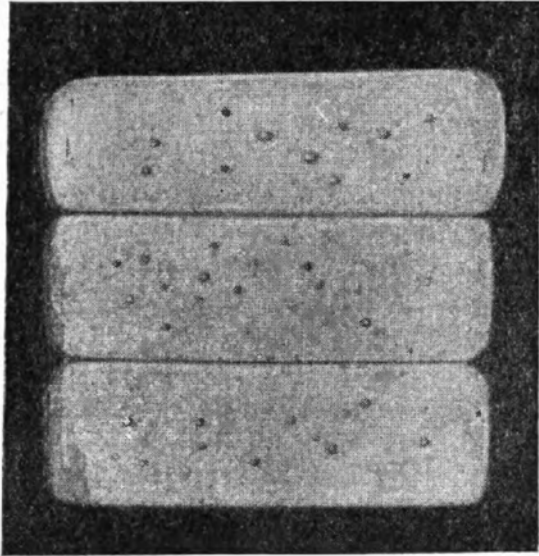


Рис. 14. Рисунок типичного костромского сыра.

гический фактор играет весьма существенную роль. Самокол обычно появлялся при несвоевременном газообразовании и прохождении молочнокислого процесса на более высоком уровне активной кислотности.

По характеру микробиологических и биохимических процессов костромской сыр принадлежит к группе голландских сыров и характеризуется следующими органолептическими свойствами: выраженный сырный вкус, в меру острый, не кислый или очень слабо кисловатый, возможно наличие слегка сладковатого (орехового) привкуса; консистенция — пластичная, рисунок — правильный, равномерно расположенный (рис. 14).

Нормальный технологический процесс выработки костромского

сыра с присущими ему органолептическими свойствами определяется следующими объективными условиями.

1. Составом бактериальных заквасок. Их основной фон определяется бактериями *Str. lactis*. Непременным компонентом закваски являются ароматообразующие бактерии типа *Str. diacetylactis*, *Str. paracitrovogus*, обладающие нормальной способностью к газообразованию.

2. Температурой второго нагревания, которая должна находиться в пределах 40—43°. Если молоко обладает повышенной способностью к обезвоживанию, то следует придерживаться нижней границы указанных температур, а в обычных условиях лучшая температура 43°.

3. Влажность сыра после прессования должна находиться в пределах 41—43%. Если при этой влажности получают сыры с неудовлетворительной консистенцией, то она может быть повышена до 43—45% при условии внесения в сыворотку 10% (к общему объему смеси) воды. Влажность сыра не рекомендуется увеличивать путем значительного сокращения продолжительности обработки сырного зерна в ванне, ее следует регулировать согласно зрелости молока, температуре второго нагревания, но в указанных выше пределах.

4. Обеспечением нормального развития молочнокислого процесса при выработке и созревании сыра. Это достигается внесением в пастеризованное молоко 0,3—0,5% бактериальной закваски и контролем ее нормального состава. Максимальная активная кислотность, наступающая через 3—4 дня, не должна быть ниже рН 5,20. Однако молочнокислый процесс должен получить надлежащее развитие до посолки сыра. Показателем слабой активности этого процесса служит величина активной кислотности сыра после прессования в пределах рН 6,0—6,2.

5. Количество хлористого натрия в сыре должно находиться в пределах 2,0—2,5%.

6. После посолки сыры следует выдерживать до 2-месячного возраста при температуре 12—16°. Надо иметь в виду, что при пониженных температурах созревания брожение несколько замедляется, при повышенных — ускоряется. В дальнейшем до кондиционной зрелости сыры выдерживают при температуре 10—12°. Изобилие слизи на сырах во время созревания нежелательно. Появление ее предупреждается обычными способами, принятыми в сыроделии.

Микробиологические и биохимические процессы, протекающие в степном сыре при созревании, мало отличаются от процессов в костромском сыре. Небольшие отличия вызываются постановкой крупного зерна, несколько более высоким содержанием в сыре влаги и хлористого натрия.

Из двух возможных способов выработки степного сыра — с оттенком вкуса латвийского и без него — предпочтение следует отдать последнему, потому что, во-первых, сыры с оттенком вкуса латвийского имеются в нашем отечественном ассортименте (сыр волжский), во-вторых, выработка сыров со слизью связана с дополнительными затратами труда по уходу за ними при созревании. Таким образом, степной сыр является разновидностью костромского с некоторыми отличительными свойствами, а именно: выраженный сырный вкус, несколько более соленый, чем у костромского сыра, слегка кисловатый, консистенция мягкая и слегка пластичная. Допускается наличие неправильного, пустотного рисунка.

Нормальный технологический процесс выработки степного сыра характеризуется следующими показателями.

1. Температура второго нагревания в пределах 40—42° и влажность сыра после прессования в пределах 44—46°. Для достижения указанной влажности сычужный сгусток дробят до величины зерна 6—8 мм и соответственно подбирают температуру второго нагревания и длительность обработки сырного зерна в ванне.

2. Концентрацию молочного сахара и активную кислотность регулируют путем добавления в сыворотку воды перед вторым нагреванием в количестве 10—15% после отлива 30—35% сыворотки. Максимальная активная кислотность сыра не должна превышать определенные величины рН и быть ниже 5,20—5,15.

3. Обеспечение нормального развития молочнокислого процесса при выработке и созревании сыра, достигаемое внесением в пастеризованное молоко 0,3—0,5% бактериальной закваски, и контроль за ее составом в отношении наличия в нем ароматообразующих бактерий *Str. diacetylactis* и *Str. paracitrovorus*.

4. Соли в зрелом сыре должно содержаться 2,5—3,0%.

5. Температурный режим созревания такой же, как и костромского сыра.

ВЫВОДЫ

1. Формирование видовых особенностей костромского и степного сыров происходит под влиянием температуры второго нагревания, развития молочнокислого процесса, характера брожения, состава бактериальных заквасок, содержания влаги в сыре после прессования и активной кислотности при его созревании, зависящей от содержания в сырной массе молочного сахара.

2. Главными объективными показателями нормального технологического процесса костромского сыра являются: температура второго нагревания 40—43°, влажность сыра после прессования 41—43%, максимальное значение активной кислотности — рН не ниже 5,20, — содержание соли 2,0—2,5% и определенный состав бактериальной закваски. В закваску вводят энергичные кислотообразователи (*Str. lactis*) и два

вида ароматообразующих стрептококков (*Str. diacetylactis* и *Str. paracitrovogus*). Для степного сыра температура второго нагревания 40—42°, влажность сыра после прессования 44—46% и степень посолки 2,5—3,0%.

3. Большое влияние на качество и типичность сыров оказывает температура второго нагревания и их влажность после прессования. Температура второго нагревания выше 43° приводит к излишнему обезвоживанию сырной массы, к явлениям селекции микрофлоры и изменению характера биохимических процессов при созревании. Вследствие этого ухудшается консистенция и сыр приобретает пряный вкус, характерный для сыров, изготовленных при высокой температуре второго нагревания. Температура второго нагревания ниже 40°, а в некоторых случаях и 40° при высокой влажности ведет к получению сыра с излишне нежной консистенцией, кисловатым вкусом и иногда горьковатым.

4. В получении типичного сыра важное значение имеет регулирование молочнокислого процесса, которое достигается сохранением нормального соотношения компонентов производственной закваски (*Str. lactis* и *Str. diacetylactis*), обеспечением оптимальной концентрации молочного сахара в сырной массе (2,0—2,5%) разбавлением сыворотки водой и надлежащим развитием молочнокислого процесса при обработке сырного зерна в ванне.

5. Костромской сыр по характеру развития микробиологических и биохимических процессов является типичным представителем группы твердых сыров, изготавливаемых при низкой температуре второго нагревания. Для него характерны: выраженный сырный вкус, не кислый или со слегка кисловатым оттенком, возможен слегка сладковатый (ореховый) привкус; консистенция пластичная, рисунок правильный, равномерно расположенный. Степной сыр является разновидностью костромского и отличается от него более мягкой консистенцией, более выраженной остротой и легкой кисловатостью.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Парашук С. В., Казанский М. М., Королев А. Н., Коваленко М. С., Технология молока и молочных продуктов, Пищепромиздат, 1949.
2. Королев А. Н., Самостоятельность русской технологии производства сыра, «Молочная промышленность», 1948, № 8.
3. Парашук С. В., Королев А. Н., Желтаков А. И., Коваленко М. С., Технология молока и молочных продуктов, Пищепромиздат, 1939.
4. Schulz, M. E. *Molkerei—Lexicon*, 3. Aufgabe 1952.
5. Воробьев А. И. и Королев А. Н., Внесение воды в сыворотку в процессе производства сыра, НИМИ, вып. 7, Пищепромиздат, 1940.
6. Моисеева Н. А., Влияние температуры второго нагревания на формирование видовых особенностей сыра, Автореферат диссертации, МТИМП, 1953.
7. Королев С. А., Техническая микробиология молока и молочных продуктов, Пищепромиздат, 1940.
8. Кожевников И. Н., Уточнение технологической инструкции в целях получения типичного голландского сыра, ВНИИМС, 1952.
9. Сокольская А. П., Влияние поваренной соли на развитие молочнокислых бактерий, «Молочная промышленность», 1955, № 2.
10. Климовский И. И., Тихомирова Т. В., Чекалова К. А., Шляпникова Н. А., Природа растворимых белковых веществ голландского сыра, «Молочная промышленность», 1957, № 1, 25—26.
11. Vode, F., *Biochem. Zeitschrift*, 326, стр. 433—435.
12. Белозерский А. Н., Проскураков И. И., Практическое руководство по биохимии растений, Госиздат, 1951.
13. Сорокин В. В., Сыроделие, Пищепромиздат, 1948.
14. Климовский И. И., Тихомирова Т. В., Чекалова К. А., Шляпникова Н. А., Полипептиды и фосфорсодержащие соединения голландского сыра и их связь с процессом созревания, «Молочная промышленность», 1957, № 3, 30—32.
15. Петте Д. (Голландия), Развитие вкуса сыра в процессе его созревания, Труды XIII Международного конгресса по молочному делу, т. 2, стр. 557—564.

16. Цолликофер Е., Шмидт А., Исследования прогорклого горношвейцарского сыра, Труды XIII Международного конгресса работников молочного дела, ИЛ, 1955.
 17. Радсфельд Х., Горькие соединения в сыре, Труды XIII Международного конгресса работников молочного дела, ИЛ, 1955.
 18. Богданов В. М., К вопросу о подборе заквасок для сыра, «Молочно-маслодельная промышленность», 1937, № 1.
 19. Палладина О. К., Изучение бактериальных заквасок для сыра, «Микробиология», т. VII, вып. 5, 1938.
 20. Czulak, J. Hammond, Z. The Australian Dai. Techn., 9, 1, 15, 1954.
 21. Swartling, P., Mattson S., XIII Int. Dai. Congr. V, II. 615, 1953.
 22. Csiszar, J., Tomka, G., XIV Int. Dai. Congr. 1956, V, II, 114.
 23. Czulak, J., The Austral. J. Dai. Tech., V, 9, № 2, 79, 1954.
 24. Богданов В. М., Применение протеолитически активных рас молочнокислых микробов «Молочная промышленность», 1935, № 5.
 25. Рунов Е. В., Подбор бактериальных заквасок для сыров голландского типа, Пищепромиздат, 1947.
-

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МОЛОКА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОКИСЛЫХ СТРЕПТОКОККОВ

Канд. биол. наук М. Р. ГИБШМАН

Всякие изменения в свойствах молока весьма существенно влияют на размножение и биохимические функции бактерий.

По нашим данным [1], [2], молочнокислые бактерии чувствительны к сезонным изменениям в биологических свойствах молока. Менее чувствительными в этом отношении являются активные штаммы *Str. lactis*, но и они продуцируют меньшие количества молочной кислоты в молоке, полученном в весенний период. Значительно более чувствительны ароматообразующие стрептококки вида *Str. paracitrovorus* и *Str. citrovorus*, которые при перевивках в молоке весеннего периода теряли способность к сбраживанию сахаров и образовывали меньшие количества летучих жирных кислот.

В литературе имеются указания, что ароматообразующие стрептококки в молоке зимнего периода продуцировали пониженные количества летучих жирных кислот [3], что *Str. diacetylactis* продуцировали самое незначительное количество диацетила в апреле [4]. В зимний период активность культур *Str. lactis* и *Str. cremoris* [5] понижалась; объясняется это содержанием в молоке ингибиторного вещества, действие которого летом гасится в результате достаточного содержания в нем ростовых веществ. Наконец, некоторые исследователи [6] подчеркивают, что сезонные колебания в биологических свойствах молока проявляются повсеместно, по отношению всех штаммов молочнокислых бактерий, какова бы ни была природа молока или его тепловая обработка.

В настоящих исследованиях мы выяснили влияние сезонных изменений в свойствах молока на способность ароматообразующих стрептококков к образованию газа (CO_2), поскольку развитие рисунка в сыре обуславливается их деятельностью. Кроме того, по нашим данным, они играют большую роль в обогащении вкусового букета сыра и улучшении его консистенции [7].

Для изучения были взяты 5 штаммов *Str. paracitrovorus* с разной способностью к газообразованию и 4 — *Str. diacetylactis*. В процессе работы их периодически (в 1956 г. — в марте, мае, июле и октябре, а в 1957 г. почти ежемесячно) отвивали в молоко от трех разных молочных ферм. Повторность опытов трех-четырежды (молоко брали от каждой фермы 3—4 раза в месяц).

При исследовании проверяли способность культур к газообразованию и кислотообразованию (в приборах Эйнгорна с выдержкой при 30° в течение четырех дней).

Двухлетние наблюдения показали, что сезонные изменения в свойствах молока оказывали весьма существенное влияние на способность *Str. paracitrovorus* к газообразованию, и позволили отметить некоторые общие закономерности.

Наибольшее количество газа ароматообразующие стрептококки продуцировали при перевивках их на молоке летнего периода и первые месяцы — осеннего: в 1956 г. — с мая по октябрь, а в 1957 г. — с июня

по август — октябрь, т. е. в течение пастбищного периода кормления коров и в конце его (рис. 1). В зимний и особенно в весенний периоды (конец стойлового содержания коров) способность культур к газообразованию при перевивках на молоке этого периода резко подавлялась. Следовательно, летнее молоко содержит вещества, которые стимулируют способность ароматообразующих стрептококков к газообразованию. Отмечено также, что активность штаммов *Str. paracitrovogus* в отношении кислотообразования в молоке не всегда совпадала с их способностью к продуцированию газа. Так, примерно при одной и той же титруемой

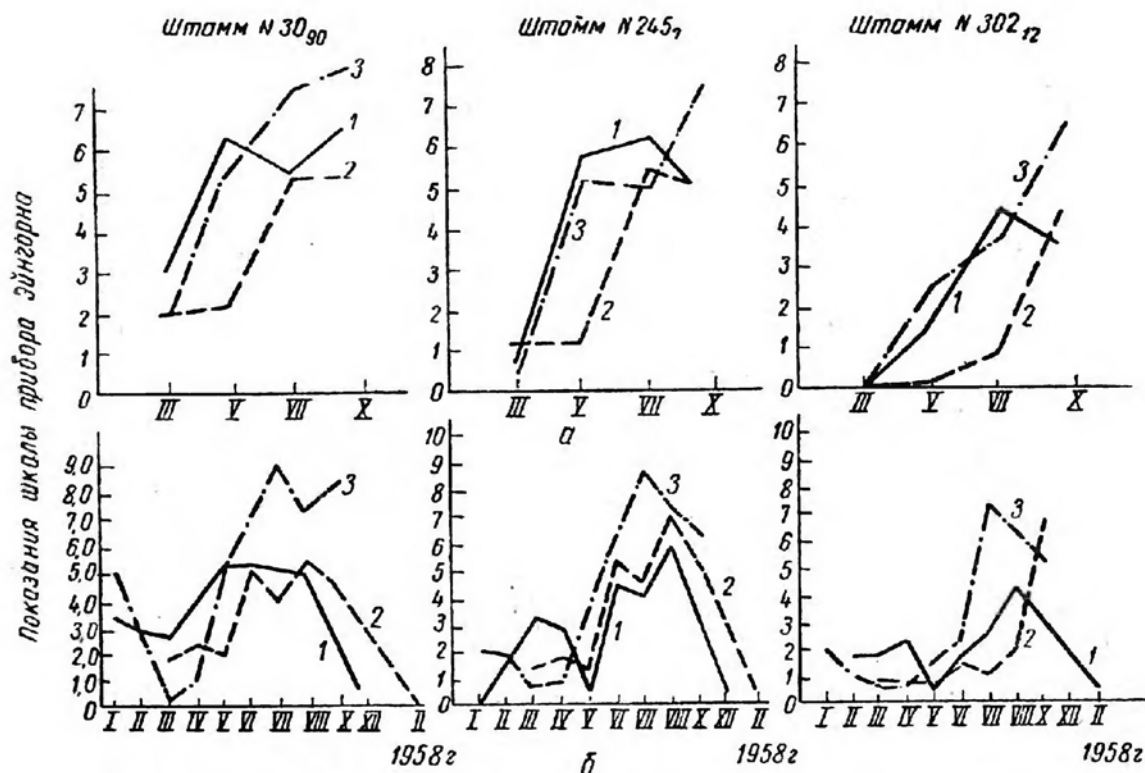


Рис. 1. Колебания в способности штаммов *Str. paracitrovogus* №№ 3090, 2457, и 30212 к газообразованию в молоке, полученном в разные сезоны и от разных молочных ферм:

а — наблюдения за 1956 г.; б — за 1957—1958 гг.; 1 — молоко от фермы Алтыново; 2 — фермы «1 Мая»; 3 — фермы «Урожай».

