

Изучение процесса созревания нового вида сыра с высокой температурой второго нагревания

Наталья Борисовна Гаврилова, д-р техн. наук, профессор

E-mail: nb.gavrilova@omgau.org

Надежда Борисовна Копанева, аспирант

E-mail: nb.kopaneva19.06.01z@omgau.org

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, г. Омск

Целью исследования являлось комплексное изучение влияния комбинаций заквасок и ферментных препаратов отечественного и импортного производства на формирование ключевых показателей качества нового вида сыра в процессе созревания. Работа направлена на решение актуальной задачи обеспечения технологической импортнезависимости российской сыродельной промышленности. В качестве объектов исследования выступили образцы полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания, произведенные с использованием различных комбинаций импортных и отечественных биопрепаратов. В ходе мониторинга процесса созревания проводилась динамическая оценка качества образцов по широкому спектру органолептических (вкус, запах, консистенция, рисунок) и микробиологических показателей (количество и активность полезной микрофлоры). Установлено, что выбранные отечественные аналоги по основным технологическим и качественным параметрам не уступают импортным. Результаты работы наглядно продемонстрировали эффективность как заквасочных культур, так и ферментных препаратов в технологии полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания. Полученные результаты свидетельствуют о реальной возможности импортозамещения при сохранении высокого уровня потребительских качеств данной группы сыра.

Ключевые слова: сыр, органолептические показатели, высокая температура второго нагревания, закваски, ферменты

Для цитирования: Гаврилова, Н. Б. Изучение процесса созревания нового вида сыра с высокой температурой второго нагревания / Н. Б. Гаврилова, Н. Б. Копанева // Сыроделие и маслоделие. 2026. № 2. С. 38–45. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2026-2-52>

Введение

В молочном сегменте сыр удерживает позицию наиболее динамично развивающейся категории. По данным Аналитического центра Milknews, производство сыров в 2025 г. увеличилось на 28 % – с 682 до 874 тыс. т¹. Этот продукт отличается богатым составом: содержит жиры, белки, незаменимые аминокислоты, витамины, преимущественно группы В (в том числе В12 и В2), а также витамины А и D, среди минералов преобладает кальций, а селен и цинк содержатся в умеренном количестве^{2,3}.

Длительное созревание формирует особые характеристики полутвердых сыров с высокой температурой второго нагревания, что делает их продуктом премиум-класса и обеспечивает стабильный потребительский спрос на них [1, 2]. Технология производ-

ства этих сыров представляет собой сложный процесс, зависящий от целого ряда взаимосвязанных факторов, включая специфический симбиоз микроорганизмов. Ключевую роль играют такие культуры, как мезофильные и термофильные лактобациллы (мезофильные – *Lactocaseibacillus casei*, защитная палочка *Lactiplantibacillus plantarum*; термофильные – *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*), термофильный стрептококк (*Streptococcus thermophilus*), а также пропионовокислые бактерии (*Propionibacterium freudenreichii*), которые и формируют характерные свойства продукта [3, 4].

Формирование качества сыра начинается на стадии его выработки: перед отправкой на созревание продукт должен удовлетворять установленным

¹Производство сыров увеличилось на 1,7% [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/rinok-moloka-v-Rossii/syr-analitika-yanvarya-2025.html> (дата обращения: 08.01.2026).

²Просеков, А. Ю. Россия на мировом рынке сыра: перспективы развития / А. Ю. Просеков // Сыроделие и маслоделие. 2025. № 1. С. 2–5. <https://elibrary.ru/uzswpx>

³Просеков, А. Ю. Российские закваски и ферменты: курс на технологическую независимость / А. Ю. Просеков // Молочная промышленность. 2025. № 3. С. 2–5. <https://elibrary.ru/evidd1>

нормам по химическому составу и физико-химическим показателям, содержать необходимый объем ферментов, продуцируемых микрофлорой закваски (что подтверждается анализом численности клеток молочнокислых бактерий), а также не превышать допустимых норм по содержанию технически вредной микрофлоры [4]. Также качество сыра зависит от применяемых молокосвертывающих ферментов. Первостепенной функцией молокосвертывающих энзимов является расщепление в каппа-казеине связи $\text{Фен}_{105}\text{-Met}_{106}$ в результате чего от каппа-казеина отщепляется макропептид, мицеллы казеина дестабилизируются, и молоко свертывается. Частично молокосвертывающие ферменты уходят с сывороткой, а частично остаются в сыре и участвуют в процессе созревания [5, 6].

