

*Т.И. Шингарева, О.И. Купцова, Е.О. Чупрунова
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ МОЛОКА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ СЫРОВ

(Поступила в редакцию 07.04.2011)

Проведен теоретический анализ способов предварительной подготовки молока для выработки сыров и роли созревания в повышении сыропригодности молока. Приведено экспериментальное подтверждение возможности корректировки нормативных параметров созревания молока-сырья, предварительно прошедшего бактофугирование и термизацию.

Введение. Вопросу качества сырья в сыроделии всегда придавалось первостепенное значение. И если в странах с развитой экономикой (Германия, Голландия, США и другие) данный вопрос уже не входит в разряд первоочередных, для Беларуси он все еще сохраняет свою актуальность.

В практике сыроделия, в отличие от производства творога или других видов ферментированной молочной продукции, молоко прежде чем подвергнуться сычужной коагуляции проходит стадию созревания [1–3]. Свежевыдоенное молоко определенный период сохраняет бактерицидные свойства, оно плохо свертывается сычужным ферментом и является неблагоприятной средой для развития молочнокислых бактерий. При выработке сыра из такого молока получается дряблый, плохо отдающий сыворотку сгусток, молочнокислый процесс идет медленно. В то же время развитие молочнокислых бактерий является одним из главных аспектов в производстве сыров. Для роста микрофлоры необходимы питательные вещества, в частности аминокислоты, пептиды. Часть этой потребности удовлетворяется фракцией растворимого азота молока, однако этого явно недостаточно [4, 5]. Поэтому с целью улучшения сыропригодности применяется процесс созревания молока. Во время созревания молока развитие молочнокислой микрофлоры сопряжено с совокупным изменением физико-химических и биохимических показателей молока: про-

исходит частичный гидролиз лактозы и некоторое увеличение титруемой кислотности, часть нерастворимых кальциевых солей переходит в растворимое состояние, снижается окислительно-восстановительный потенциал, укрупняются мицеллы казеина, увеличивается содержание полипептидов, повышается количество водорастворимых азотистых соединений. Все вышеперечисленное интенсифицирует молочнокислый процесс, оказывает положительное влияние на сычужное свертывание молока и в целом на качество сыров. В то же время улучшить сыропригодность молока только за счет повышения кислотности или внесения бактериальной микрофлоры в молоко не получается. Поэтому в сыроделии улучшение качества сыра, достигаемое за счет созревания молока, окупает дополнительные затраты, связанные с данной операцией [1].

Издавна температуру и продолжительность созревания молока выбирают с учетом видовых особенностей сыров, но таким образом, чтобы не допустить его преждевременное прокисание. Согласно стандартам, разработанным еще в бывшем Советском Союзе, и действующим сегодня в Беларуси нормативам [1–3], режимными параметрами созревания молока в производстве сыров считается выдержка молока при температуре (10 ± 2) °C в течение (12 ± 2) ч с добавлением или без добавления заквасок молочнокислых бактерий. На созревание может быть направлено молоко в сыром виде или после его термизации. Созреванию в сыром виде (после очистки) подвергают молоко не ниже первого класса по редуктазной и сычужно-бродильной пробам без добавления или с добавлением бактериальной закваски в количестве от 0,005 до 0,01%. Молоко с повышенной бактериальной обсемененностью направляют на созревание после термизации с добавлением бактериальной закваски в количестве от 0,05–0,3%. Соотношение зрелого и свежего молока устанавливают в зависимости от желаемой интенсивности развития молочнокислого процесса. При этом основными критериями требуемого соотношения являются титруемая кислотность молока перед свертыванием, которая не должна быть выше нормативного значения.

В то же время, если вернуться к истокам сыроделия, для производства сыров веками использовали сырое молоко. Пастеризация, как обязательная технологическая операция обработки молока, вошла в сыроделие

сравнительно недавно (в конце XIX века) при переходе на производство сыров в промышленном масштабе [6, 7]. В процессе созревания сырого молока важным являлось обеспечить направленный процесс развития молочнокислой микрофлоры, характерный для конкретного вида сыра, что достигалось за счет оптимизации параметров температуры и продолжительности созревания. В результате сыр, вырабатываемый по одной технологии, но в различной местности имел свои отличительные вкусовые характеристики.