кислотности они образовывали разные количества газа: при кислотности $68^{\circ}T$ продуцировали газа — 0,2 (деления прибора Эйнгорна), а при $70^{\circ}T$ — значительные количества — 4,4.

Можно все же отметить, что при более активном кислотообразовании в молоке, которое наблюдали в июле—октябре, *Str. paracitrovogus* продуцировали также и большее количество газа.

Способность к газообразованию у *Str. paracitrovogus* зависела от свойств самих штаммов. Одни из них продуцировали в молоке значительные количества газа (данные приведены на рис. 1), другие — ничтожно мало (следы).

Культуры *Str. diacetylactis*, в отличие от *Str. paracitrovogus*, являются довольно активными кислотообразователями и при развитии в жидких средах (молоке, синтетической) сдвигают реакцию среды в кислую зону в такой мере, что образование газа тормозится.

Заметное влияние на способность ароматообразующих стрептококков к газообразованию оказывает перевивка их в молоко от разных стад. Самое сильное газообразование было отмечено у штаммов *Str. paracitrovogus* при перевивках на молоке, полученном с фермы «Урожай», и более низкое — с фермы «1 Мая» и «Алтыново».

Эти различия в основном были обусловлены содержанием и кормлением коров и условиями получения молока, так как на двух фермах коровы были одной ярославской породы, а в «Алтынове» — 54% коров было ярославской породы, 23% гибриды ярославской и остфризской и 23% — остфризской. Для выявления возможных причин таких колебаний в свойствах молока мы ознакомились с кормовыми рационами на этих фермах и химическим составом молока. На ферме «Алтыново» коровы в течение года получали сбалансированный по белку (полноценный) корм: зимой и весной — сено, корнеплоды, силос и концентрированные корма, а летом — зеленый корм и дополнительно еще концентрированные корма (на других фермах рационы нам не известны полностью). Несмотря на полноценное кормление коров в течение года, на этой ферме при перевивке культур на молоке в разные сезоны года также отмечены колебания в газообразовании.

Исследования химического состава молока этих трех ферм, проводившиеся ежемесячно в течение 1956 и 1957 гг.¹, показали некоторые колебания в его составе по сезонам и в зависимости от условий содержания коров на фермах.

Содержание сухих веществ в молоке было самым низким весной (11,2—12,2%) и более высоким осенью и зимой (начиная с сентября 13,1—14,6%). Белка, в том числе и казеина, также в период с февраля по май содержалось в молоке меньше (белка 2,66—2,90%, казеина 2,05—2,28%), чем в осенние и зимние месяцы (3,07—3,83%). Количество молочного сахара колебалось в течение года в пределах 4,97—5,02% с более низким содержанием его в осенние месяцы.

Наблюдения показали, что в зимний период, когда в молоке повышалось количество сухих веществ и белка, газообразование у *Str. paracitrovogus* понижалось.

Следовательно, способность их к газообразованию не находится в прямой связи с содержанием в молоке указанных веществ. Однако на молоке с фермы «Урожай», в котором содержание сухих веществ было более высоким («Урожай» — 14,9%, «1 Мая» — 13,50% и «Алтыново» — 12,08%), штаммы *Str. paracitrovogus* продуцировали и большее количество газа. Поэтому возможно, что повышение содержания сухих веществ в молоке оказывает некоторое положительное влияние на биохимические функции бактерий.

С целью выяснения вопросов, каких соединений не хватает в молоке весеннего периода для активного продуцирования газа ароматообразующими стрептококками, к нему добавляли разные источники углерода и обогащали его факторами роста. При добавлении глюкозы, галактозы, лактозы, лимоннокислого натрия и солей молочной кислоты способность ароматообразующих стрептококков к образованию газа не усиливалась.

Положительные результаты получены при введении в молоко зимнего и весеннего периодов дрожжевого автолизата (десятые доли процента), вытяжки из проросших хлебных зерен или других препаратов, богатых факторами роста. Количество газа, образуемого ароматообразующими стрептококками, повышалось в этих случаях до уровня, который мы получали на лучшем молоке в летний период. По-видимому, понижение способности у *Str. paracitrovogus* к образованию газа в зимний и весенний периоды в значительной степени обусловлено недостатком в молоке факторов роста. Это в свою очередь, связано с обеднением кормов в конце стойлового периода ростовыми веществами [8]. Интересно было проверить, при наличии каких источников углерода ароматообразующие стрептококки могут продуцировать газ. Для этого к синтетической среде следующего состава (в %):

¹ Сотрудницей ЦНИИМСа Л. Г. Степановой.

фосфорнокислый калий, однозамещенный	0,5
фосфорнокислый натрий, двухзамещенный	0,2
сернокислый магний	0,1
хлористый натрий	0,1
хлористый аммоний	следы
хлорное железо	"
сернокислый аммоний	"
пептон	0,5
дрожжевой автолизат	2

добавляли в отдельности лактозу, глюкозу и галактозу (по 1%) и 0,3% лимоннокислого натрия (цитрата), а также их смеси.

Повторность опытов десятикратная (данные приводим для четырех штаммов, так как штамм 9₁₀, дававший в молоке ничтожные количества газа, на синтетической среде продуцировал его значительно больше).

Каждый из этих источников углерода в отдельности не давал удовлетворительных результатов, и количество образуемого газа было ничтожным (рис. 2).

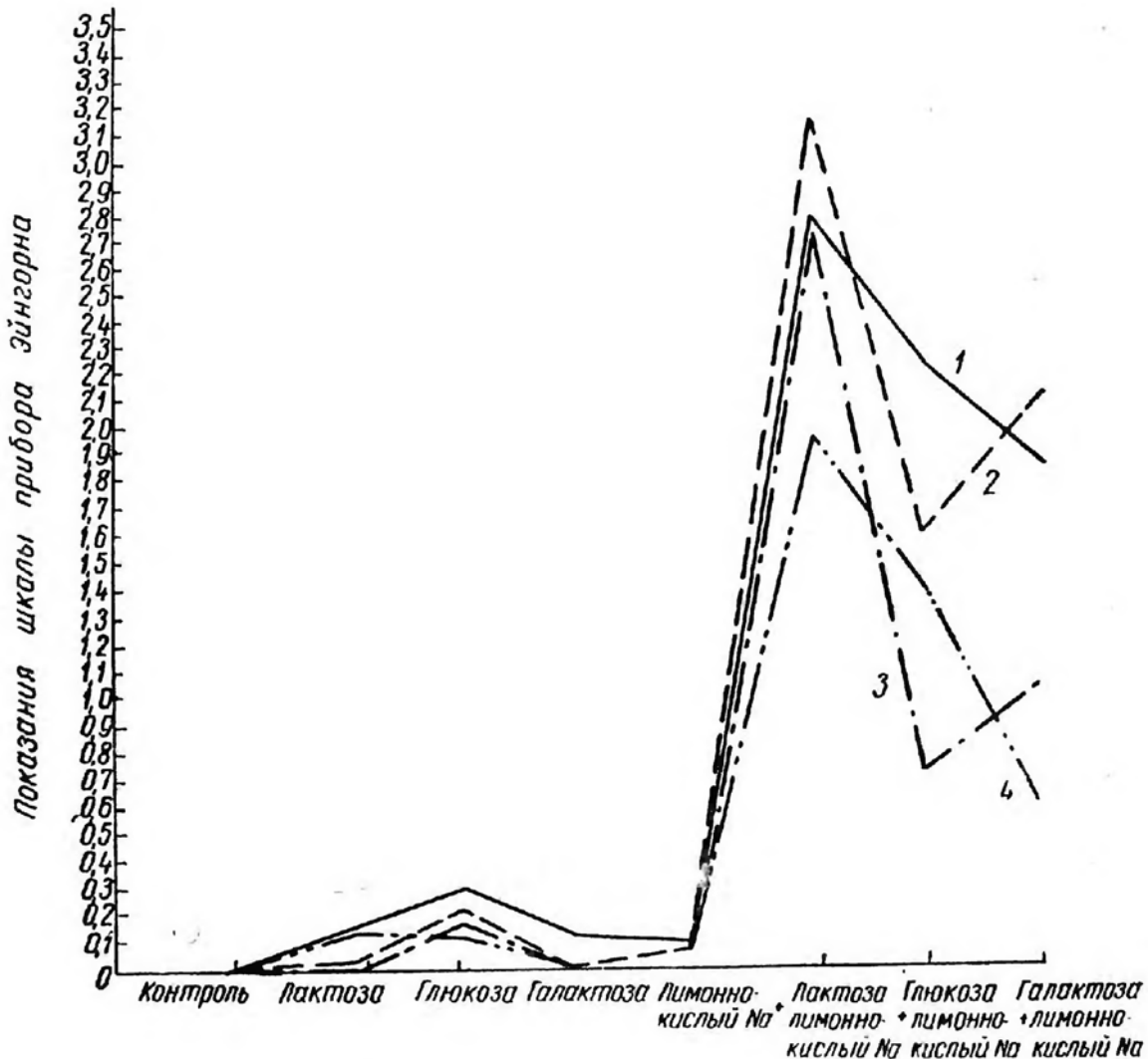


Рис. 2. Продуцирование газа разными штаммами *Str. paracitrovovogus* на синтетической среде с добавлением сахаров и цитрата натрия:

1—штамм № 30₉₀; 2—штамм № 245; 3—штамм № 302₁₂; 4—штамм № 9₁₀.

Совершенно иная картина наблюдалась, когда в синтетическую среду вводили одновременно какой-либо один из трех сахаров и цитрат. Самое сильное газообразование, приближающееся к газообразованию в летнем молоке, было получено при внесении в среду одновременно лак-

тозы и цитрата и значительно меньшее — при замене лактозы глюкозой или галактозой.

Кроме того, в качестве источника углерода были испытаны кислоты: молочная, уксусная, пировиноградная, а также соли молочной кислоты. В этих опытах ни в одном случае не наблюдалось образования газа в количестве, которое имело бы практическое значение.

Дополнительное введение в среду факторов роста — дрожжевого автолизата или печеночного экстракта газообразования не усиливало при раздельном внесении сахаров и цитрата. Такую же картину наблюдали у культур *Str. diacetylactis*, которые продуцировали небольшие количества газа только при одновременном внесении в среду сахара (лучше лактозы) и цитрата.

Следовательно, активное продуцирование газа ароматообразующими стрептококками возможно только тогда, когда в среде одновременно содержатся молочный сахар и цитрат (или лимонная кислота). Однако, как увидим ниже, наличие в среде этих двух компонентов еще не решает полностью вопроса о газообразовании.

В молоке весеннего периода ароматообразующие стрептококки почти не продуцируют газа, хотя в нем содержится большое количество молочного сахара — 4,92%, и достаточное — лимонной кислоты (добавление к этому молоку 0,3% лимонной кислоты или цитрата не усиливало газообразования).

Только при введении в молоко весеннего периода даже очень небольших количеств препаратов, богатых факторами роста, способность ароматообразующих стрептококков к газообразованию повышалась до уровня, который мы наблюдали в лучшие летние месяцы.

Таким образом, факторы роста, содержащиеся в молоке в достаточном количестве, играют очень большую роль в активизации биохимических функций ароматообразующих стрептококков.

Одновременно было отмечено, что количество клеток в культуре, размножающейся в молоке летнего периода, было всегда больше, чем в молоке весеннего периода. Следовательно, недостаточность биологических свойств молока в весенний период оказывает влияние не только на биохимические функции бактериальной клетки, но и на функцию размножения.

На развитие и биохимические свойства бактерий оказывают влияние и другие биологические факторы. Известно, что между молочнокислыми бактериями могут быть как симбиотические, так и антагонистические взаимоотношения. При подборе культур в лаборатории заквасок ЦНИИМСа всегда используют штаммы, которые не являются антагонистами и не вытесняют друг друга при совместном культивировании.

Продукты жизнедеятельности одних бактерий могут или стимулировать, или подавлять развитие и биохимические функции других бактерий.

Продукты жизнедеятельности некоторых штаммов *Str. lactis* (полученные путем фильтрования 24-часовой культуры в молоке через фильтр Зейтца) при добавлении их к молоку весеннего периода стимулировали образование газа у *Str. paracitrovorus* [3]. Поэтому в смешанной закваске, в составе которой имеется несколько штаммов *Str. lactis*, *Str. diacetylactis* и *Str. paracitrovorus*, а также в сыре, выработанном на этой закваске, всегда есть продукты жизнедеятельности бактерий, которые могут активизировать биохимические функции и размножение ароматообразующих стрептококков, если эти бактерии являются стимуляторами, а не антагонистами.

Однако в весенний период подавляется биохимическая активность и способность к размножению не только у ароматообразующих стрептококков, но в какой-то мере и у других бактерий, входящих в состав закваски.

Поэтому в весенний период при изготовлении закваски, как в лабораторных, так и производственных условиях, необходимо следить, чтобы ароматообразующие стрептококки в составе закваски сохранялись. Это важно, поскольку они оказывают большое влияние на качество сыра. Молоко в весенний период нужно обогащать факторами роста—добавлять дрожжевой автолизат (десятые доли процента). Этот вопрос можно решить также при помощи бактериальных гидролизатов.

ВЫВОДЫ

1. Сезонные изменения в свойствах молока оказывают большое влияние на биохимическую активность и размножение молочнокислых стрептококков. Более чувствительными в этом отношении являются ароматообразующие стрептококки, которые играют большую роль в образовании рисунка сыра, участвуют в создании вкусового букета и влияют на консистенцию сыра. Менее благоприятным периодом для культивирования молочнокислых бактерий, особенно ароматообразующих, является март, апрель и начало мая (конец стойлового содержания коров), когда биологические свойства молока ухудшаются вследствие обеднения его факторами роста.

В этот период при культивировании молочнокислых бактерий к молоку нужно добавлять препараты, богатые факторами роста (дрожжевой автолизат, или гидролизаты — 0,05—0,2%).

2. На биохимические функции ароматообразующих стрептококков оказывают влияние продукты жизнедеятельности молочнокислых бактерий, входящих в состав закваски. Поэтому важной задачей лабораторий, выпускающих бактериальные закваски, является правильный подбор культур.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гибшман М. Р., Изменчивость молочнокислых стрептококков, Диссоциация гетероферментативных стрептококков, «Микробиология», т. 17, вып. 4, 1948.
2. Гибшман М. Р., Аристова В. А. и Дерябина Е. Н., Изменение активности молочнокислых стрептококков при культивировании их в молоке разных сезонов года, Сборник рефератов научных работ, вып. 4, Пищепромиздат, 1957.
3. Дерябина Е. Н., Влияние *Str. lactis* и их фильтров на развитие в молоке *Str. paracitrovovus*, «Микробиология», т. 15, вып. 1, 1956.
4. Круглова Л. А., Влияние некоторых факторов на биологическую полноценность молока, Автореферат диссертации (С. Х. Академии им. К. А. Тимирязева), 1954.
5. Czulak J., Meanwell, Seasonal variation in cheese starter activity, Dairy Sci Abst. v. 15, № 12, 991, 1953.
6. Kosikowski F. V. and Mocquot G., Advances in cheese technology, Rome, 1958.
7. Гибшман М. Р., Климовский И. И., Влияние состава закваски на микробиологические и биохимические процессы в костромском сыре, Доклад на XV Международном конгрессе по молочному делу в Лондоне, 1959.
8. Солун А. С., Витаминное питание сельскохозяйственных животных, Сельхозгиз, 1944.

ПРИЛИПАНИЕ СЫЧУЖНОГО СГУСТКА И СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЕГО

Ст. научн. сотрудник А. П. ПОДСОБЛЯЕВ

Прилипание сычужного сгустка к стенкам сырных ванн создает определенные трудности при работе на механизированных и особенно автоматических линиях производства сыра.

Интерес к этому явлению возник давно. В 1935 г. Петер и Мэдер [1] пытались количественно определить прилипание сычужного сгустка к различным материалам. Однако полученные ими данные, характеризующие прилипание сгустка, относительны и дают только сравнительную оценку этого явления.

Были проведены также исследования по предотвращению прилипания сычужного сгустка к различным материалам. Испытывались разнообразные покрытия, снижающие адгезионные свойства поверхности, соприкасающейся со сгустком. Тем не менее эти опыты не вышли из стадии лабораторных исследований.

Исследуя прохождение электрического тока через молоко, свертываемое сычужным ферментом, М. Е. Шульц [2] установил, что полярность (знак заряда) стенок сосуда оказывает существенное влияние на характер прилипания к ним сычужного сгустка. При этом указывается, что сгусток прилипал к отрицательно заряженным стенкам и не прилипал к стенкам, заряженным положительно. Однако в работе не приведено количественной оценки прилипания сгустка, а проведенная нами проверка показала ошибочность некоторых данных.