Заквасочные культуры оказывают постоянное воздействие на физико-химические характеристики сыра на всех стадиях – от производства до созревания. Прежде всего микроорганизмы синтезируют ряд соединений, определяющих органолептические свойства конечного продукта: вкусовые качества, ароматический профиль и параметры консистенции. Процессы, происходящие благодаря работе закваски, помогают предотвратить рост нежелательных микроорганизмов, тем самым увеличивая срок хранения сыра [7].

Соответственно, заквасочная микрофлора, а также молокосвертывающие энзимы непосредственно участвуют как в свертывании молока, так и в созревании сыра, формировании его органолептических показателей [8]. Созревание полутвердых сыров с низкой и высокой температурами второго нагревания происходит в анаэробных условиях. Протеолиз выступает ключевым биохимическим процессом созревания сыра, а концентрация его продуктов служит объективным критерием зрелости продукта. Органолептические характеристики сыра формируются за счет комплекса биохимических реакций, среди которых центральное место занимают протеолиз и липолиз [9]. Для наращивания объемов производства сыров данной группы целесообразно сосредоточить усилия на совершенствовании биотехнологических подходов к изготовлению полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания – в частности, путем оптимизации применения отечественных заквасочных культур и ферментных препаратов [10].

В настоящее время сыродельные предприятия России используют в основном заквасочные культуры прямого внесения и ферментные препараты импортного производства. Но в рамках обеспечения импортонезависимости необходимо разрабатывать (совершенствовать) биотехнологию сыров с использованием биокомпонентов (биосистем) отечественного производства⁴.

Целью исследования являлось комплексное изучение влияния комбинаций заквасок и ферментных препаратов отечественного и импортного производства на формирование ключевых показателей качества нового вида сыра в процессе созревания.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования – полутвердые сыры, изготовленные по усовершенствованной биотехнологии на основе двух альтернативных рецептурных композиций. Отличительная особенность применяемых рецептур – это компонентные составы комбинации заквасочных культур и ферментных препаратов. Использовались взаимозаменяемые закваски и ферменты отечественного и импортного производства. Исходным сырьем для выработки сыров послужило сырое молоко, отвечающее требованиям ГОСТ 52054-2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия». Вторым обязательным компонентом пищевой молочной системы выступала молочно-белковая смесь «Милкмикс Универсал» (ГК «Питерпром», Россия), изготовленная согласно ТУ 10.51.56-003-69202237-2016. Сухая молочно-белковая смесь «Милкмикс Универсал» представляет собой продукт, содержащий казеинаты и концентрат молочных белков. Органолептические показатели: цвет – от белого до кремового, запах – характерный для молочных продуктов. Химический состав молочно-белковой смеси «Милкмикс Универсал»: массовая доля белка $60,0 \pm 2,0$ %; массовая доля жира 1,5 %; массовая доля влаги 6 %, массовая доля золы 4,7 %; массовая доля углеводов 27,8 %. Данный компонент вносился для корректировки показателей сыропригодности молока по массовой доле белка, а также для улучшения структурных и органолептических показателей готового продукта.

Для поиска возможностей повышения качества, безопасности и увеличения сроков хранения сыра

⁴Бабкина, Н. Г. Знаете ли вы как ускорить созревание сыров?! / Н. Г. Бабкина // Переработка молока. 2021. № 8 (262). С. 34–35.

были исследованы две комбинации заквасочных культур и ферментных препаратов как биосистем, влияющих на конечные характеристики продукта:

- Заквасочные культуры и ферментный препарат животного происхождения «NATURAL RENNET» ТМ «LACTOFERM» (производитель Biochem Srb, Италия).
- Бактериальные концентраты (ООО «Барнальская биофабрика», Россия) и сычужно-говяжий молокосвертывающий ферментный препарат «СГ-50» (ООО «Арбина», Россия). Исследование выполнено на базе Сибирского научно-исследовательского института сыроделия (СибНИИС г. Барнаул). Для обеспечения достоверности полученных данных применялись стандартные лабораторные методы оценки химических, микробиологических и органолептических показателей. Каждый эксперимент воспроизводили минимум трижды.