Для выработки сыра перед сычужным свертыванием требуется наличие в молоке определенного количества молочнокислых бактерий (от 10^7 до 10^8 КОЕ/см³). Пастеризация молока способствует уничтожению не только патогенных микроорганизмов, но и значительному снижению молочнокислых бактерий, уровень которых на момент свертывания не превышает 10^4 КОЕ/см³ [4]. Поэтому при выработке сыров из пастеризованного молока для обеспечения направленного процесса развития молочнокислой микрофлоры, в молоко перед свертыванием стали вносить чистые культуры бактериальных заквасок, которые находились в логарифмической стадии роста (производственные закваски). При этом была доказана целесообразность введения части чистых культур бактериальных заквасок в молоко для предварительного созревания. При производстве сыров введение закваски молочнокислых бактерий в количестве 0,1% обеспечивает исходный уровень молочнокислых микроорганизмов в молоке приблизительно равный 10^6 КОЕ/см³. В процессе созревания в результате обмена веществ бактерий при температуре 10–12 °С в течение 12 ч накапливается незначительное количество молочной кислоты (прирост титруемой кислотности 0,5–1,0 °Т), а уровень молочнокислых бактерий возрастает где-то в 10 раз, причем последние уже хорошо адаптированы в молочной среде. Если к этому молоку добавляют 1% закваски молочнокислых бактерий, это обогащает молоко данной микрофлорой еще на 10^7 КОЕ/см³. В результате общий уровень молочнокислой микрофлоры в молоке достигает $2 \cdot 10^7$ КОЕ/см³. При этом половина молочнокислой микрофлоры происходит из предварительно созревшего молока, а половина – из непосредственно добавленных в молоко перед свертыванием [4], но последние также находятся в логарифмической стадии роста. При оптимальной для мезофилов температуре свертывания (31–33 °С)

количество заквасочных бактерий за короткий промежуток времени достигает 10^8 КОЕ в 1 см^3 и более, о чем свидетельствует прирост титруемой кислотности сыворотки.

Однако практика последних лет показала, что введение заквасочной микрофлоры в молоко перед созреванием значительно увеличивает риск развития бактериофагов [7]. Несмотря на комплекс разрабатываемых мероприятий по профилактике развития бактериофагов, сегодня созревание молока на отечественных предприятиях проходит без добавления заквасочных культур.

Еще один важный критерий, определяющий сыропригодность молока, – молоко должно быть благоприятной средой для развития заквасочной микрофлоры [1, 4]. Сегодня, когда при производстве сыров наряду с производственными заквасками активно внедряются закваски прямого способа внесения, данный критерий приобретает первостепенное значение.

Известно, что при производстве сычужных сыров используют поливидовые бактериальные закваски, состоящие из трех и более видов – *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis* и др. При их получении отбирают штаммы чистых культур бактерий, обладающие производственно-ценными свойствами, совместимые друг с другом. При этом, согласно рекомендациям фирм – изготовителей заквасок, при производстве сыра количественный и качественный состав заквасочной микрофлоры ориентирован на собственный потенциал, независимо от уровня молочнокислой микрофлоры молока-сырья. Но закваски прямого способа внесения, в отличие от производственных заквасок, на момент их внесения в молоко перед свертыванием находятся в неактивной форме. Это относится и к глубокозамороженным закваскам, и к закваскам лиофильной сушки. Поэтому им требуется определенный период времени для активизации своей жизнедеятельности. И для них будет более благоприятной средой та, в которой отсутствует любая технически важная микрофлора, включая молочнокислую. Применение термизации и бактофугирования, с этой стороны, оказывает более благотворное влияние на заквасочную микрофлору, так как значительно снижается уровень конкурирующей микрофлоры, в то время как созревание интенсифицирует развитие молочнокислых микроорганизмов сырого молока, вполне возможно и не обладаю-

щих производственно-ценными свойствами. Таким образом, один из главных критериев созревания молока – обеспечить протекание микробиологических процессов, вызванных молочнокислой микрофлорой молока-сырья – сегодня не так актуален.