С развитием работ по механизации процессов выработки сыра возникла необходимость дальнейшего изучения явления прилипания сычужного сгустка и разработки наиболее эффективных методов предотвращения прилипания. В связи с этим нами проведена количественная оценка прилипания сгустка к различным материалам и изучено влияние полярности и других электрических факторов на величину прилипания сычужного сгустка к стенкам ванн.

Прочность прилипания сычужного сгустка определяли на приборе Вейлера-Ребиндера, действие которого основано на принципе тангенциального смещения пластины внутри исследуемой системы при одновременном отрыве по всей поверхности раздела фаз. Прилипание сгустка характеризовалось предельным сопротивлением тангенциальному смещению пластины:

$$P = \frac{F_{np}}{s} \text{ Г/см}^2,$$

где: F_{np} — общее усилие, соответствующее моменту вырывания пластины;
 s — площадь пластины.

В работе использовали свежее сырое или пастеризованное молоко, выдерживаемое в термостатируемом сосуде при 34° и свертываемое сычужным ферментом.

При исследовании влияния полярности пластины на величину прилипания в термостатируемый сосуд помещали два электрода из нержавеющей стали диаметрально противоположно один другому и

параллельно пластине на расстоянии 3 см от нее. Для создания равномерного электрического поля площадь и форма электродов соответствовала площади и форме пластины, которую при помощи тонкой (диаметром 0,1 мм) проволоки включали в электрическую цепь.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Величина прилипания сгустка и тип его расслаивания с поверхностью пластины обусловлены главным образом двумя основными факторами: адгезией, т. е. прочностью прилипания сгустка к пластине, и когезией, т. е. прочностью самого сгустка.

Величина адгезии сычужного сгустка зависит от материала пластины и состояния поверхности адгезии. Прилипание сычужного сгустка к различным материалам происходит различно.

Опыты показали, что ряд материалов по уменьшению прочности прилипания к ним сычужного сгустка можно расположить в следующем порядке: стекло, алюминий, платина, нержавеющая сталь, белая жель, медь, никель. В этом ряду медь и никель занимают особое положение. Во всех случаях прочность прилипания незначительна, а характер расслаивания соприкасающихся поверхностей пластины и сгустка — чисто адгезионный.

Состояние поверхности оказывает значительное влияние на величину прилипания сгустка. Полировка, например, уменьшает прилипание, однако увеличение микроповерхности пластины не увеличило прилипания, как это следовало ожидать, а уменьшило. Этот эффект объясняется усилением капиллярной конденсации в порах пластины, что приводит к ускорению процесса синерезиса сгустка на границе раздела соприкасающихся фаз и, следовательно, к ослаблению прилипания сгустка.

Наряду с перечисленными факторами адгезия сычужного сгустка определяется в значительной степени его структурно-механическими свойствами. Как правило, прочность прилипания сычужного сгустка к пластине меняется одновременно и аналогично с изменением его прочности. Состояние сычужного сгустка не является устойчивым и сопровождается непрерывным изменением его во времени, сближением его структурных элементов, что приводит к увеличению прочности сгустка, а в дальнейшем к синерезису. Поэтому время взаимодействия сгустка с различными поверхностями существенно изменяет прочность его прилипания. Как видно из рис. 1, изменение прочности сычужного сгустка (определяемой по предельному напряжению вырывания пластины при обеспечении когезионного типа расслаивания фаз) и изменение прочности прилипания его к нержавеющей стали представляют аналогичную картину. Разница заключается лишь в том, что прочность сычужного сгустка повышается непрерывно, а прочность прилипания увеличивается до какого-то предельного значения (определяемого, очевидно, числом активных центров на материале пластины).

С целью изучения влияния концентрации кальциевых солей на прочность прилипания сычужного сгустка, соприкасающегося с пласти-

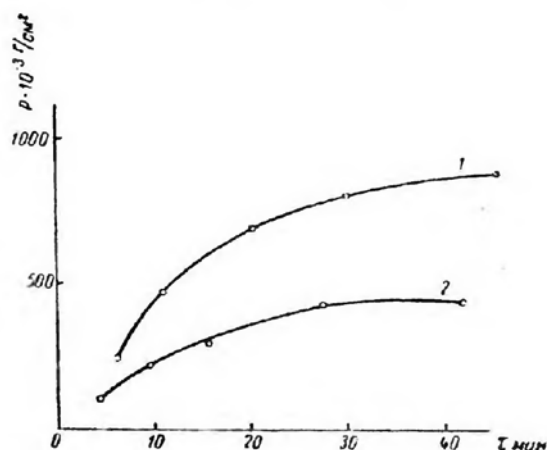


Рис. 1. Изменение прилипания и прочности сгустка во времени:

1—прочность сгустка; 2—прилипание его к пластине.

ной какое-то определенное время, использовались образцы молока, содержащие кальций соответственно 2,5; 6,4; 15,7 и 25,2 мг-экв/л молока. Во всех случаях в молоко вносили одинаковое количество сычужного фермента. Из графика, построенного на основании полученных данных (рис. 2), видно, что с увеличением концентрации кальция прочность прилипания сгустка стремится к какому-то предельному значению.

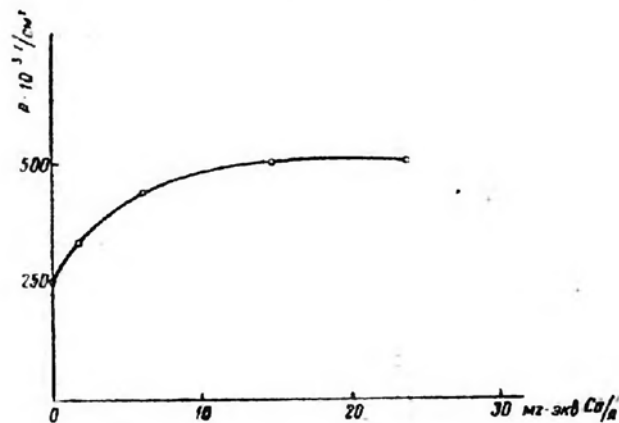


Рис. 2. Влияние содержания кальция на прилипание сгустка.

Наряду с этим, уменьшение концентрации кальциевых и фосфорнокислых солей и изменение белков, например в случае пастеризации молока, приводит, как известно, к ослаблению прочности сгустка и, как показали наши исследования, к снижению прочности прилипания. Данные, выраженные в виде двух кривых на рис. 3, позволяют сделать вывод, что изменение прилипания сычужного сгустка из сырого и пастеризованного молока прилипания сычужного сгустка

ка во времени одинаково, но прочность из сырого молока выше во всех случаях.

ка во времени одинаково, но прочность из сырого молока выше во всех случаях.

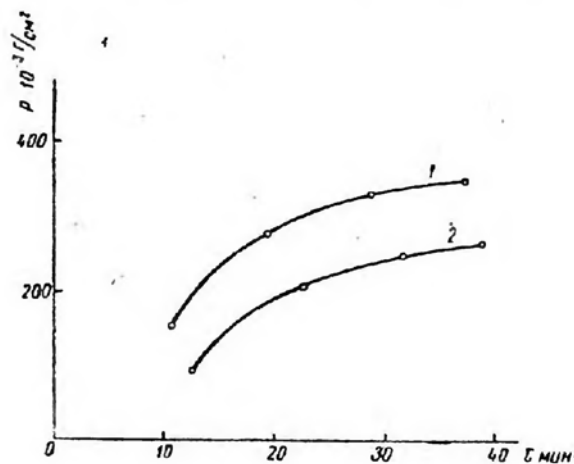


Рис. 3. Изменение прочности прилипания сычужного сгустка в зависимости от времени его контакта с пластиной:
1—из сырого молока; 2—из пастеризованного.

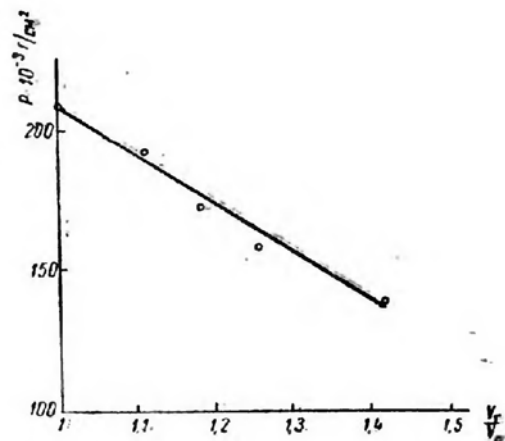


Рис. 4. Зависимость прилипания сгустка от разбавления молока ($\frac{V_1}{V_0}$ — отношение объема разбавленного молока к исходному).

Уменьшение концентрации составных частей молока также ведет к ослаблению структуры сычужного сгустка и уменьшению его прилипания. Из рис. 4 видно, что разбавление молока и прочность прилипания сгустка находятся в обратно пропорциональном соотношении по крайней мере до разбавления в 1,4 раза.

При исследовании прилипания сгустка к электрически заряженным металлическим поверхностям использовали прибор Вейлера-Ребиндера, в котором вырываемая из сгустка пластина служила одновременно и электродом. В опыте применяли пластины из алюминия, нержавеющей стали и платины.

В каждом определении к 200 мл цельного молока добавляли сычужный фермент в количестве, обеспечивающем свертывание молока в

течение 3 мин. Электрический ток пропускали спустя 30 сек. после введения сычужного фермента и через 1 мин. выключали. Увеличение плотности электрического тока достигалось за счет увеличения напряжения на электродах. Прохождение электрического тока не изменяло времени образования сгустка.

Как видно из рис. 5 (графики построены на основании полученных данных), в области отрицательного заряда пластин прилипание сычужного сгустка резко уменьшается с увеличением плотности электрического тока. Происходит адгезионное расслаивание соприкасающихся фаз,

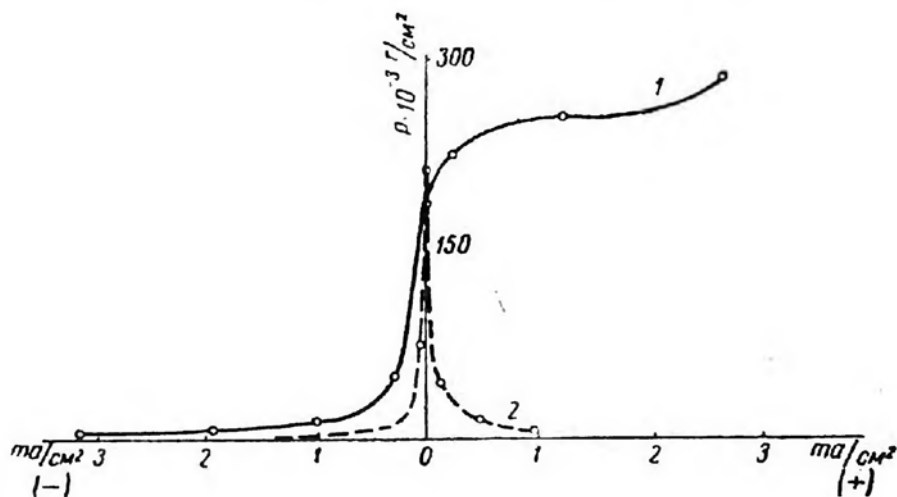


Рис. 5. Зависимость прилипания сгустка от плотности электрического тока и полярности пластины:
1—стальной; 2—платиновой.

т. е. сгусток свободно отстает от пластины, и величина предельного напряжения сдвига пластины характеризует величину адгезионного сцепления пластины и сгустка. Для плотности тока большей $0,5 \text{ mA}/\text{cm}^2$ прилипание сгустка ничтожно и определяется в основном трением соприкасающихся поверхностей пластины и сгустка.

При переходе в область положительного заряда тип расслаивания соприкасающихся фаз существенным образом зависит от материала пластины, служащей анодом. В случае электрохимически неустойчивого материала (алюминий, нержавеющая сталь) с ростом положительного заряда пластины прочность прилипания сгустка увеличивается и становится больше сил когезионного сцепления структурных элементов сгустка. В этом случае расслаивание происходит внутри сгустка и сила предельного напряжения сдвига пластины определяется в основном прочностью сгустка.

В случае платиновой пластины свободное расслаивание соприкасающихся фаз происходит как в области отрицательного, так и положительного заряда пластины. При этом прочность прилипания резко уменьшается с ростом плотности электрического тока, проходящего через поверхность контакта пластины и сгустка. При постоянной плотности тока величина прилипания зависит в основном от времени его прохождения через систему.

Сычужный фермент, добавленный к молоку, вызывает в конечном счете агрегацию белковых частиц и образование структуры сычужного сгустка молока. Способность к ориентации под действием электрического поля, а также электрофоретическая подвижность белковых частиц в это время существенно уменьшаются. Поэтому электрический ток в момент прохождения через систему оказывает значительное влияние на величину прилипания сгустка. При этом эффект ослабления или усиления прилипания сычужного сгустка изменяется в 2—3 раза и

становится тем больше, чем ближе момент прохождения электрического тока ко времени образования сгустка.

При испытании метода предотвращения прилипания сычужного сгустка к стенкам ванны, в результате сообщения им отрицательного заряда (катодная защита), в производственных условиях в качестве анода использовали обычные графитовые стержни; катодом служили стенки ванны. Графитовый стержень устанавливали над ванной и погружали в свертываемое молоко на глубину нескольких сантиметров, замыкая, таким образом, цепь постоянного тока.

Как показали проведенные исследования, прохождение электрического тока плотностью $0,3 \text{ ma/cm}^2$ в течение 2—3 мин. через поверхность контакта стенок ванны и сычужного сгустка полностью исключало прилипание его к стенкам ванны. Контрольные ванны покрывались плотным слоем сгустка.

Испытание метода предотвращения прилипания сычужного сгустка посредством катодной защиты на сыроизготовителе непрерывного действия показало пригодность его для промышленного использования.

ВЫВОДЫ

1. Прилипание сычужного сгустка к различным материалам неодинаково. В наименьшей степени он прилипает к пластинам из никеля и меди.

2. Установлена зависимость прилипания сычужного сгустка от плотности и времени прохождения электрического тока через поверхность соприкасающихся фаз.

3. Разработан эффективный способ предотвращения прилипания сычужного сгустка к поверхности различных металлов посредством катодной защиты.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Peter A., Möder E., Schweizer Milchzeitung, 61, 13, 1935.
2. Schulz M. E., Milchwissenschaft, 3, 74, 1951.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ ТИПА ЧЕДДАР

Канд. с.-х. наук К. С. ЛЕБЕДЕВА

Натуральные сыры типа чеддар и горный Алтай в настоящее время вырабатываются у нас в очень небольшом количестве, что в основном объясняется трудоемкостью процессов их изготовления.

Между тем в США, Англии, Новозеландии, Австралии производство сыра чеддар составляет 70—80% от всех вырабатываемых сыров. Этот сыр является предметом широкого экспорта, внутренней торговли и хорошим сырьем для плавленых сыров. Он имеет цилиндрическую форму, весит 30—50 кг, обладает чистым слегка кисловатым вкусом, что дает возможность создавать на фоне этого сыра многочисленные разновидности плавленых сыров.

Особенностями выработки сыра чеддар являются: подготовка молока к свертыванию (выдержка с бактериальными заквасками), чеддаризация сырной массы, полная посолка размельченной массы, длительное прессование, раннее парафинирование и созревание при низкой температуре (6—8°). Варка сыра обычно продолжается 5—6 час., прессование—24 часа, а созревание—4—6 месяцев.

За последние годы в странах, вырабатывающих сыр чеддар (Новозеландия, США, Австралия), появилось стремление механизировать его производство и прежде всего сократить или исключить стадию чеддаризации, которая задерживает оборачиваемость ванн и затрудняет механизацию процесса. Предложено несколько методов механизации производства.

Ускоренный метод разработан бюро молочной промышленности США; полностью исключается чеддаризация и дробление массы, а посолка и формование производятся под сывороткой [1].

Предложен непрерывный процесс производства сыра чеддар на новом оборудовании — с вращающимися ваннами и центрифугой.

В Австралии [2] разработан новый метод производства сыра чеддар на обычном оборудовании, но с сокращением времени выработки его до 3—5 час., что достигается применением специальных заквасок *str. dugans*, повышением температуры второго нагревания и проведением чеддаризации в течение 30 мин. вместо 1,5—2 час.

Чулак и Хаммонд [3], проверив способ выработки сыра без чеддаризации, установили, что при исключении чеддаризации и посолке в зерне сыр получается с пустотным рисунком, а формование под сывороткой нерационально. В результате изучения ими свойств сырного зерна сконструирована специальная машина для чеддаризации сырной массы, испытание которой дали вполне удовлетворительные результаты [4].

Метод полной посолки сырного зерна (без чеддаризации) не нов, он является модификацией выработки сыра чеддар под названием «Колби» или «Зернистый». Этот метод имеет много общего с методом изготовления шведского сыра.