Опытные и контрольные образцы вырабатывались из молока, нормализованного до жирности 3,0 %, что обеспечивало получение стандартизированной смеси с нужным соотношением жира к белку. Органолептические показатели смеси – однородная жидкость без осадка и хлопьев, с чистым молочным вкусом и запахом. Химический и физико-химический состав нормализованной смеси: СОМО 8,74 %, жир 3,0 %, белок 3,18 %, плотность 1028 кг/м³, кислотность 18 °Т.



Изоточник изображений: freerik.com

В результате экспериментальных исследований была определена оптимальная дозировка молочно-белкового ингредиента – она составила 0,3 % от объема нормализованной смеси [11].

На этапе внесения молочно-белковый ингредиент вводили в нормализованную смесь при непрерывном перемешивании. С целью обеспечения полного растворения ингредиента температуру смеси поддерживали в диапазоне 45 ± 1 °С. Далее осуществляли пастеризацию смеси при температуре 72 ± 2 °С с выдержкой в течение 20 с, после чего ее охлаждали до температуры 32 ± 2 °С для последующего внесения хлористого кальция и заквасочной культуры. Далее следовало свертывание (30–35 мин). Образовавшийся сгусток разрезали на кубики 6–8 мм, выполняли постановку зерна, второе нагревание до 52 °С и вымешивание. Готовое сырное зерно переливали в индивидуальные пластиковые формы, после чего проводили самопрессование, а затем – прессование сырной массы.

Было проведено сравнение биосистем (заквасочной культуры и молокосвертывающего фермента) отечественного и импортного производства. Взаимодействие закваски и фермента оценивалось по органолептическим, микробиологическим и биохимическим показателям.

При изготовлении контрольного образца сыра применяли многокомпонентную систему заквасочных микроорганизмов: основную закваску EM, содержащую термофильный стрептококк (*Streptococcus thermophilus*), мезофильные лактококки (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*) и термофильные палочки (*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*), созревательную культуру PP (*Propionibacterium freudenreichii*); защитную культуру LP (*Lactiplantibacillus plantarum*). В качестве молокосвертывающего агента использовали препарат «NATURAL RENNET».

Для изготовления опытных образцов использовали комбинированную закваску: концентраты «БК-Алтай-С» (мезофильные лактококки – *L. lactis*, *L. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*), «БК-КЛП» (*L. plantarum*), «БК-Алтай-ЛС» (термофильные палочки *L. helveticus*, *L. delbrueckii* subsp. *lactis* и термофильный стрептококк *Str. thermophilus*) и «БК-КП» (пропионовокислые бактерии). В каче-

стве молокосвертывающего фермента применяли российский препарат животного происхождения «СГ-50» (химозин – 50 %, говяжий пепсин – 50 %).

Созревание всех образцов сыра происходило в течение 45 суток в производственных камерах с покрытием «Полисвэд-2». Процесс осуществлялся в соответствии с технологией, изложенной в патенте на изобретение RU 2800825 С1 («Способ производства полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания», авторы: Н. Б. Копанева, Н. Б. Гаврилова, Н. Л. Чернопольская, Х. М. Сайдалиев). Режим созревания был трехступенчатым: 10 суток при 12 °С и 85 % влажности, затем 20 суток при 20–22 °С и 8–87 % влажности, завершающие 15 суток при 12 °С и 85 % влажности.

В ходе работы основное внимание уделялось характеру микробиологических процессов, протекающих при созревании сыров, уровню развития молочнокислой и пропионовокислой микрофлоры. Именно он определяющий формирование органолептических свойств сыров.

По окончании созревания проведена оценка качества полутвердых сыров. Органолептические свойства оценивали по 100-балльной шкале по ГОСТ 33630-2015. Наибольший вклад в итоговую оценку вносили вкус и запах (45 баллов), затем консистенция (25 баллов), рисунок и внешний вид (по 10 баллов каждый), цвет, упаковка и маркировка (по 5 баллов)⁵ [12].

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены ключевые биотехнологические параметры производства полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания. Существенным отличительным признаком рассматриваемых технологий является применение биосистем, как импортного, так и отечественного производства.