Из вышеизложенного следует, что молоко, идущее на производство сыров и прошедшее предварительное резервирование при низких положительных температурах, термизацию, бактофугирование и созревание без внесения бактериальных заквасок, при таком способе подготовки в процессе созревания изменяет свои свойства незначительно. Поэтому достаточно спорно утверждать, что за счет созревания будет отмечаться заметное улучшение сыропригодности молока. Тогда есть основание поставить под сомнение необходимость проведения процесса созревания молока на сыродельных предприятиях в действующих сегодня нормативных режимах.

Известно, что для получения стандартного по жиру сыра требуется проводить нормализацию молока. Классическим способом нормализации является нормализация молока смешением (в емкостях). Однако сегодня во всем мире более эффективным признана нормализация молока в потоке с использованием сепараторов-сливкоотделителей, укомплектованных нормализационным блоком, что позволяет обеспечивать автоматизацию процесса, не требует дополнительных площадей для емкостей и другие преимущества. Поэтому данный способ нормализации применяется на современных сыродельных линиях.

Итак, все вышеперечисленные операции на стадии предварительной подготовки молока, предшествующие сычужному свертыванию, определенным образом отражаются на свойствах и бактериальной чистоте молока [7, 8] и в конечном итоге на выходных параметрах и качестве сыров. Поэтому в экспериментальной части работы представляло интерес исследовать качество молока сырьевой зоны Беларуси, предназначенного для выработки сыров, в зависимости от способов его предварительной подготовки.

В ходе эксперимента изучали влияние различных способов предварительной подготовки молока на количественный состав общей микрофлоры (КМАФАнМ), психротрофной и споровой (маслянокислые бактерии). Кроме того, следили за изменением активной и титруемой кислот-

ности молока, поскольку данный показатель наглядно отражает интенсивность развития молочнокислого процесса (табл. 1). При выполнении экспериментальной части работы использовали общепринятые в исследовательской практике методы анализа молока.