Попытка выработать сыр с полной посолкой в зерне неоднократно предпринималась и у нас (ЦНИИМС). Был получен сыр удовлетво-

рительного качества, но с обильным пустотным рисунком, что, по-видимому, неизбежно при данном способе выработки.

При разработке технологии сыров типа чеддар необходимо было определить основные нормативы, обеспечивающие желаемые органолептические и химические показатели его. Требовалось установить наиболее приемлемые методы подготовки молока к свертыванию, оптимальные показатели рН и влажности для сыров разной жирности, способы посолки и формования, определить режим созревания и др.

МЕТОДИКА РАБОТЫ

Сыр выработывали из пастеризованного молока (температура пастеризации 70—72°), жирностью 30, 40 и 50% в сухом веществе.

Смесь необходимой жирности составляли по таблицам ЦНИИМСа.

Бактериальную закваску (для сыров голландского типа) применяли в количестве 1—2%, хлористый кальций — 20—25 г на 100 л смеси. Смесь выдерживали с закваской 30—60 мин. для нарастания кислотности до 20—22°Т и показания сычужной пробы 1,75—2,2. Независимо от показания прибора сычужный фермент вносили в количестве 2,5 г на 100 л смеси, вследствие чего и продолжительность свертывания сократилась до 23—25 мин.

При выработке сыра 40—50%-ной жирности величина сырного зерна была в пределах 6—7 мм, а сыра 30%-ной жирности — 7—8 мм. Обработка сырного зерна до второго нагревания длилась 20—30 мин. Кислотность сыворотки к моменту второго нагревания достигала 15—16°Т и к концу обработки 17—20°Т.

Температуру второго нагревания устанавливали в пределах 40—45° в зависимости от заданной жирности сыра, свойств молока и изучаемого фактора. Готовность сырного зерна определяли по его сухости и по кислотности сыворотки. Общая продолжительность обработки с момента разрезания сгустка составляла 1,5—2 часа.

После удаления сыворотки или при небольшом оставлении ее производили полную посолку сырного зерна сухой (вакуумной) солью в количестве 2,5—5% к весу массы. Сырное зерно с солью выдерживали в течение 20—30 мин., затем его формовали насыпью или наливным способом в формах для костромского сыра или сыра горный Алтай, что позволяло получить сыры весом от 5 до 20 кг.

Сыр прессовали в салфетках 15—18 час. с 1—2 перепрессовками в течение первого часа. Первоначальное давление на 1 кг сыра составляло 5—10 кг, а в дальнейшем—30—50 кг.

После прессования сыр обсушивали в сухом помещении при температуре 15—18° в течение 5—7 дней, а затем парафинировали и помещали в подвал для созревания при температуре 10—12° или 14—16° в течение 3—4 месяцев.

В зависимости от изучаемого фактора допускались некоторые отклонения в технологии выработки сыра, которые будут оговорены в каждом отдельном случае. Повторность опытов пятикратная. Опыты сопровождалась химическими анализами по общепринятой методике.

Экспертиза сыров в процессе созревания проводилась в 1, 2, 3 и 4-месячном возрасте. При экспертизе качество сыра устанавливали органолептически без оценки в баллах.

МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ МОЛОКА К СВЕРТЫВАНИЮ

Одним из существенных моментов в технологии изготовления сыра чеддар является величина кислотности смеси перед свертыванием, которая достигается путем увеличения количества бактериальных заквасок, добавляемых в молоко, выдержкой его с закваской, а также применением зрелого молока.

В заграничной практике были попытки выдержку молока заменить введением специальных заквасок, в состав которых входят термо- и солеустойчивые культуры *Str. durans*. Эти культуры обеспечивают необходимое нарастание кислотности в процессе выработки сыра и позволяют сократить продолжительность его изготовления до 4 час.

Хорошие результаты получены при применении термоустойчивых культур и более энергичного кислотообразователя штамма *Str. thermophilus*.

Во многих иностранных литературных источниках приводятся указания на необходимость применения заквасок, в состав которых входят штаммы *Str. faecalis*.

В предварительных опытах нами было испытано применение разных заквасок: обычной для мелких сыров в количестве 1—2%, дополнительное введение (наряду с обычной закваской) закваски *Bact. casei* в количестве 0,3%, закваски *Str. lactis*, которые были адаптированы к более высоким концентрациям соли в питательной среде, и, наконец, закваски, в состав которой входили культуры *Str. faecalis*.

Однако при использовании перечисленных заквасок мы не получили какого-либо положительного эффекта по сравнению с обычно применяемой закваской для мелких сыров.

Применение *Bact. casei* усилило кислотообразование при выработке сыра и повысило активную кислотность его, но в зрелых сырах наряду с излишней кислотностью была отмечена сладковатость, не свойственная сырам данного типа.

Неудовлетворительные результаты дало применение культуры *Str. faecalis*. Сыр получился с резко нечистым вкусом. Закваска с добавлением солеустойчивых стрептококков также не имела преимуществ. Поэтому в дальнейшем при выработке сыра применяли обычные закваски, используемые для мелких сыров, причем было установлено, что для получения кислотности смеси в пределах 20—22° T и показаний прибора для сычужной пробы ВНИИС — 1,75—2,0 необходимо вводить в молоко от 1 до 2% закваски и выдерживать смесь от 30 до 60 мин. Эти условия могут изменяться в зависимости от кислотности и зрелости исходного молока и активности бактериальной закваски.

Экспериментальными работами было установлено, что выдержка молока с закваской может быть исключена при применении зрелого молока.

Вопрос применения зрелого молока при выработке сыра чеддар изучен довольно подробно, а дополнительные опытные варки сыра еще раз подтвердили целесообразность применения этого метода. Добавление к свежему молоку специально приготовленного зрелого молока в количестве 15—30% обеспечивает нужный темп нарастания кислотности при выработке и созревании сыра. Зрелый сыр был вполне удовлетворительного качества.

СПОСОБЫ ПОСОЛКИ И ФОРМОВАНИЯ СЫРА ТИПА ЧЕДДАР

Для установления влияния разных методов посолки на качество сыра типа чеддар были испытаны три способа: посолка готового сырного зерна с сывороткой, посолка «обсушенного» зерна и посолка его после чеддаризации и дробления.

Опыты проводились при изготовлении сыра 50%-ной жирности по технологии, указанной в методике настоящей работы. В первом варианте сырное зерно после удаления 75% сыворотки подвергали посолке (4,5—5% соли к весу сырного зерна с сывороткой) и выдерживали с солью в течение 20—30 мин. Формовали сырное зерно двумя способами: наливом и образованием пласта. При формовании наливом сырное зерно вместе с сывороткой подавалось в формы с надставкой, позволяющей получить сразу сыр нужной величины. Сыворотка удалялась через прорезы в

надставке. Сверху формы для уплотнения сырного зерна накладывали небольшой груз. Через 10—15 мин. сыр вынимали из форм, закрывали в салфетки и помещали под пресс. Во втором случае после посолки сырное зерно сдвигали к одному концу ванны так, чтобы образовался пласт. Сыворотку удаляли, а пласт подпрессовывали в течение 15—20 мин., затем разрезали на куски определенной величины, укладывали в формы с салфеткой и прессовали.

При втором способе посолки готовое сырное зерно полностью освобождали от сыворотки и для лучшего отделения влаги несколько раз перемешивали, а затем солили (3% соли к весу зерна) и формование производили «насылью» в формы, заправленные салфетками. Сыр сразу помещали под пресс.

При третьем способе изготовления сыра типа чеддар сырную массу подвергали обычной чеддаризации, после чего ее дробили, затем вносили соль (2,2% к весу зерна), тщательно перемешивали, набивали в формы и помещали под пресс.

В табл. 1 показана продолжительность выработки сыра с применением чеддаризации и без чеддаризации сырной массы.

Таблица 1

Показатели	Варианты посолки сырного зерна		
	с сывороткой	обсушенное	с чеддаризацией
Свертывание молока в минутах	25	25	25
Обработка сырного зерна в минутах	98	98	98
Чеддаризация и дробление сырного зерна в минутах	—	—	110
Количество соли в %	4,7	3,0	2,2
Выдержка с солью в минутах	25	25	25
Обработка от заквашивания до формования в минутах	148	148	258

Сопоставляя выработку сыров разными методами, следует отметить, что каждый из указанных способов имеет свои преимущества и недостатки. Так, общая продолжительность выработки сыров с применением чеддаризации увеличивается на 1,5—2 часа, при этом включаются дополнительные затраты труда на проведение чеддаризации и дробление массы. Кроме того, происходят значительные потери жира при прессовании. К преимуществам данного метода можно отнести сравнительно небольшой расход соли, удобство посолки и возможность получения сыра с более однородной структурой.

Метод полной посолки сырного зерна с небольшим количеством сыворотки удобен как при проведении формования сыра наливом, так и при образовании пласта. Недостатком его является большой расход соли, потери соленой сыворотки и недостаточно плотная структура сыра.

Полная посолка обсушенного сырного зерна весьма эффективна в смысле простоты выполнения операции, но при этом необходимы более сложные приспособления для механизации формования.

Количество соли, используемой при различных способах посолки сырного зерна, различно (табл. 2).

Рациональнее используется соль при посолке массы после ее чеддаризации и дробления (до 88% соли).

Для сыра, изготовленного по первому варианту, усвоение соли составляет 56%, а для второго—69%. Наибольшее количество соли было в сырах при посолке зерна с сывороткой (2,6%), в отдельных случаях содер-

жание соли в сыре было излишним, поэтому при таком методе посолки целесообразно количество соли уменьшить до 4%.

Таблица 2

Показатели	Посолка сырного зерна		
	с сывороткой	обсушенного	после чеддаризации
Внесено соли при посолке в %	4,7	2,9	2,2
Содержание соли в %:			
в сыре после прессования	1,99	1,62	1,88
в зрелом сыре	2,6	2,02	1,94
Процент использования соли	56	69	88

Различия посолки по первому и второму способу не оказали значительного влияния на состав и свойства зрелого сыра (табл. 3).

Таблица 3

Способы посолки сырного зерна	pH	Влага в %	Соль в %	Вкус и запах	Консистенция	Рисунок
В сыворотке	5,23	38,7	2,6	Удовлетворительный, слегка кислотавый избыток соли	Удовлетворительная, плотная	Пустотный и щелевидный
Обсушенное зерно	5,22	38,2	2,0	Удовлетворительный слегка кислотавый	Удовлетворительная и рыхлая	Пустотный и обильно пустотный
После чеддаризации и дробления	5,08	38,7	1,94	Удовлетворительный, кислый	Удовлетворительная, самокол и крошливая	Отсутствует и щелевидный

Качество сыров с посолкой в зерне и сформованных наливом из пласта и насыпью было почти одинаковым.

В том и другом случаях вкус опытных сыров был близок к сыру чеддар со свойственной для него кислотавостью, консистенция удовлетворительная, рисунок пустотный, причем в большей степени у сыров с посолкой обсушенного зерна.

Сыры с чеддаризацией массы отличались более однородной консистенцией, но вкус сыра был излишне кислым, рисунок отсутствовал или был щелевидным.

ВЫРАБОТКА СЫРА ТИПА ЧЕДДАР РАЗНОЙ ЖИРНОСТИ

Как уже отмечалось, сыры типа чеддар помимо реализации для непосредственного употребления могут являться хорошим исходным сырьем для плавленых и деликатесных сыров разной жирности.

При выработке плавленых сырцов из такого сырья нет необходимости в добавлении сливочного масла, это позволит снизить производственные расходы и, кроме того, упростить плавление сыра непрерывно-поточным методом.

С целью установления технологических нормативов для сыра разной жирности одновременно вырабатывали сыр 30-, 40- и 50%-ной жирности.

С уменьшением жирности смеси сырное зерно ставилось несколько крупнее, температура второго нагревания снижалась на 3—5°. Общая продолжительность обработки сырного зерна также несколько сокращалась с тем, чтобы получить сыр с большим содержанием влаги и возможно менее грубым по консистенции.

На рис. 1 показаны данные изменения влажности зерна при выработке сыра разной жирности. Содержание влаги в сыре 50%-ной жирности после прессования находилось в пределах 38—42%, 40%-ной жирности — 41—43% и 30%-ной жирности — 43—47%. В сыре 3-месячного возраста содержание влаги соответственно указанной жирности было 36—39, 39—42 и 43—46%.

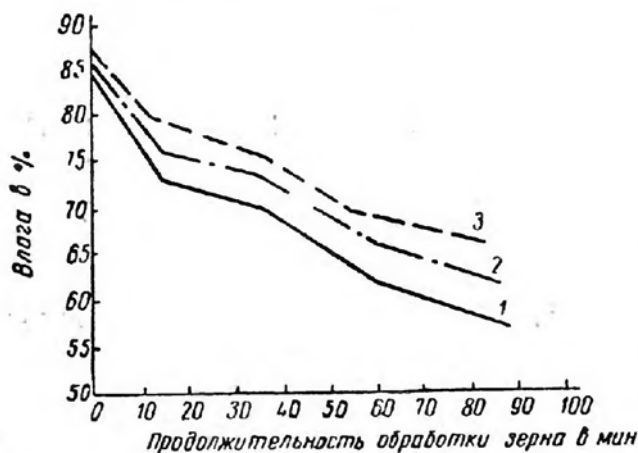


Рис. 1. Изменение влажности сырного зерна при выработке сыра типа чеддар разной жирности: 1—50%-ной; 2—40%-ной; 3—30%-ной.

Активная кислотность в сыре после прессования и до конца созревания несколько выше в сырах с пониженной жирностью.

Более выраженным вкусом и вполне удовлетворительной консистенцией обладали полножирные сыры (50%-ной жирности). Сыры 30%-ной жирности имели более кислый вкус и плотную консистенцию. Сыры 40%-ной жирности по консистенции и вкусу занимали промежуточное положение.

По заключению экспертов сыры типа чеддар разной жирности могут быть рекомендованы для непосредственного потребления как новая разновидность сыра.

По заключению экспертов сыры типа чеддар разной жирности могут быть рекомендованы для непосредственного потребления как новая разновидность сыра.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА СОЗРЕВАНИЯ НА КАЧЕСТВО СЫРА

Созревание сыра чеддар обычно происходит при сравнительно низких температурах (6—8°), вследствие чего продолжительность этого процесса довольно значительна (6—8 месяцев).

В последнее время при выработке сыра чеддар появилась тенденция к повышению температур созревания сыра до 12—15° и сокращению сроков созревания.

В своих опытах мы испытали следующий режим созревания: при температуре 10—12, 14—16 и 10—12°, но с предварительной выдержкой сыра после пресса при +18° в течение 7—10 дней. Исследованию подвергались сыры производственной выработки. Значение рН этих сыров после пресса было несколько выше, чем у сыров опытных выработок. Наиболее интенсивно активная кислотность нарастала при выдержке сыра в теплом помещении (температура +18°). За 10 дней выдержки величина рН сыра снижается с 5,65 до 5,1—5,2, к 30-дневному возрасту достигает 5,0—5,1 и остается на этом уровне до конца созревания. Темп нарастания активной кислотности в сыре меньше при температуре созревания 14—16° и особенно—10—12° (см. рис. 2).

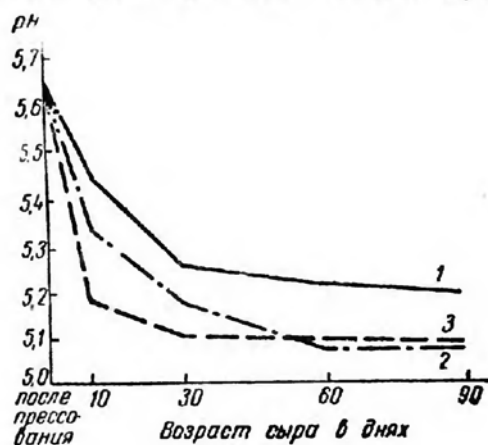


Рис. 2. Изменение активной кислотности сыра при разной температуре созревания: 1—10—12°C; 2—14—15°C; 3—18 и 10—12°C.

Созревание сыра протекает медленнее при температуре 10—12°, что подтверждается химическими исследованиями (табл. 4).

Таблица 4

Температура созревания	рН	Влага в %	Общий азот в %	Общий растворимый азот		Растворимый белковый азот		Азот пептонов		Азот аминокислот и аммиака	
				в %	в % к общему	в %	в % к общему	в %	в % к общему	в %	в % к общему
10—12	5,24	39,54	3,604	0,647	17,95	0,295	8,21	0,187	5,16	0,165	4,58
14—16°	5,16	39,84	3,609	0,714	19,78	0,286	7,92	0,216	5,99	0,212	5,87
18°	5,06	39,10	3,801	0,685	18,00	0,282	7,42	0,174	4,60	0,231	6,08
10—12°											

По органолептическим показателям более выраженный вкус был у сыров, созревавших при температуре 14—16°. Уже в 2—2,5-месячном возрасте их можно отнести к сырам нормальной зрелости, в то время как при температуре созревания 10—12° сыры приобретали достаточно выраженный вкус лишь в 3—3,5 месяца. Выдержка сыров в течение 10 дней при температуре 18° оказалась излишней. В сырах отмечена избыточная кислотность, самокол и рыхловатая консистенция.