Контрольные и опытные сыры созревали при одинаковых условиях в течение 45 суток. Показатель активной кислотности сырной массы постоянно меняется в ходе выработки полутвердого сыра. Согласно нормативным требованиям, контрольные значения рН для сыра с высокой температурой

Таблица 1. Основные биотехнологические параметры полутвердого сыра

Параметры	Контроль	Опыт
Характеристика смеси		
Количество, кг	1000	1000
в т. ч. молочно-белковая смесь «Милкмикс Универсал», %	0,3	0,3
Кислотность, °Т	18	18
Плотность, кг/м ³	1027–1029	1027–1029
Массовая доля жира, %	2,9–3,0	2,9–3,0
Массовая доля белка, %	3,1–3,2	3,1–3,2
На 100 кг смеси внесено:		
CaCl ₂ , г	25	25
ЕМ, U	1	–
LP, U	1	–
PP, U	1	–
Концентрат «БК-Алтай-С», ЕА	–	0,5
Концентрат «БК-Алтай ЛС», ЕА	–	0,2
«БК-КЛП», ЕА	–	0,02
«БК-КП», ЕА	–	0,02
МФП СГ-50, г	–	2,5
МФП Rennet Natural, г	5,0	–
Активизация закваски в ванне, мин	40–45	40–45
Температура свертывания, °С	32–33	32–33
Продолжительность свертывания, мин	30	35
Продолжительность обработки зерна после второго нагревания, мин	25–45	25–45
Общая продолжительность обработки, мин	150	150
Температура второго нагревания, °С	50–52	50–52
Физико-химические показатели сыра после пресса		
Массовая доля жира в сухом веществе, %	45,0	45,0
Массовая доля влаги, %	42,5–42,8	42,5–42,8
Активная кислотность, ед. рН	5,5–5,7	5,5–5,7

⁵Мордвинова, В. А. Новые стандарты в сыроделии. ГОСТ Р 52686-2023 и проект ГОСТа на сыры полутвердые / В. А. Мордвинова, Н. Н. Оносовская // Переработка молока. 2025. № 2 (304). С. 18–20. <https://elibrary.ru/ocszoi>



Источник изображения: freerik.com

этапа выработки сыра до второго нагревания преобладают лактококки, после нагревания – термофильные палочки и стрептококки. К 5 суткам молочнокислые палочки составляют до 50 % микрофлоры, значительную часть составляют термофильные палочки – *L. helveticus*, *L. delbrueckii* subsp. *lactis*. К 10–20 суткам их численность падает из-за истощения лактозы и отмирания клеток наиболее чувствительных к ее отсутствию, но к 30 суткам снова растет за счет мезофильных палочек (*L. casei*, *L. plantarum*), способных усваивать лактаты. На завершающей стадии активизируются пропионовокислые бактерии, использующие продукты метаболизма молочнокислых бактерий, чему способствует и температура в бродильной камере.

второго нагревания регламентированы на ключевых этапах производства: в конце обработки сырного зерна показатель должен находиться в диапазоне 6,3–6,4 ед. рН, после завершения прессования – в пределах 5,6–5,8 ед. рН, а в готовом продукте должен составлять 5,5–5,7 ед. рН. Динамика ключевых физико-химических показателей в ходе созревания отражена в таблице 2.

Анализ полученных данных демонстрирует, что интенсивность молочнокислого процесса в исследованных сырах находилась на высоком уровне и полностью соответствовала общепринятым нормативным показателям, характерным для сыров с высокой температурой второго нагревания.