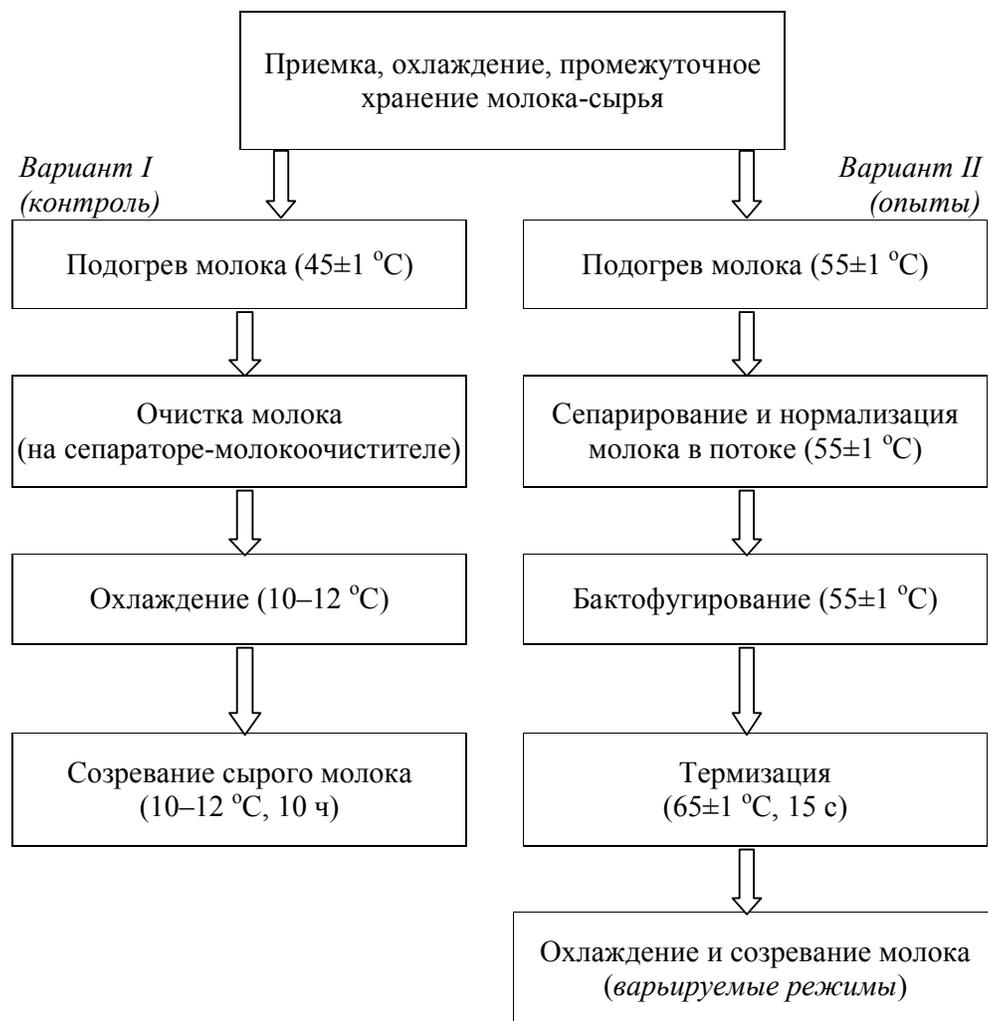


Рисунок 1 – Способы предварительной подготовки молока к выработке сыров

Контрольные образцы молока проходили предварительную обработку: согласно общепринятой в сыроделии практике – по варианту I (контроль) и созревали при температуре 10–12 °C в течение 10 ч, а опытные – согласно варианту II, с применением усовершенствованных технологических приемов: бактофугирование и термизация. Кроме того, в опытных образцах варьировали параметры созревания молока: температура 6 и 12 °C, продолжительность созревания – 1, 10, 24 и 36 ч.

Таблица 1 – Влияние способов термомеханической обработки и режимных параметров созревания на микрофлору молока

Номер образца	Режим созревания		Количественный состав		Психротрофные микроорганизмы, КОЕ ×10 ³ в 1 см ³		Спорообразующие маслянокислые бактерии, количество спор в 1 см ³		Титруемая кислотность, °Т
	температура, °С	продолжительность, ч	КМАФАнМ, КОЕ ×10 ³ в 1 см ³		Х*	R**	Х*	R**	
			X*	R**					
Молоко-сырье	-	-	347,0	96,0–498,0	1,8	1,2–2,3	6,0	2,5 – 10	18,0
Контроль	10–12	10	527,0	90,0–1050,0	1,7	1,0–2,3	2,5	0 – 6	19,0
Опыт 1									
Образец №1	6	1	3,5	1,8–5,1	0,08	0,06–0,12	-	-	18,0
Образец №2		10	3,5	1,9–5,0	0,08	0,06–0,14	-	-	18,1
Образец №3		24	3,6	1,7–5,1	0,09	0,07–0,16	-	-	18,2
Образец №4		36	3,8	1,8–5,3	0,12	0,09–0,18	-	-	18,4
Опыт 2									
Образец №1	12	1	3,5	1,8–5,1	0,08	0,06–0,12	-	-	18,0
Образец №2		10	3,5	1,9–5,2	0,08	0,06–0,12	-	-	18,1
Образец №3		24	3,8	1,9–5,8	0,08	0,06–0,11	-	-	18,3
Образец №4		36	4,3	2,1–6,3	0,08	0,06–0,10	-	-	18,5

*Среднее геометрическое число, $n=5$.