Последующие опыты и производственная проверка показали, что при производстве сыров типа чеддар 40—50%-ной жирности в период обсушки температуру в подвале следует поддерживать на уровне 12—14°, а при созревании 10—12°; для сыра 30%-ной жирности в начале 14—16°, а затем 12—14°, при относительной влажности воздуха, не превышающей 80%.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, СОСТАВА И СВОЙСТВ СЫРА

В результате исследований и производственной проверки определены особенности и оптимальные технологические нормативы для сыров типа чеддар разной жирности (табл. 5).

Таблица 5

Показатели	Жирность сыра в %		
	30	40	50
Жирность смеси в %	1,3—1,7	2,4—2,6	3,5—3,6
Количество бактериальной закваски в %	1—2	1—2	1—2
Продолжительность выдержки с закваской в минутах	20—40	20—40	20—40
Кислотность смеси перед заквашиванием в °Г	21—23	20—22	20—22
Показания прибора для сычужной пробы в делениях	1,5—2,2	1,7—2,5	1,7—2,5
Количество хлористого кальция в г/100 кг	10—30	10—30	10—30
Количество сычужного порошка в г/100 кг	2—2,5	2—2,5	2—2,5
Температура свертывания в °С	32—33	33—34	33—34
Продолжительность свертывания в минутах	20—30	20—30	20—30
Величина зерна после постановки в мм	7—8	6—7	6—7
Температура второго нагревания в °С	40—41	41—43	43—45

Показатели	Жирность сыра в %		
	30	40	50
Продолжительность всей обработки в минутах	60—80	70—90	80—90
Кислотность сыворотки в °Т:			
перед нагреванием	14—16	14—15	14—15
после второго нагревания	16—17	15—16	15—16
в конце обработки	17—19	16—18	16—18
Жирность сыворотки в %	0,05—0,15	0,1—0,2	0,25—0,35
Количество удаленной сыворотки в % к смеси	75—80	75—80	75—80
Количество внесенной соли в % к оставшейся массе	4,0—4,5	3,5—4,0	3,5—4,0
Продолжительность выдержки зерна с солью в минутах	20—25	20—25	20—25
Подпрессовка пласта в ванне в минутах	10—15	10—15	10—15
Продолжительность прессования в часах	12—14	12—14	12—14
Влажность сыра после прессования в %	44—46	41—43	39—41
pH сыра после прессования	5,2—5,5	5,2—5,5	5,1—5,5
Продолжительность обсушки сыра в сутках	7—12	10—12	10—12
Температура помещения для обсушки в °С	14—16	12—14	12—14
Относительная влажность в %	75—85	75—80	75—80
Температура подвала для созревания сыра в °С	12—14	10—12	10—12

Такая технология выработки по сравнению с обычно принятой при производстве сыра чеддар, является более рациональной, так как в данном случае исключается довольно длительная и трудоемкая стадия чеддаризации сырной массы и ее дробления, не требуется специальных дробилок, устраняются потери жира при прессовании сыра, отпадает необходимость в применении специальных оболочек из ткани, созревание сыра протекает в более короткие сроки — 2—3 месяца.

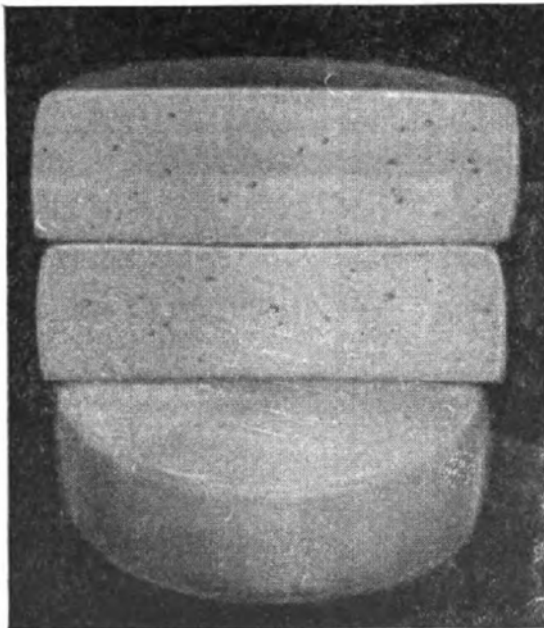


Рис. 3. Сыр типа чеддар (внешний вид и в разрезе).

По органолептическим признакам указанные сыры имеют чистый, кисловатый вкус. Консистенция сыра в зависимости от его жирности может быть от нежной, маслянистой до плотной.

От натурального чеддара опытные полножирные сыры отличались в основном более открытой, пористой структурой и наличием пустотного рисунка (рис. 3).

Зрелые сыры типа чеддар 3-месячного возраста, получившие наиболее высокую органолептическую оценку, имели следующий химический состав (табл. 6).

Таблица 6

Жирность сыра в сухом веществе в %	Влага в %	pH	Растворимый азот в %	Растворимый белковый азот в % к общему азоту	Азот пептонов	Азот аминокислот и аммиака	Соль поваренная в %
50	38,6	5,33	20,35	8,112	5,017	7,240	1,6
40	40,15	5,25	18,89	7,670	5,297	7,670	1,65
30	44,9	5,22	18,26	8,520	6,379	5,364	1,8

Микробиологические процессы, протекающие при выработке и созревании сыра чеддар имеют свои особенности.

Максимальное размножение бактерий наблюдается в период выдержки молока с закваской и в сырном зерне до его посолки (первый максимум), когда количество молочнокислой микрофлоры достигает 0,5—1 млрд. в 1 г. Полная посолка в зерне несколько тормозит развитие бактерий, количество их после посолки снижается в два раза. В сыре с первых дней созревания количество молочнокислых бактерий вновь возрастает, достигая к 10-дневному возрасту второго максимума, после чего содержание их постепенно уменьшается (рис. 4). Преобладающей микрофлорой в первый период созревания являются молочнокислые стрептококки. Приблизительно с 30-дневного возраста количество молочнокислых палочек и стрептококков становится одинаковым.

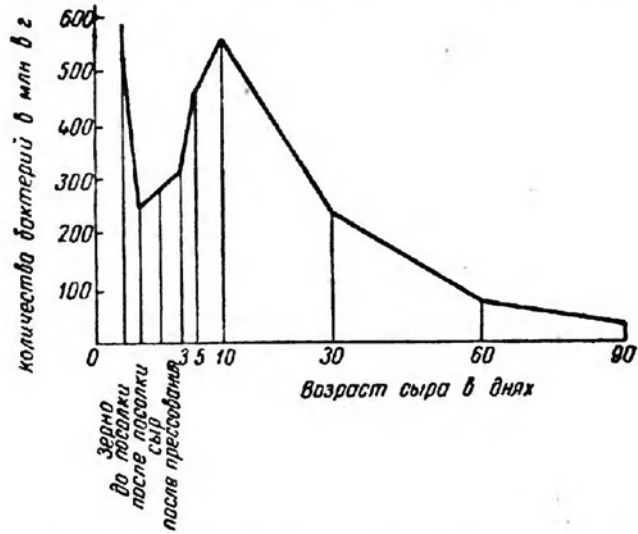


Рис. 4. Изменение количества микрофлоры в процессе созревания сыра типа чеддар.

Усушка опытного сыра за время созревания составляет 3—4%. Убыль веса происходит в основном в первые дни, во время обсушки сыра. После парафинирования усушка сыра почти прекращается. Поверхность его покрывают парафино-полиизобутиленовой смесью.

Специфичность технологии производства сыров типа чеддар дает широкие возможности к механизации процесса. В этом отношении можно было бы полностью перенести опыт по выработке шведского сыра или создать специальную линию по изготовлению сыра типа чеддар на базе сыроизготовителя периодического действия.

Сыры 30%-ной жирности вырабатывают в настоящее время на многих сыродельных заводах как специальное, более рентабельное сырье для плавления. Жирным сырам должно быть присвоено название, и они могут быть включены в ассортимент как новая разновидность сыра чеддар.

ВЫВОДЫ

1. Разработана упрощенная технология производства сыра типа чеддар жирностью 30, 40 и 50%, позволяющая механизировать его выработку. Особенностью этой технологии является: активизация молочнокислого процесса в начальной стадии изготовления сыра, полная посолка в зерне, формование из пласта или наливным методом, парафинирование сыра в 7—10-дневном возрасте и созревание при температуре 12—14° в течение 2—3 месяцев.

2. Рекомендуемые технологические нормативы обеспечивают получение сыра типа чеддар разной жирности с характерными органолептическими свойствами — чистым слегка кисловатым вкусом, приятным ароматом, маслянистой или плотной (для сыра 30%-ной жирности) консистенцией и наличием пустотного, неравномерного рисунка.

3. Сыр 30%-ной жирности является рентабельным сырьем для плавления. Полножирные сыры целесообразно ввести в ассортимент как новую разновидность сыра чеддар.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Walter H. E., Sadler A. M., Butter, Cheese and Milk Products J., 44. 1953, No. 8.
2. Czulak J., Hammond L. A., Meharry H. J., Dairy Industries, No. 8. 1954, 642
3. Czulak J., Hammond L. A., The Australian J. of Dairy Technology, 1956. No. 2, 58.
4. Czulak J., Dairy Engineering No. 3, v. 75, 1958.

ПОДБОР СОЛЕЙ ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ СЫРА

Ст. науч. сотрудник Е. М. ШУБИН
Канд. техн. наук П. Ф. КРАШЕНИНИН

Соли, применяемые для плавления сыра, оказывают значительное влияние на процесс плавления, а также на качество готового продукта.

При выработке плавленых сыров в качестве соли-плавителя используют двухзамещенный фосфорнокислый натрий (динатрийфосфат). В последнее время ЦНИИМСом рекомендован новый плавитель сыра — натриевые соли триоксиглутаровой кислоты [1].

Лимоннокислые соли являются хорошим растворителем белков сыра и эмульгатором жира [2, 3, 4]. Они способствуют получению высококачественных плавленых сыров [5, 6, 7, 4].

Цитраты натрия сообщают плавленому сыру достаточно высокую активную кислотность, что благоприятно влияет на вкус сыра и стойкость его при хранении [8].

Для плавления зрелых и перезрелых сыров рекомендуется применять лимоннокислые соли, так как ортофосфорнокислые соли (особенно динатрийфосфат) хуже растворяют белок и эмульгируют жир. Плавленый сыр, изготовленный с применением динатрийфосфата нередко имеет мыльный, щелочной вкус и липкую мало эластичную, рыхлую консистенцию. Динатрийфосфат обладает выраженными щелочными свойствами (рН более 8). Поэтому его допустимо применять лишь для плавления молодого, незрелого сыра. Фольга, использованная для упаковки сыра с динатрийфосфатом, со временем темнеет и разрушается.

Существенным недостатком виннокислых солей является образование в сыре после непродолжительного хранения (3—5 суток) стекловидных кристаллов виннокислого кальция, заметных невооруженным глазом [9, 10].

При использовании для плавления сыра пирофосфатов, и особенно в повышенных количествах, в готовом продукте появляется горечь и вкрапления соли [3, 11]. Метафосфаты натрия придают ему излишне кислый вкус и, кроме того, консистенция плавленого сыра становится чрезмерно плотной [4, 7].

Некоторые считают, что на качество плавленого сыра положительно влияют полифосфаты натрия и соли Йоха, которые получили распространение главным образом в ФРГ и в некоторых других странах.

Имеются сообщения, что эти соли пригодны для выработки ломтовых и пастообразных сыров из сырья разной степени зрелости. Среди них к наиболее распространенным следует отнести триполифосфор-соли Йоха S_4 и S_9 [11, 12].

Натриевые соли триоксиглутаровой кислоты по сравнению с другими солями, в том числе и лимоннокислыми, являются более сильными растворителями белков [13]. Они хорошо эмульгируют жир в широком диапазоне колебаний активной кислотности, что позволяет применять их для плавления сыров разной степени зрелости. Эти соли сообщают готовому продукту приятный вкус и в меру эластичную, достаточно нежную консистенцию.

В зарубежной практике для плавления сыра используют лимонно-кислые, орто-мета-пиро-полифосфорнокислые соли натрия, калий-натрий-виннокислый (сегнетова соль) и соли Йоха, представляющие собой смесь полимерных фосфатов в различных комбинациях.

Способность сыра к плавлению, а также качество готового продукта зависят не только от солей плавителей, но и вида, состава и свойств исходного сыра.

Нами проведено сравнительное испытание различных солей плавителей на образцах сыра, используемого предприятиями плавленых сыров Советского Союза.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для опытов использовали наиболее распространенное в производстве сырье: обезжиренный сыр, сливочное масло, а также полножирный костромской сыр. Плавленый сыр вырабатывали 30%-ной жирности («новый») и 40%-ной жирности (костромской).

В опытах испытывали соли-плавители: натриевые соли лимонной и триоксиглутаровой кислот, триполифосфат, соли Йоха S_4 и S_9 , смесь последних в соотношении 25 к 75%, 50 к 50% и 75 к 25%, а также динатрийфосфат.

Растворы солей-плавителей по активной кислотности характеризовались следующими данными.

Соль	pH соли
Динатрийфосфат	8,6
Полифосфат натрия	6,6
Йоха S_4	6,0
Йоха S_9	8,5
Цитраты натрия ¹	5 и 6
Натриевые соли триоксиглутаровой кислоты ¹	4 и 5

¹ Различная активная кислотность растворов солей достигалась изменениями содержания в них двууглекислого натрия.

Сыр порциями по 100 г плавил в лабораторном котле при температуре 75°.

Готовый продукт после охлаждения подвергали органолептической оценке и химическому анализу (определяли содержание жира, влажность, pH).

Способность солей эмульгировать жир определяли путем исследования микроструктуры тонких срезов плавленого сыра в проходящем свете с последующим фотографированием их при 80-кратном увеличении.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Соли-плавители оказали существенное влияние на качество костромского плавленого сыра 40%-ной жирности. Органолептические показатели этого сыра приведены в табл. 1.

Аналогичные результаты были получены и при выработке «нового» плавленого сыра 30%-ной жирности в сухом веществе.

Наиболее высокую оценку получил плавленый сыр, изготовленный с применением натриевых солей лимонной и триоксиглутаровой кислот.

Консистенция плавленого сыра с натриевыми солями триоксиглутаровой кислоты была более нежной по сравнению с консистенцией такого же сыра, изготовленного с лимоннокислыми солями. Эти соли придают плавленому сыру необходимую кислотность, которая в значительной мере и затушевывает такие, например, недостатки сырья, как нечистый привкус.

Второе место по качественной оценке занимал плавленый сыр с полифосфатом натрия, третье — с солями Йоха и последнее — образцы плавленого сыра, выработанного с динатрийфосфатом.

Таблица 1

Соли	Органолептические показатели	
	вкус и запах	консистенция
Динатрийфосфат	Выраженный, слабо нечистый, слегка щелочной	Липкая, слегка мажущаяся, слегка рыхлая
Полифосфат натрия	Выраженный, слабо нечистый	Плотная, более эластичная, слегка липкая—удовлетворительная
Иоха S ₄	Излишне кислый	Несвязанная, крупчатая
Иоха S ₉	Нечистый, щелочной, мыльный, пустой	Липкая, слегка мажущаяся
Смеси:		
75% Иоха S ₉	Слабо выраженный	Липкая, слегка мажущаяся
25% Иоха S ₄	Слегка нечистый, слегка щелочной	
Смеси:		
50% Иоха S ₉	Более выраженный	Плотная, слегка липкая
50% Иоха S ₄	Слабо нечистый	
Смеси:		
25% Иоха S ₉	Кислый	Грубая, плотная, мучнистая
75% Иоха S ₄		
Цитраты натрия	Выраженный, чистый удовлетворительный	В меру эластичная, хорошая или удовлетворительная
Натриевые соли триоксиглутаровой кислоты	Выраженный, чистый удовлетворительный	В меру эластичная, хорошая или удовлетворительная

Отмеченные пороки плавленого сыра, такие, как кислый вкус, несвязная, крупчатая консистенция, объясняются излишне высокой активной кислотностью готового продукта. Наоборот, основной причиной появления в сыре щелочного, мыльного привкуса, а частично и более слабая, липкая консистенция по-видимому является слишком низкая его активная кислотность.

Средняя величина рН плавленого сыра, выработанного с солью Иоха S₄ находится в пределах 5,24—5,38. Хотя эта активная кислотность для сыров с некоторыми другими солями (например, с цитратами) и не является излишней, однако для солей Иоха S₄ она высока (табл. 2).