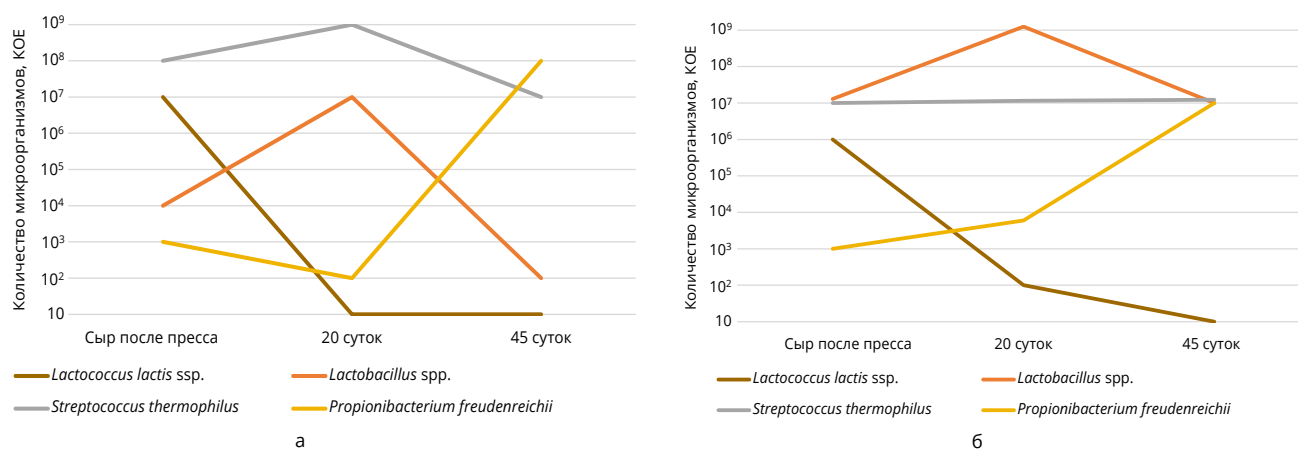
Можно отметить, что полутвердые сыры с высокой температурой второго нагревания характеризуются сложной динамикой развития микрофлоры. По данным А. В. Гудкова, в данной группе сыров развитие микрофлоры идет поэтапно [13]. Вначале во время

Данные, полученные в ходе эксперимента, расходятся с представленными А. В. Гудковым по ряду причин [13]. Во-первых, разное исходное содержание жизнеспособных клеток в смеси для выработки сыра. Во-вторых, точный состав заквасочной смеси и количественное соотношение входящих в нее штаммов относятся к категории коммерческой тайны. Это объективно затрудняет (а в ряде случаев делает невозможным) нивелирование исходных различий между продукцией двух разных производителей для достижения сопоставимых условий. В-третьих, разный бактериальный состав двух культур (в отечественном варианте опыта дополнительно присутствуют *L. diacetylactis* и *L. cremoris*). Присутствие данных видов вносит существенные коррективы в синергические взаимодействия бактерий внутри сыра, что неизбежно сказывается на динамике созревания и органолептических свойствах готового продукта, вызывая отклонения от контрольных показателей.

Динамика развития молочнокислой и пропионовокислой микрофлоры выработанных сыров представлена на рисунке 1.

Таблица 2. Изменение физико-химических показателей сыра в процессе созревания

Образец	Из-под пресса	После посолки	10–14 суток (холодная камера)	30–35 суток (теплая камера)	45 суток (холодная камера)
Активная кислотность сыра, ед. рН					
Контроль	5,65 ± 0,20	5,45 ± 0,20	5,52 ± 0,20	5,60 ± 0,20	5,62 ± 0,20
Опыт	5,60 ± 0,20	5,40 ± 0,20	5,48 ± 0,20	5,55 ± 0,20	5,60 ± 0,20
Массовая доля влаги, %					
Контроль	42,6 ± 0,1	41,3 ± 0,1	39,7 ± 0,1	38,4 ± 0,1	37,8 ± 0,1
Опыт	42,4 ± 0,1	41,0 ± 0,1	39,5 ± 0,1	38,2 ± 0,1	37,6 ± 0,1



Примечание: данные представлены как среднее арифметическое трех независимых измерений ± стандартное отклонение, для *Lactococcus lactis* ssp., *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus* spp стандартное отклонение ± 0,01, для *Propionibacterium freudenreichii* ± 0,06

Рисунок 1. Динамика развития молочнокислой и пропионовокислой микрофлоры: а) в контрольных сырах; б) в опытных сырах

По окончании созревания проводилась проверка качества выработанных сыров. Результаты органолептической оценки опытного и контрольного образцов сыра представлены в таблицах 3, 4. Экспертную оценку проводили три дегустатора – специалисты лаборатории научно-прикладных и технологических разработок Сибирского научно-исследовательского института сыроделия.

Согласно нормативным требованиям, исследуемые сыры должны обладать характерным сырным вкусом и запахом со сладковато-пряными нотами различной степени выраженности. Дан-

ный вкусоароматический профиль формируется вследствие развития мезофильно-термофильной микрофлоры и пропионовокислых бактерий в процессе созревания продукта.