** Диапазон варьирования.

Если сравнить микробные показатели исходного молока-сырья с опытными образцами (таблица), видно, что применение бактофугирования и термизации (опыт 1, опыт 2) в исследуемых диапазонах созревания обеспечивают снижение КМАФАнМ в среднем на 2 пункта, психротрофной микрофлоры – 1,3 пункта, при этом отмечается полное уничтожение спор маслянокислых бактерий.

Что касается самих опытных образцов молока, в течение 24 ч созревания независимо от температурного фактора существенной разницы в развитии исследуемой микрофлоры не установлено, но через 36 ч появились некоторые различия, что отразилось на титруемой кислотности: в опыте 1 (образец №4) прирост составил 0,4 °Т и в опыте 2 (образец №4) – 0,5 °Т. При этом при температуре 6 °С (опыт 1) несколько активизировалась психротрофная микрофлора, что связано с температурным фактором, оптимальным для данной микрофлоры.

Анализ исследуемых показателей сырого молока и контрольных образцов, созревающих в сыром виде при температуре 12 °С в течение 10 ч (контроль), выявил более существенные изменения. Здесь, по сравнению с молоком-сырьем, несколько уменьшилось количество психротрофной микрофлоры (примерно на 5%), на фоне активного роста КМАФАнМ (в 1,5 раза), при этом прирост титруемой кислотности составил 1,0 °Т.

Таким образом, установлено, если молоко-сырье прошло бактофугирование, термизацию и созревание проходит при температуре 6–12 °С, то микробиологические свойства молока сохраняются практически без изменения в течение до 24 ч. Это дает основание рассматривать данную технологическую операцию не как «созревание», а «хранение» молока. В свою очередь, применение температурно-временных диапазонов хранения термообработанного молока: при температуре 6–12 °С до 24 ч, по сравнению с действующими сегодня нормативными режимами созревания молока перед выработкой сыра, позволяют расширить возможности сыродельных предприятий, управляя сырьевыми потоками с учетом имеющихся мощностей и производственной необходимости.

Литература

1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико–химические аспекты / А.В. Гудков; под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 627 с.
2. Шилер, Г.Г. Производство сыра: технология и качество / Г.Г. Шилер. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 496 с.
3. Скотт, Р. Производство сыра: сырье, технология, рецептуры / Р. Скотт, Р. Робинсон, Р. Уилби. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.
4. Сборник технологических инструкций по производству твёрдых сычужных сыров / В.Н. Алексеев [и др.] – Углич: НПО «Углич», 1989. – 218 с.
5. Базовая технологическая инструкция по изготовлению сыров сычужных твердых. Общая часть: ТИ РБ 100098867.026-2003. – Введ. 01.09.2003. – Минск: УП «БЕЛНИКТИММП», 2003. – 138 с.
6. Микробиология продуктов животного происхождения / Г.Д. Мюих [и др.]; пер. с нем. – М.: Агропромиздат, 1985. – 592 с.
7. Соколова, З.С. Технология сыра и продуктов переработки сыворотки / З.С.Соколова, Л.И. Лаконова, В.Г. Тиняков. – М.: Агропромиздат, 1992. – 335 с.
8. Улитенко, А. И. Зависимость качества молока от технологии его первичной обработки /А. И. Улитенко, Э. И. Соколовский, В. А. Пушкин // Переработка молока. – 2004. – № 1 (51). – С. 24–25.

T. Shingareva, M. Glushakov, S. Krasocski, E. Chuprunova
**PERFECTION OF WAYS OF PRELIMINARY PREPARATION
OF MILK FOR MANUFACTURE OF CHEESES**

Summary

The theoretical analysis of ways of preliminary preparation of milk for manufacture of cheeses and a role of ripening in increase the suitability of milk as a raw material for cheese is carried out. Experimental acknowledgement of possibility of updating of standard parameters of ripening of the milk-raw materials which has preliminary passed bacto-fugation and thermisation is resulted.