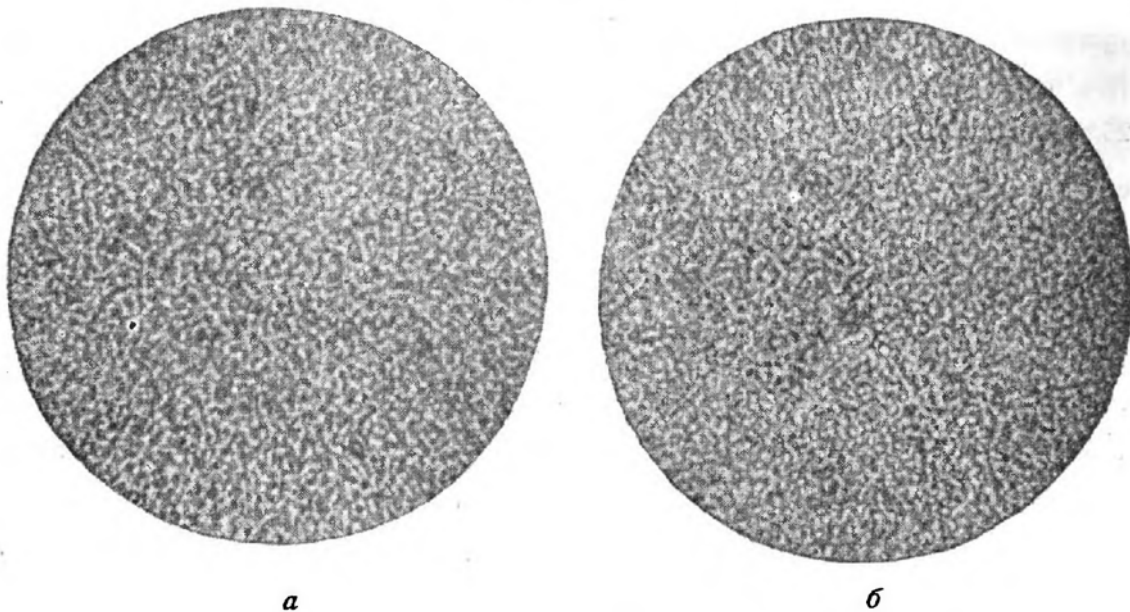
Таблица 2

Соль	рН плавленого козлогорьского сыра	рН плавленого «нового» сыра
Динатрийфосфат	5,80	5,90
Полифосфат натрия	5,48	5,60
Иоха S ₄	5,24	5,38
Иоха S ₉	6,02	6,22
Смесь: 25% S ₄ и 75% S ₉	5,89	6,02
Смесь: 50% S ₄ и 50% S ₉	5,71	5,85
Смесь: 75% S ₄ и 25% S ₉	5,46	5,59
Цитраты натрия	5,40	5,51
Натриевые соли триоксиглутаровой кислоты	5,45	5,53

Низкой активной кислотностью характеризуются плавленые сыры, изготовленные при добавлении соли Иоха S_9 , смеси солей, содержащей 25—50% S_4 и 50—75% S_9 , а также динатрийфосфата. Вкус таких сыров с щелочным оттенком.

Выше активная кислотность плавленого сыра с полифосфатом и особенно с натриевыми солями лимонной и триоксиглутаровой кислот.

Изучение микроструктуры образцов плавленого сыра показало, что испытываемые соли-плавители обладают разной способностью к эмульгированию жира. На микрофотографиях срезов плавленого сыра, выработанного из костромского сыра, видно, что натриевые соли лимонной



a

б

Рис. 1. Микроструктура плавленого сыра:
а—с цитратами натрия; б—с натриевыми солями триоксиглутаровой кислоты.

и триоксиглутаровой кислот являются хорошим эмульгатором жира. Они способствуют получению тонкой эмульсии плавленого сыра с мелко и равномерно распределенным жиром (рис. 1, *a* и *б*). Хуже эмульгируют жир другие соли, особенно динатрийфосфат, который придает сыру грубую структуру с крупными неравномерно распределенными частичками жира (рис. 2, *a*, *б*, *в*). В таком сыре может происходить выделение жира и его порча [14].

Оптимальная доза солей-плавителей колеблется в зависимости от их вида и используемого сырья (табл. 3).

Таблица 3

Соли	Количество соли для сыра в %	
	костромского	„нового“
Динатрийфосфат	3,7—4,5	4,0—5,0
Полифосфат натрия	2,5—3,5	3,1—4,0
Иоха S_4	Плохо плавится при любой дозе	3,5—4,5
Иоха S_9	2,5—3,5	3,1—3,8
Цитраты натрия (рН5-6)	2,0—3,0	2,5—3,5
Натриевые соли триоксиглутаровой кислот (рН 4—5)	2,0—3,0	2,5—3,5

Более других расходуется динатрийфосфата и менее — солей лимонной и триоксиглутаровой кислот. Остальные соли по этому признаку занимают промежуточное положение.

Таким образом, лучшие результаты получены при использовании для плавления сыра натриевых солей лимонной и триоксиглутаровой кислот.

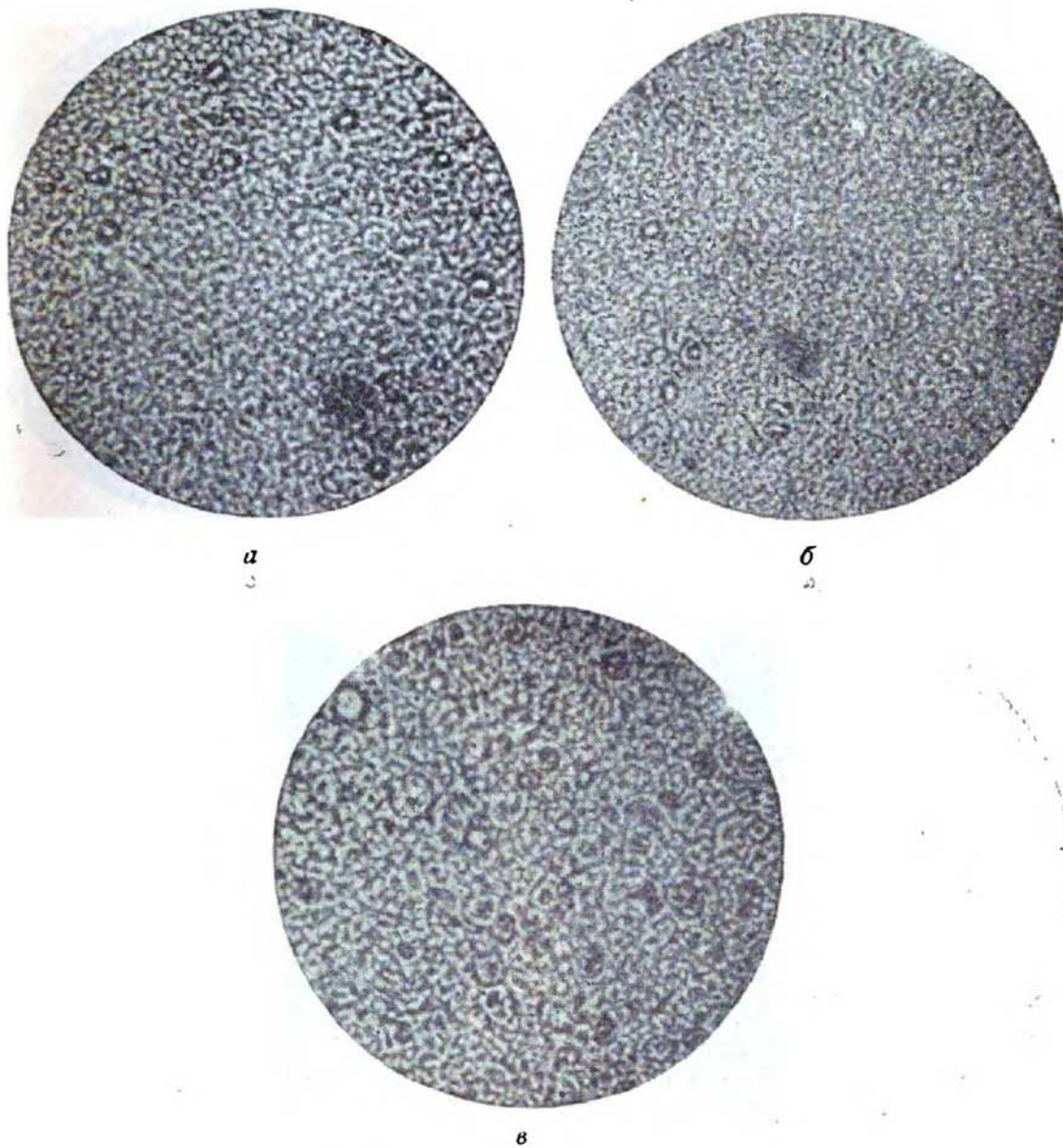


Рис. 2. Микроструктура плавленого сыра:
а—с полифосфатом натрия, б—с солью Йоха S_2 , в—с динатрийфосфатом.

Употребление в пищевых продуктах фосфорнокислых солей вообще, в том числе полифосфатов и солей Йоха, ограничено определенными нормами, превышение которых может оказать вредное влияние на организм [15].

Соли триоксиглутаровой кислот, по данным Государственной санитарной инспекции, обладают в 5 раз меньшей токсичностью, чем даже лимоннокислые соли, которые считаются безвредными.

Наряду с применением для плавления сыра отдельных солей большой интерес представляет использование их смесей, в частности дешевого динатрийфосфата с солями лимонной и триоксиглутаровой кислот. Последнее позволяет снизить расход этих солей и в то же время регулировать активную кислотность плавленого сыра в широком диапазоне.

Опыты плавления сыра со смесью солей проводились на сыре типа чеддар 30%-ной жирности (новая разновидность специального сыра

для плавления). Этот сыр применяли в смеси с быстросозревающим сыром и костромским в соотношении 60—70 к 30—40%.

Со смесью солей была выработана также партия сыра на Угличском сыродельном заводе, где в качестве сырья использовали обезжиренный сыр и сыр типа чеддар. Готовый продукт выпускался заводом 30%-ной

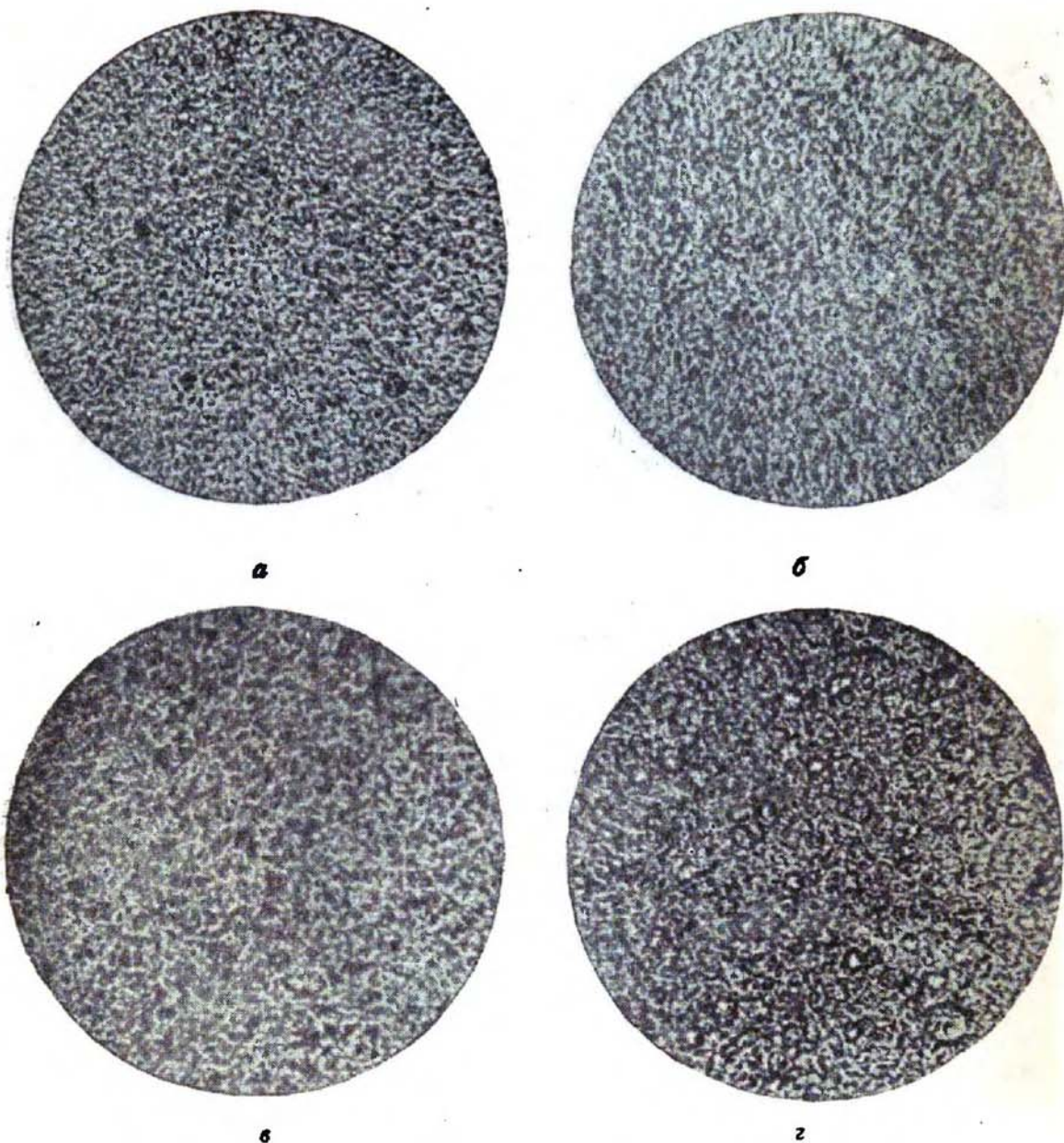


Рис. 3. Микроструктура плавленого сыра:

а—с солями триоксиглутаровой кислоты (80%) и динатрийфосфатом (20%); б—с солями триоксиглутаровой кислоты (60%) и динатрийфосфатом (40%); в—с солями триоксиглутаровой кислоты (40%) и динатрийфосфатом (60%); г—с солями триоксиглутаровой кислоты (20%) и динатрийфосфатом (80%).

жирности, за исключением плавленого сыра из смеси сыров типа чеддар и костромского, жирность которого составляла 40% в сухом веществе.

В сырную массу смеси солей вносили в виде водных растворов.

Условия плавления сыра были такие же, что и в предыдущих опытах.

Добавление к динатрийфосфату натриевых солей триоксиглутаровой и лимонной кислот оказало положительное влияние на эмульгирование жира. Это видно на фотографиях микроструктуры плавленого сыра, выработанного из смеси сыров типа чеддар и костромского (рис. 3. а, б, в, г).

Наиболее тонкой структурой с мелко и равномерно распределенным жиром отличаются образцы плавленого сыра с солями триоксиглутаровой кислоты. Также хорошее эмульгирование жира и тонкая структура у сыра с добавками к этой соли 20% динатрийфосфата. Равномерно распределенные, но более крупные частички жира у образцов сыра с содержанием в смеси солей 40% динатрийфосфата. При введении в смесь 60% динатрийфосфата структура сыра становится менее тонкой, хотя распределение жира остается еще достаточно равномерным. Менее равномерное распределение жира с более крупными частичками недостаточно эмульгированного жира — в плавленом сыре со смесью солей, содержащей 20% триоксиглутаровой кислоты и 80% динатрийфосфата.

Наиболее грубую структуру с крупными вкраплениями плохо эмульгированного жира имеет плавленый сыр с одним динатрийфосфатом.

Лимоннокислые соли при добавлении их к динатрийфосфату также способствуют улучшению эмульгирования жира.

При добавлении к динатрийфосфату натриевых солей триоксиглутаровой и лимонной кислот активная кислотность растворов повышается (табл. 4).

Таблица 4

Соли	рН раствора смеси солей в зависимости от соотношения в %						
	100:0	90:10	80:20	60:40	40:60	20:80	0:100
Динатрийфосфат (рН 8,9) + натриевая соль триоксиглутаровой кислоты (рН 4)	8,9	7,6	7,3	6,5	5,2	4,4	4,0
Динатрийфосфат (рН 8,9) + натриевая соль триоксиглутаровой кислоты (рН 5)	8,9	8,3	8,1	7,9	7,5	6,8	5,0
Динатрийфосфат (рН 8,9) + цитрат натрия (рН 6)	8,9	8,3	7,9	7,3	7,0	6,4	6,0
Динатрийфосфат (рН 8,9) + цитрат натрия (рН 7)	8,9	8,8	8,7	8,5	8,3	7,7	7,3

Увеличение активной кислотности растворов смеси солей ведет в основном к повышению кислотности готового продукта (табл. 5).

Таблица 5

Соли	рН плавленого сыра в зависимости от соотношения солей в %						
	100:0	90:10	80:20	60:40	40:60	20:80	0:100
Динатрийфосфат (рН 8,9) + натриевая соль триоксиглутаровой кислоты (рН 4)	5,69	5,57	5,61	5,69	5,49	5,40	3,38
Динатрийфосфат (рН 8,9) + натриевая соль триоксиглутаровой кислоты (рН 5)	5,69	5,64	5,69	5,80	5,67	5,58	5,54
Динатрийфосфат (рН 8,9) + цитрат натрия (рН 7)	5,69	5,67	5,69	5,75	5,68	5,61	5,58

Исключение составляет смесь, в состав которой входит примерно 60% динатрийфосфата.