Основными оцениваемыми показателями сыров, в том числе полутвердых с высокой температурой второго нагревания, являются вкус и запах, консистенция, рисунок. Осуществлялась описательная и балльная оценка сыра по каждому показателю, результаты представлены в таблицах 3 и 4 соответственно. Для оценки образцов использовались критерии,

Таблица 3. Описательная оценка органолептических показателей опытных и контрольных образцов сыра

Образец	Возраст, сутки	Показатели				Внешний вид
		Вкус и запах	Консистенция	Рисунок	Цвет	
Контроль	45	Хороший сырный вкус и аромат, пряный	Хорошая, пластичная	На разрезе имеет рисунок, состоящий из неравномерно распределенных средних и крупных глазков до 20 мм и большого количества мелких глазков	От белого до светло-желтого	Корка прочная, ровная, без повреждений и толстого подкоркового слоя
Опыт	45	Выраженный сырный вкус и аромат, пряный	Отличная, эластичная	На разрезе имеет рисунок, состоящий из средних и крупных глазков до 30 мм	От белого до светло-желтого	Корка прочная, ровная, без повреждений и толстого подкоркового слоя

Таблица 4. Оценка органолептических показателей опытных и контрольных образцов сыра, баллы

Образец	Показатели						
	Вкус и запах	Консистенция	Рисунок	Цвет	Внешний вид	Упаковка, маркировка	Итого
Контроль	43,4 ± 0,2	23,2 ± 0,2	6,8 ± 0,2	5,0 ± 0,2	10	5	95,8 ± 0,2
Опыт	43,8 ± 0,2	23,8 ± 0,2	8,4 ± 0,2	5,0 ± 0,2	10	5	97,0 ± 0,2

*Примечание: показатели «Внешний вид» и «Упаковка» для всех образцов условно приняты идентичными.



а



б

Рисунок 2. Срезы образцов сыра: а) контрольный образец; б) опытный образец

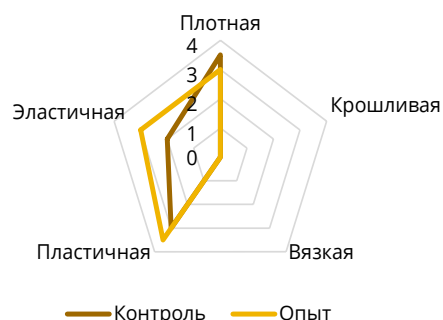
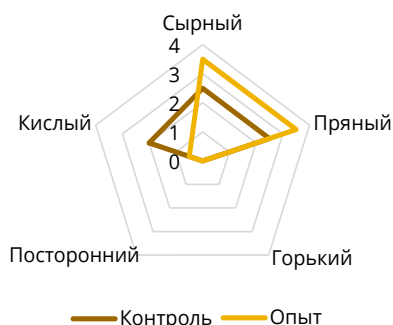


Рисунок 3. Органолептическая оценка вкуса и запаха сыров в возрасте 45 суток

Рисунок 4. Органолептическая оценка консистенции сыров в возрасте 45 суток

установленные для сыра Советский. Срезы сыров представлены на рисунке 2.

По результатам органолептической оценки были построены профилограммы по вкусу и запаху (рис. 3) и консистенции (рис. 4). Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что используемые комбинации заквасочных культур сформировали типичный вкус для сыров с высокой температурой второго нагревания в возрасте 45 суток.

Выводы

Исследование показало, что изученные биотехнологические системы (как импортного, так и российского производства) эффективны и могут использоваться как альтернатива друг другу при изготовлении сыров с высокой температурой вто-

рого нагревания. Это подтверждается формированием типичных для данного вида сыра вкуса, запаха и консистенции, несмотря на различную динамику развития молочнокислой и пропионово-кислой микрофлоры в контрольных и опытных образцах. Органолептическая оценка является определяющим фактором, подтверждающим качественную идентичность выработанных продуктов. Исследования обосновали возможность эффективного импортозамещения без потери качества. В условиях возрастающей вероятности ухода зарубежных компаний с российского рынка критически важно иметь отечественный продукт аналогичного качества – это обеспечит бесперебойность производства сыра, отвечающего установленным потребительским стандартам (включая требования к органолептическим свойствам, составу, срокам годности и безопасности продукции). ■

Поступила в редакцию: 28.01.2026

Принята в печать: 07.04.2026

Ripening Dynamics of Innovative High-Temperature Scalded Cheese

Natalia B. Gavrilova, Nadezhda B. Kopaneva

Omsk State Agrarian University, Omsk

Abstract. Diverse combinations of domestic and imported starter cultures and enzyme preparations can have different effects on the quality of new cheese varieties during the ripening process. In this regard, the current reliance on foreign technologies poses a challenge for the Russian cheese industry. This article describes the effect of different enzymic and starter combinations on a new brand of high-temperature scalded semihard cheese. The dynamic quality assessment included sensory profiling (taste, aroma, consistency, and texture) and microbiological parameters (beneficial microflora). The domestic versions of enzymes and starter cultures proved to be not inferior to imported samples in terms of basic technological and qualitative parameters in semihard cheese production. Domestic products may provide effective import substitution without affecting the consumer characteristics of high-temperature scalded semihard cheese.