Сопоставляя данные табл. 5 со степенью эмульгирования жира, видим, что с повышением активной кислотности (рН) среды (с увеличением в растворе содержания солей триоксиглутаровой и лимонной кис-

лот) усиливается эмульгирование жира в плавленом сыре, что характеризует эти соли как хорошие эмульгаторы жира. Это особенно относится к натриевым солям триоксиглутаровой кислоты, которые даже при таком низком значении рН, как 4, хорошо эмульгируют жир и диспергируют белковые вещества нерастворимого остатка сыра.

Применение этих солей позволяет плавить сыры не только перезрелые, но и средней степени зрелости [13]. Например, цитраты натрия при значении рН 4 способны плавить лишь явно перезрелый сыр. Фосфорнокислые соли при такой величине рН сыр не плавят. Следовательно, на процесс плавления сыра оказывает влияние не только величина активной кислотности сырной массы, но и специфические свойства соли-плавителя.

Улучшение эмульгирования жира при добавках к динатрийфосфату натриевых солей триоксиглутаровой и лимонной кислот сопровождается изменением некоторых структурно-механических свойств плавленого сыра, в частности повышается вязкость сыра.

Если эффективная вязкость плавленого сыра с одним динатрийфосфатом (сырье — сыр типа чеддар и быстрозревающий) составляет $8,50 \cdot 10^7$ сантипуазов, то при добавлении 10% натриевых солей триоксиглутаровой кислоты она повышается уже до $10 \cdot 10^7$ сантипуазов, 20% до $12 \cdot 10^7$ сантипуазов, а 80% до $13,75 \cdot 10^7$ сантипуазов. Образец плавленого сыра только с слоями триоксиглутаровой кислоты имеет эффективную вязкость в $13,25 \cdot 10^7$ сантипуазов. Близкие к этим данные получены при добавлении лимоннокислых солей.

Тенденция к росту вязкости при увеличении в смеси содержания солей триоксиглутаровой и лимонной кислот заметна также и на другом сырье.

Снижение активной кислотности плавленого сыра при содержании в смеси 40% солей-добавок объясняется повышенным количеством смеси солей, использованных для плавления сыра (табл. 4).

Так, оптимальная доза одного динатрийфосфата при плавлении сыра типа чеддар с костромским колеблется в пределах 4,0—4,5%. Количество смеси солей, применяемых для плавления сыра, при соотношении динатрийфосфата к солям триоксиглутаровой кислоты 90 : 10% составляет также 4,0—4,5%, при 80 : 20% — 4,5—5,0%, при 60 : 40% — 5,0—5,5%, при 40 : 60% — 3,5—4,5%, при 20 : 80% — 2,5—3,5%. Оптимум для одних солей триоксиглутаровой кислоты равен 2,0—3,0%.

Аналогично этому изменяется доза смеси динатрийфосфата и цитратов натрия.

Хотя смесь, содержащая 40% солей-добавок, по активной кислотности несколько выше одного динатрийфосфата (табл. 4), но все же ниже кислотности исходного сырья. Это и приводит не к росту активной кислотности, а к ее падению.

Состав смеси солей оказал значительное влияние на качество плавленого сыра (табл. 6).

Близкие к этим данные получены также при плавлении сыра типа чеддар в смеси с быстрозревающим сыром.

Добавленные к динатрийфосфату натриевые соли триоксиглутаровой и лимонной кислот сообщают плавленому сыру более приятный кисленький и острый вкус, а также в меру эластичную, достаточно нежную консистенцию (нежнее консистенция с добавками солей триоксиглутаровой кислоты). При этом снижается или вообще устраняется липкость.

С повышением содержания в смеси солей триоксиглутаровой и лимонной кислот качество сыра улучшается.

Однако плавленый сыр со смесью 60% динатрийфосфата и 40% солей-добавок имеет недостаточно кислый, менее острый вкус, что вызывается повышенной дозой смеси солей при плавлении сыра.

Таблица 6

Соли, входящие в смесь	Органолептические показатели сыра	
	вкус и запах	консистенция
ДНФ (100%)	Слегка нечистый, недостаточно кислый	Липкая, слегка мажущаяся, рыхлая
ДНФ (90%) + НТР (10%)	В меру кисловатый, слегка нечистый	Слегка липкая, удовлетворительная
ДНФ (80%) + НТР (20%)	В меру кисловатый, удовлетворительный	Более эластичная, удовлетворительная
ДНФ (60%) + НТР (40%)	Недостаточно кислый, менее выраженный	Плотнее, тугоплавкая
ДНФ (40%) + НТР (60%)	Слегка кислее, слабо выраженный	Слегка тугоплавкая
ДНФ (20%) + НТР (80%)	Кислее, более выраженный, удовлетворительный	Слегка тугоплавкая, удовлетворительная
НТР (100%)	В меру кисловатый, удовлетворительный	Слегка тугоплавкая удовлетворительная
ДНФ (90%) + ЛКН (10%)	В меру кисловатый, слегка нечистый	Слегка липкая, удовлетворительная
ДНФ (80%) + ЛКН (20%)	В меру кисловатый, удовлетворительный	Более эластичная, удовлетворительная
ДНФ (60%) + ЛКН (40%)	Недостаточно кислый, менее выраженный	Плотнее, тугоплавкая
ДНФ (40%) + ЛКН (60%)	Слегка кислее, слабо выраженный	Слегка тугоплавкая
ДНФ (20%) + ЛКН (80%)	Кислее, более выраженный, удовлетворительный	Слегка тугоплавкая, удовлетворительная
ЛКН (100%)	В меру кисловатый, удовлетворительный	Слегка тугоплавкая, удовлетворительная

Примечание. ДНФ — динатрийфосфат; НТР — натриевые соли триоксиглутаровой кислоты; ЛКН — лимоннокислый натрий. Сырье: чеддар 60—70% + костромской сыр 30—40%.

Каждый вид соли-плавителя характеризуется своим оптимумом активной кислотности. У солей триоксиглутаровой и лимонной кислот он находится в значительно более кислой зоне, чем у фосфатов. При отклонениях от него в кислую сторону возникает потребность в увеличении количества солей.

Рассматриваемая смесь, за счет достаточно большого содержания в ней солей триоксиглутаровой или лимонной кислот (40%), имеет повышенную активную кислотность (табл. 4). В то же время наибольший удельный вес в ней принадлежит динатрийфосфату (60%), для которого, а следовательно и для всего комплекса солей, оптимум активной кислотности находится в менее кислой зоне. Отклонения от него в кислую сторону приводят к увеличению дозы смеси солей, что отрицательно сказывается на качестве сыра.

При использовании для плавления сыра типа чеддар смеси с высоким содержанием солей триоксиглутаровой и лимонной кислот наблюдается некоторая тенденция к появлению в сыре излишней связности — тугоплавкости, что является следствием большой способности этих солей к структурообразованию и эмульгированию жира.

Применение такой смеси или обеих солей триоксиглутаровой и лимонной кислот для плавления других видов сырья не вызывает тугоплав-

кости и придает готовому продукту хорошую, в меру эластичную и достаточно нежную консистенцию.

Стоимость натриевых солей триоксиглутаровой и лимонной кислот несколько выше, чем динатрийфосфата, однако расходы, связанные с их применением для плавления сыра, окупаются высоким качеством готового продукта. Эти соли даже в небольших дозах способствуют улучшению качества плавленого сыра. Добавление их к динатрийфосфату в количестве 10—20% уже позволяет получать достаточно высококачественную продукцию при сравнительно малых затратах на эти соли.

Принимая это во внимание, в настоящее время наиболее приемлемой для плавления сыра следует считать смесь, состоящую из 80—90% динатрийфосфата и 10—20% натриевых солей триоксиглутаровой или лимонной кислот.

Растворы этих солей, входящих в смесь, в зависимости от степени зрелости сырья ориентировочно должны иметь активную кислотность в следующих пределах.

Растворы солей для сыра	pH солей триоксиглутаровой кислоты	pH лимоннокислых солей
Молодого	5—6	7
Зрелого	4—5	5—6
Перезрелого	4	4—5

Количество (дозу) смеси подбирают опытным путем: приблизительно от 4 до 5% к общей сырной массе. В случае применения быстро созревающего сыра, который уже содержит динатрийфосфат, количество солей соответственно уменьшается.

Полученные результаты были проверены в условиях производства.

Партия плавленого сыра более 12 т была выработана в производственных условиях на Угличском сыродельном заводе. Производился плавленый сыр «новый» и типа чеддар 30%-ной жирности.

Экспертиза показала, что качество плавленого сыра со смесью 85% динатрийфосфата и 15% натриевых солей триоксиглутаровой и лимонной кислот выше качества сыра с одним динатрийфосфатом. При этом «новый» плавленый сыр с динатрийфосфатом имел слегка нечистый, щелочной вкус и липкую, воскообразную консистенцию, сыр со смесью солей обладал чистым, более приятным, в меру кисловатым вкусом и нежной консистенцией.

При переработке сыра типа чеддар качество плавленого сыра со смесью солей также было выше, чем с динатрийфосфатом. При этом наиболее высокую оценку (хороший вкус и хорошая консистенция) получил сыр, выработанный с добавками солей триоксиглутаровой кислоты.

ВЫВОДЫ

1. Из наиболее известных солей-плавителей к лучшим следует отнести лимоннокислые соли натрия и натриевые соли триоксиглутаровой кислоты. Они являются хорошим растворителем белка, эмульгатором жира, имеют широкий диапазон колебания активной кислотности, что позволяет регулировать кислотность плавленого сыра. Эти соли позволяют получать готовый продукт с высокими органолептическими показателями.

Менее высокого качества получается плавленый сыр с полифосфатом натрия, солями Йоха и особенно динатрийфосфатом.

2. Добавление к динатрийфосфату натриевых солей триоксиглутаровой или лимонной кислот также способствует повышению качества плавленого сыра.

Для сырья разной степени зрелости можно составлять необходимые смеси солей, регулируя их активную кислотность.

Вполне удовлетворительные результаты при сравнительно небольших затратах можно получить при использовании для плавления смеси солей, состоящей из 80—90% динатрийфосфата и 10—20% натриевых солей триоксиглутаровой или лимонной кислот.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шубин Е. М., Авторское свидетельство № 99560 от 24/12, 1954.
2. Habicht, L. Milchw, Forsch № 4, 347 1934.
3. Templeton, H. L. and Sommer, H. H. J. of Dairy Science, № 13, 203, 1930.
4. Templeton, H. L. and Sommer, H. H. J. of Dairy Science, XIX, № 8, 56, 1936.
5. Егоров И. Н. Труды НИМИ, вып. 3, 47, Пищепромиздат, 1939.
6. Templeton, H. L. and Sommer H. H. J. of Dairy Science, XV, № 1, 29, 1932.
7. Sommer, H. H. and Templeton H. L. University of Wisconsin Agric. Expt Sta. Research Bulletin, 137, June, 1939
8. Гонашвили Ш. Г. Труды НИМИ, вып. 3, 26, Пищепромиздат, 1939.
9. Овчинников А., Алямовский И., «Молочная промышленность», № 10, 21, 1952.
10. Lether, N. Analyst, 74, 54, 1949.
11. Faivre, R. Chemie et Industrie, 56, 373, 1946.
12. Joha Leitfaden, Aus dem nahrungsmittelchemischen Laboratorium der Joh. A. Benkiser Gmb. H., Ludwigshafen a. Rhein. 1955.
13. Шубин Е. М., «Молочная промышленность», 1957, № 4, 32.
14. Petersen, N. Molk. Ztg, 9, 313 и 372. 1955.
15. Demmler G., Triese G., Milchwissenschaft 9, № 10, 341, 1954.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАВЛЕНОГО СЫРА В ПОРОШКЕ

Канд. техн. наук. П. Ф. КРАШЕНИНИН

Ст. науч. сотрудник Е. М. ШУБИН

Мл. научн. сотрудник Г. В. МАРХИНИН

Существует ряд способов производства сухого сыра.

По способу, разработанному в США, натуральный сыр вначале растирают, подсушивают при температуре 22—23° с целью предотвращения выделения жира, комкования продукта и потери ароматических веществ при дальнейшей сушке. Затем сыр сушат при температуре воздуха 63° и более в течение 1,5—2 час. до содержания в нем влаги 3%. Высушенный сыр охлаждают для отвердевания жира.

Описывается метод, согласно которому смесь молодого и хорошо созревшего голландского сыра также предварительно подсушивают в сильном токе воздуха при комнатной температуре и после этого уже досушивают при температуре 65—80°. Для предотвращения окисления жира в процессе производства к сыру добавляют дигидроацетовую кислоту [1].

Предлагается технология сухого сыра гауда и эдамского в виде порошка и таблеток, близкая к предыдущей. Состав сыра (в %) следующий: белка 40,9, минеральных солей 11,9, влаги 3,0.

Имеется способ сушки сыра методом сублимации. Натуральные сыры вначале замораживают, а затем сушат в вакууме до содержания влаги 2%.

Терочный сухой сыр изготавливают из сухого размолотого натурального сыра с высоким содержанием жира в смеси с плавленым. Смесь подвергают дополнительной сушке.

Предлагается сушка на вальцовой или распылительной сушилке, при этом сыр предварительно смешивают с лимоннокислым натрием.

Приводится технология сухого плавленого сыра. Исходное сырье размельчают, добавляют к нему лимонную кислоту и углекислую соду. Массу подогревают с достаточным количеством воды, перемешивают и плавят, а после этого сушат в отдельных формах.

В Советском Союзе сухой сыр изготавливают на Угличском опытном заводе. Это терочный сыр, вырабатываемый из натурального советского сыра. Процесс производства его сводится к получению сырной стружки и сушке ее в шкафной сушилке в течение 6 и более часов [2].

Таким образом, в большинстве случаев предлагается технология сухих терочных натуральных сыров, которая при известных достоинствах имеет существенные недостатки: во-первых, при длительной тепловой обработке сыра происходит улетучивание вкусовых и ароматических веществ; во-вторых, сухой сыр, выработанный непосредственно из натурального, плохо восстанавливается или вообще не способен к восстановлению, что снижает его качество и ограничивает возможности его потребления.

В связи с этим консервной лаборатории ЦНИИМСа было поручено разработать технологию сухого сыра, который имел бы удовлетворительные органолептические показатели, обладал полной и быстрой восстанавливаемостью, а также был стойким при хранении.

Исследования проводились в двух направлениях: 1) изыскание путей производства сухого натурального сыра, 2) получение сухого плавленого сыра.

Установлено, что хорошо восстанавливающийся сухой натуральный сыр с достаточно выраженным вкусом можно получить на основе переработки мягких сыров (типа дорогобужского). Для этого из предварительно зачищенного и размельченного сыра готовят водную эмульсию путем интенсивного перемешивания и нагревания ее до 50°, которую затем сушат в распылительной сушилке. Полученный сырный порошок при добавлении воды восстанавливается до продукта, напоминающего по органолептическим показателям исходный сыр.

Однако значительным недостатком этого метода являются большие отходы при зачистке сырья, которые объясняются малыми размерами головок мягких сыров. Поэтому необходимо получить специальное сырье, которое позволило бы свести до минимума различные отходы.

Более перспективным является способ сушки твердых сыров, предварительно расплавленных при добавлении к ним солей-плавителей. Сушка сыра также осуществляется на распылительной сушилке. Сыр в порошке, полученный по этому способу, содержит большее количество растворимых в воде азотистых веществ, легко усвояемых организмом, жира, минеральных солей. При добавлении воды он легко восстанавливается в обычный плавленый сыр.

Технологический процесс производства плавленого сыра в порошке включает следующие основные операции: подбор исходного сырья; зачистка, мойка и размельчение; составление смеси для плавления; плавление сыра; сушка; расфасовка, упаковка и маркировка; хранение.

Схема технологического процесса производства плавленого сыра в порошке представлена на рисунке.

Подбор сырья, его зачистка, мойка и размельчение производятся так же, как и при выработке плавленых сыров.

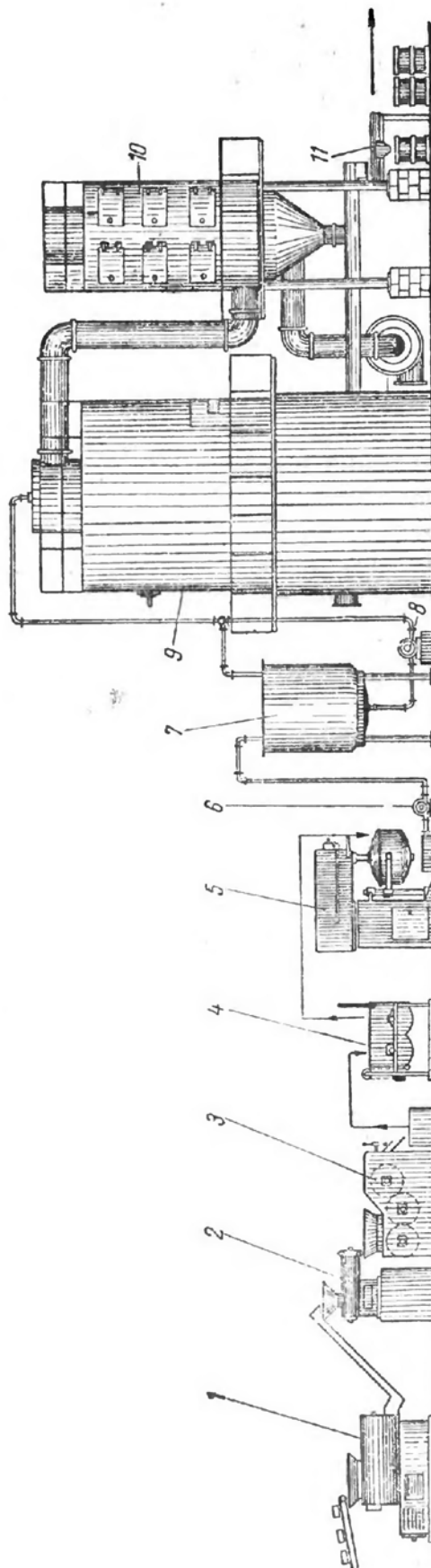


Схема технологического процесса производства плавленого сыра в порошке:

1—сырорезка; 2—валочок; 3—волчок; 4—смеситель; 5—плавильный котел; 6—насос; 7—промежуточная ванна; 8—насос; 9—распылительная сушилка; 10—фильтр; 11—сито-вибратор.

В опытах использовались натуральные сыры — голландский, костромской, ярославский, обезжиренный и специальное сырье для выработки плавленых сыров — сыр типа чеддар.

Сыр плавил в лабораторном котле, порциями по 300—600 г.

Сушка сыра осуществлялась на лабораторной распылительной сушилке «Nigo Atomizer» производительностью 2,5—3,0 кг испаренной влаги в час. Распыление дисковое с помощью воздушной турбины.

Результаты лабораторных опытов были проверены в производственных условиях на Кардымовском молочно-консервном заводе. Образцы сухого сыра были заложены на хранение в различных условиях, продолжительностью 20 месяцев.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Составление смеси для плавления

Эта операция преследует цель нормализовать сыр, применяемый для плавления и сушки, по жиру и сухим веществам, а также подобрать соли-плавители.

Опыты по сушке сыра с содержанием жира в сухом веществе 20, 30, 40 и 50% показали, что жирность продукта в этих пределах практически не влияет на процесс сушки.

Нормализация сыра по жиру производится сливочным маслом (при недостатке жира) или обезжиренными молочными продуктами (сыр, творог, сухое молоко) при избытке.

Расплавленная сырная масса, поступающая на сушку, должна быть достаточно подвижной, текучей. Это достигается регулированием содержания в ней сухих веществ, а также поддержанием определенной температуры.

Оптимальное содержание сухих веществ в сырной массе зависит от жирности сыра и применяемой соли-плавителя.

В табл. 1 приведены данные, характеризующие сыр, полученный с динатрийфосфатом.

Таблица 1

Содержание жира в сухом веществе сыра в %	Содержание сухих веществ (в %)	
	среднее	отклонения в пределах
20	27,7	25,8—30,0
30	30,3	26,2—32,2
40	32,3	29,6—35,2
50	37,5	35,0—40,0

Содержание сухих веществ в расплавленной сырной массе повышается с увеличением в ней количества жира.

При повышении содержания сухих веществ в сырной массе по сравнению с величинами, указанными в табл. 1, плотность ее увеличивается, теряется текучесть и сырная масса становится непригодной для распыления. Наоборот, недостаток сухих веществ (избыток влаги) может привести к увлажнению сухого порошка в сушильной камере.

Соли-плавители также изменяют физические свойства сырной массы. Например, фосфаты (натриевые и аммонийные) способствуют получе-

нию массы с более слабой консистенцией, чем цитраты натрия и натриевые соли триоксиглутаровой кислоты. Если это свойство фосфорнокислых солей является одним из их недостатков при выработке обычного плавленого сыра (готовый продукт приобретает слабую, мало эластичную консистенцию), то при производстве сухого сыра оно является известным преимуществом.

Сырную массу с солями лимонной и триоксиглутаровой кислот как более густую и связную готовят с пониженным содержанием сухих веществ. При избытке воды эмульсия сыра становится менее устойчивой.

В табл. 2 приведены показатели сырной массы 30—40%-ной жирности.

Таблица 2

Соли-плавители	Количество соли в % к сырной массе	Содержание сухих веществ в сыре (в %)	
		среднее	колебания
Динатрийфосфат	3,1	30,3	26,2—32,2
Цитраты натрия	1,8	24,7	22,6—27,5
Натриевые соли триоксиглутаровой кислоты	1,9	25,6	21,8—28,6

К достоинствам натриевых солей лимонной и триоксиглутаровой кислот следует отнести, то, что на плавку их расходуется меньше, чем фосфорнокислых.

Вместе с тем натриевые соли лимонной и триоксиглутаровой кислот позволяют легче регулировать активную кислотность сырной массы и улучшают вкус сыра.

Средняя величина рН сухого плавленого сыра составляет: с динатрийфосфатом — 5,73, с цитратами — 5,59 и с солями триоксиглутаровой кислоты — 5,54. В этой связи большой интерес представляет использование при выработке плавленого сыра в порошке, помимо динатрийфосфата, смеси его с этими солями. Удовлетворительные результаты получаются при плавлении сыра со смесью, состоящей из 85—90% динатрийфосфата и 10—15% натриевых солей триоксиглутаровой или лимонной кислот.

Величина рН солей добавляемых к динатрийфосфату, зависит от степени зрелости и активной кислотности исходного сырья, подбирают ее опытным путем. Ориентировочно она находится в следующих пределах.

Соли-плавители	рН
Цитраты натрия	5—7
Натриевые соли триоксиглутаровой кислоты	4—6

Из рассмотренных солей-плавителей оказались непригодными к употреблению фосфаты аммония, которые сообщают готовому продукту неприятный, едко-кислый привкус химикатов.

Размельченный сыр вместе с компонентами, необходимыми для нормализации (жир или обезжиренные продукты, вода), а также динатрийфосфат или смесь солей загружают в смеситель и тщательно перемешивают.

Плавление сыра

Подготовленная сырная смесь плавится в обычном плавильном котле или же на плавителе непрерывного действия ЦНИИМС. При этом важно соблюдать определенный температурный режим.

Опыты по плавлению сыра при разном режиме (температура от 70 до 90° и выдержка до 1 часа) с последующей сушкой показали, что оптимальная температура плавления колеблется от 70 до 80° при продолжительности нагрева не более 20 мин.

При меньшей температуре сыр может полностью не расплавиться. Более высокая температура и особенно при продолжительном нагреве и выдержке в нагретом состоянии в сухом сыре вызывает привкус перепастеризации. Так, этот привкус появляется уже при температуре 75° и выдержке 20 мин. В связи с этим расплавленную сырную массу необходимо сразу же после плавления подавать на сушку.

Сушка

Режим сушки различных продуктов в распылительных сушилках характеризуется в первую очередь степенью распыления, это зависит от скорости вращения распылителя и температуры греющего агента-воздуха.

Скорость вращения распылителя влияет на величину частиц продукта, подвергаемого сушке. При низкой скорости интенсивность распыления недостаточная, частицы имеют крупные размеры, не успевают высохнуть и прилипают к стенкам сушильной камеры, где они находятся на протяжении всего цикла сушки. Прилипший к стенкам сыр пригорает, качество его снижается.

При большой скорости вращения частицы сырной массы в процессе сушки не прилипают к стенкам сушилки. Большие скорости приобретают особое значение при работе с сыром, который по своим свойствам поддается сушке несколько труднее, чем молоко.

Оптимальная скорость вращения распылителя зависит от конструкции и производительности сушилки. Так, например, лучшая скорость для лабораторной сушилки, которая использовалась в опытах, составляет 35 000—40 000 об/мин., что соответствует давлению воздуха на лопасти турбины 5—6 атм.

Температурные показатели сушки складываются главным образом из температуры воздуха, поступающего в сушильную камеру и выходящего из него.

Для сушки плавленого сыра оптимальной следует считать температуру входящего воздуха 150—160° и выходящего 75—85°.

При более низких температурах распыленные частички не успевают высохнуть и образуют на стенках сушильной камеры налет из недостаточно высушенного сыра.

Температура выше оптимальной тоже не желательна, так как при этом происходит пригорание готового продукта и дополнительно расходуется тепло.

Расфасовка, упаковка, маркировка и хранение сухого сыра

Сухой сыр после просеивания на сите-вибраторе и охлаждения до комнатной температуры поступает на расфасовку.

Как показали испытания наиболее известных видов упаковки (жестяная банка, комбинированная с картоном банка, полиэтиленовый пакет

один и в сочетании с комбинированной банкой), тара оказывает существенное влияние на стойкость сыра при хранении.

На хранение были заложены голландский и костромской плавленые сыры в порошке.

Сыр, расфасованный в разную тару, в течение 20 месяцев хранили в холодильнике, в неотапливаемом складском помещении, в камерах сырподвала и в комнатных условиях.

Лучшей тарой для хранения сухого сыра оказалась жестяная банка; качество упакованного в нее сухого сыра в течение всего срока (20 месяцев) при разных условиях хранения практически не изменилось.

Удовлетворительная сохранность сыра при невысокой влажности отмечена в полиэтиленовом пакете, закатанном в комбинированную банку.

Один полиэтилен (в один слой) обеспечивает хорошую сохранность сухого сыра в течение 6 месяцев, за исключением хранения на свету. При более длительном хранении происходит порча сыра. Использование полиэтилена в два и более слоев повышает стойкость сыра при хранении.

Применение одной комбинированной банки дает наиболее низкие результаты. Уже после 6 месяцев хранения вкус сухого сыра становится, в основном, прогорклым.

Стойкость при хранении в разных условиях голландского плавленого сухого сыра, упакованного в жестяную банку, а также в полиэтилен, помещенный в комбинированную банку, видна из данных табл. 3.

Таблица 3

Условия хранения	Органолептическая оценка порошка после 20 месяцев хранения			
	упакованного в жестяную банку		упакованного в полиэтилен и комбинированную банку	
	вкус и запах	консистенция	вкус и запах	консистенция
$t=0-3^{\circ}\text{C}$; $\varphi=87-90\%$	Чистый, достаточно выраженный	Тонкий, однородный порошок	Чистый, достаточно выраженный	Тонкий, однородный порошок
$t=6-8^{\circ}\text{C}$; $\varphi=90-95\%$	Слегка нечистый, достаточно выраженный	То же	Слегка прогорклый	То же
$t=12-18^{\circ}\text{C}$; $\varphi=98-99\%$	Чистый, достаточно выраженный	.	Прогорклый	.
$t=14-24^{\circ}\text{C}$	То же	.	Чистый, достаточно выраженный	.

Примечание. До закладки на хранение сухой сыр представлял собой тонкий однородный порошок с достаточно выраженным сырным вкусом.

Полученные результаты позволяют установить для плавленого сыра в порошке, упакованного в жестяную банку или в двухслойный полиэтиленовый пакет, гарантийный срок хранения 1 год. При этом температура хранения должна быть не выше 20° , а относительная влажность не более 75%.

Банки, а также полиэтиленовые пакеты с сухим сыром упаковывают в деревянные ящики. Упаковку и маркировку производят в соответствии с требованиями, предъявляемыми к сухому молоку.

Качество готового продукта

Сухой плавленый сыр представляет собой тонкий однородный порошок белого цвета с слегка желтоватым оттенком. По внешнему виду он напоминает сухое молоко.

Сухой сыр должен иметь достаточно выраженный сырный, свойственный исходному сырью вкус и запах. Допускается слабый привкус пастеризации и наличие легко рассыпающихся комочков.

Можно сушить сыр разной жирности. Однако продукт, содержащий жира 20% и менее уже сравнительно невысокого качества (слабо выраженный вкус и грубая консистенция у восстановленного сыра). Сухой сыр с большим содержанием жира менее стоек при хранении, так как в процессе хранения подвергается порче главным образом жир. Кроме того, с повышением жирности повышается стоимость сыра. В этой связи наиболее приемлемым следует считать содержание жира в сухом веществе 30%.

В плавленом сыре в порошке должно содержаться влаги не более 5%, соли поваренной в пределах — 1,5—2,5%.

Сухой сыр можно употреблять непосредственно как плавленый после его восстановления или в виде приправы к некоторым блюдам (макаронам, картофелю и т. п.).

Восстановление сыра осуществляется добавлением к нему воды при помешивании до получения однородной массы без комков и крупинок.

В зависимости от количества прибавляемой воды (на 500 г порошка от 500 до 700 мл воды) консистенция его может быть от ломтевой до пастообразной.

Скорость восстановления во многом определяется температурой (табл. 4).

Таблица 4

Температура получения сырной массы из порошка в °С	Продолжительность восстановления в мин.
10	60—70
20	48—52
40	30—32
60	10—12
80	7—10

Продолжительность восстановления значительно сокращается, если сыр восстанавливать до такого состояния, когда наряду с основной расплавленной массой встречаются небольшие включения еще не расплавленного сыра. Например, при температуре 80° большая часть сыра восстанавливается сразу же.

Качество восстановленного плавленого сыра в порошке 30%-ной жирности, выработанного с использованием соли-плавителя динатрий-фосфата, характеризуется данными, приведенными в табл. 5.

Следовательно, после восстановления получается продукт по органолептическим показателям близкий к обычному плавленому сыру.

Повторность опыта	Вкус и запах	Консистенция
1	Слабо выраженный, удовлетворительный	Слегка липкая, тугоплавкая, грубая
2	То же	Липкая
3	Слабо выраженный	Слегка липкая, мажущаяся, удовлетворительная
4	Слабо выраженный, удовлетворительный	Рыхлая, недостаточно связная
5	Слабо выраженный	Слегка липкая

С целью производственной проверки выработали две партии плавленого сыра в порошке на Кардымовском молочно-консервном заводе Смоленского совнархоза.

Сухой сыр вырабатывался из натурального голландского и костромского сыров путем их плавления и последующей сушки на заводской распылительной сушилке марки Ц-200, производительностью 200 кг испаренной влаги в час.

Всего было выработано 1410 кг плавленого сыра в порошке. Производительность сушилки при этом составляла 230 кг испаренной влаги в час.

Химический состав сыра в %

Голландский:

жира в сухом веществе	48
влаги	2—4

Костромской:

жира в сухом веществе	47
влаги	2—4

В результате экспертизы было отмечено, что продукт представляет собой тонкий, однородный порошок, с выраженным сырным вкусом, легко восстанавливающийся при добавлении горячей воды до обычного плавленого сыра с однородной консистенцией.

Плавленый сыр в порошке также дал удовлетворительные результаты при использовании его непосредственно в качестве приправы к вареному картофелю и макаронам.

Таким образом, по разработанной технологии производства плавленого сыра в порошке можно получать питательный консерв достаточно высокого качества, выдерживающий длительное хранение и легко восстанавливающийся до обычного плавленого сыра.

ВЫВОДЫ

1. Технология плавленого сыра в порошке в основном сводится к предварительному плавлению натуральных сыров с последующей их сушкой методом распыления.

2. Плавление сыра осуществляется при температуре 70—80°, продолжительностью не более 20 мин.

3. В качестве соли-плавителя наиболее целесообразно применять двузамещенный фосфорнокислый натрий, смесь его с натриевыми солями лимонной или триоксиглутаровой кислот.

4. Расплавленная сырная масса, поступающая на сушку, должна быть достаточно текучей, для чего ее нормализуют по сухому веществу.

5. Установлен следующий режим сушки: температура воздуха, поступающего на сушку, 150—160°, температура выходящего воздуха 75—85°.

6. Плавленный сыр в порошке выдерживает длительное хранение и легко восстанавливается в воде.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Liebert G. L. Chem. Weekbl. № 44, 139, 1948.
2. Яхонтов П. Д., «Молочная промышленность», № 7, 16, 1956.

СОДЕРЖАНИЕ

И. И. Климовский, А. А. Розанов, М. Р. Гибшман, Основные факторы, определяющие видовые особенности костромского и степного сыров	3
М. Р. Гибшман, Влияние сезонных изменений молока на биохимические свойства молочнокислых стрептококков	54
А. П. Подсобляев, Прилипание сычужного сгустка и способы предотвращения его	60
К. С. Лебедева, Разработка технологии производства сыров типа чеддар	65
Е. М. Шубин, П. Ф. Крашенинин, Подбор солей для плавления сыра	75
П. Ф. Крашенинин, Е. М. Шубин, Г. В. Мархинин, Технология плавленого сыра в порошке	86

Редактор *И. И. Морозова*
Техн. редактор *С. П. Передерий*

Т-12635 Сдано в набор 2/VIII-1960 г.
 Подписано к печати 10/X-1960 г.
Бумага 70×108¹/₁₆ Объем 6 п. л. =
=8,22 усл. п. л. Уч.-изд. л. 7,62
Цена 5 р. 33 к. С.И.И. 1961г. цена 53 коп.
Тираж 3000 экз. Изд. № 1695 Заказ 974

Типография Московской картонажной ф-ки,
Павелецкая наб. д. 8.

19

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ
Труды ЦНИИМСа, вып. 6, „Технология сыра“

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
10	6-я сверху	4°	46°
82	22-я сверху	слоями	солями

ТКФ. Зак. 974 Тир. 3000