Keywords: cheese, sensory profile, high-temperature scalded cheese, starter culture, enzyme

Список литературы

1. **Рогов, Г. Н.** Российский рынок сыров - вчера, сегодня, завтра / Г. Н. Рогов // Технический оппонент. 2024. № 3(15). С. 13–16. <https://elibrary.ru/lusinn>
2. **Бабкина, Н. Г.** Основные тренды и технологические аспекты производства полутвердых сыров. Функции заквасочной и защитной микрофлоры / Н. Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. 2021. № 1. С. 22–24. <https://elibrary.ru/lusinn>
3. **Лепилкина, О. В.** Ферментативный протеолиз при преобразовании молока в сыр / О. В. Лепилкина, А. И. Григорьева // Пищевые системы. 2023. Т. 6, № 1. С. 36–45. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-36-45>; <https://elibrary.ru/mysjff>
4. **Сорокина, Н. П.** Состав и свойства заквасочной микрофлоры для полутвердых сыров / Н. П. Сорокина, Е. В. Кураева, А. В. Шпак // Сыроделие и маслоделие. 2021. № 3. С. 42–46. <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2021-3-42-46>; <https://elibrary.ru/zvgqxh>
5. **Гаврилова, Н. Б.** Определение возможности использования в технологии полутвердого сыра ферментного препарата «Lactoferm» / Н. Б. Гаврилова [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2024. № 2. С. 54–59. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2024-2-2>; <https://elibrary.ru/sjdlst>
6. **Стурова, Ю. Г.** Влияние физико-химических факторов на специфическую активность протеаз, применяемых в биотехнологии сыров / Ю. Г. Стурова [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2024. Т. 14, № 3(50). С. 352–361. <https://doi.org/10.21285/achb.935>; <https://elibrary.ru/gewfbw>
7. **Кашина, Е. Д.** Закваски для сыров. Разнообразие выбора / Е. Д. Кашина // Молочная промышленность. 2022. № 10. С. 32–35. <https://elibrary.ru/asobwq>
8. **Свириденко, Г. М.** Особенности роста и метаболизма *Lactocaseibacillus casei* в модельных молочных средах и полутвердых сырах / Г. М. Свириденко [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. 2024. Т. 60, № 3. С. 765–778. <https://doi.org/10.1134/S0003683824604980>; <https://elibrary.ru/ewpoqx>
9. **Сорокина, Н. П.** Оценка протеолитической активности применяемых в сыроделии лактобацилл / Н. П. Сорокина [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55, № 3. С. 540–551. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2589>; <https://elibrary.ru/ejhncs>
10. **Копанева, Н. Б.** Биотехнологические параметры полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания / Н. Б. Копанева, Н. Б. Гаврилова, Н. Л. Чернопольская // Сыроделие и маслоделие. 2023. № 4. С. 20–22. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2023-4-8>; <https://elibrary.ru/lnudoy>
11. **Копанева, Н. Б.** Изучение способа совершенствования технологии полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания / Н. Б. Копанева, Н. Б. Гаврилова, Н. Л. Чернопольская // Инновационные решения и тренды развития технологий продуктов здорового питания: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Заслуженного работника высшей школы РФ, действительного члена РАЕ, доктора медицинских наук, профессора Высокогорского Валерия Евгеньевича. – Омск: ОмГАУ имени П. А. Столыпина, 2022. – С. 52–55. <https://elibrary.ru/onwkdd>
12. **Ван Ден Ховен, Г.** Ускоренное, безопасное и чистое созревание сыра / Г. Ван Ден Ховен // Технический оппонент. 2024. № 2(14). С. 41–43. <https://elibrary.ru/oserbh>
13. **Гудков, С. А.** Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / С. А. Гудков. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 804с

