

Ирина Владимировна Буянова<sup>1✉</sup>, Сергей Александрович Коновалов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецов, Кемерово, Россия

<sup>2</sup>Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия

<sup>1</sup>ibuyanov\_a@mail.ru

<sup>2</sup>sa.kononov@omgau.org

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЫРОПРИГОДНОСТИ МОЛОКА КОРОВ ДЖЕРСЕЙСКОЙ ПОРОДЫ

Цель исследования – определить химический состав, физико-химические, сыропригодные свойства сырого молока коров Джерсейской породы. Исследования проводились в ОГАУ «Асиновское районное ветеринарное управление» и ОГАУ «Томская областная ветеринарная лаборатория», производственная лаборатория (г. Северск). Использовали стандартные и общепринятые химические, физико-химические методы исследований. Показаны результаты липолитических свойств молока коров Джерсейской породы при различных режимах хранения. Молоко коров Джерсейской породы не обладает выраженной липолитической активностью, и сроки хранения сырого молока до переработки при низких температурах 2–4 °С можно продлить до 2 сут. Полученные значения свободных жирных кислот в молоке джерсейской породы подтвердило факт неизменных органолептических свойств во время хранения. Установили факт, что повышенное количество соматических клеток приводит к росту степени липолиза. Для снижения изменения качества сырого молока следует заготавливать молоко только от здоровых животных без признаков маститного. Коровье молоко от Джерсейской породы характеризовалось как молоко с низкой вероятностью к спонтанному липолизу. Получены результаты по влиянию режимов пастеризации на липолитические процессы в молоке. В пастеризованном молоке сумма свободных жирных кислот была ниже (60,4 мгэкв / 100 см<sup>3</sup>) по сравнению с сырым молоком (68,6 мгэкв/100 см<sup>3</sup>), что указывает на инактивации нативной липазы молока. Механическая обработка молока (гомогенизация) способствует образованию большого количества мелких жировых частиц, подверженных действию липаз с образованием большего количества свободных жирных кислот, что обуславливает лучшие вкусовые достоинства продукта. Использование молока коров породы Джерси в производстве сыров является перспективным и эффективным для получения высококачественной продукции. Отсутствие антибиотиков, патогенных микроорганизмов, соматических клеток свидетельствуют о безопасности молока для потребления и его пригодности для переработки на сыр.

**Ключевые слова:** сырое молоко, хранение, белок, жир, липолиз, пастеризация, гомогенизация

**Для цитирования:** Буянова И.В., Коновалов С.А. Методические аспекты сыропригодности молока коров Джерсейской породы // Вестник КрасГАУ. 2025. № 12. С. 319–327. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-319-327.

Irina Vladimirovna Buyanova<sup>1✉</sup>, Sergey Aleksandrovich Kononov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup>Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

<sup>1</sup>ibuyanov\_a@mail.ru

<sup>2</sup>sa.kononov@omgau.org

## METHODOLOGICAL ASPECTS OF CHEESE-MAKING SUITABILITY OF JERSEY COW MILK

*The objective of this study is to determine the chemical composition, physicochemical properties, and cheese-making properties of raw Jersey milk. The studies were conducted at the Asinovsky District Veterinary Administration and the Tomsk Regional Veterinary Laboratory (Seversk). Standard and generally accepted chemical and physicochemical research methods were used. The lipolytic properties of Jersey milk are demonstrated under various storage conditions. Jersey milk does not exhibit significant lipolytic activity, and the shelf life of raw milk before processing can be extended to 2 days at low temperatures of 2–4 °C. The obtained free fatty acid levels in Jersey milk confirmed that its organoleptic properties remain unchanged during storage. It was also established that an increased somatic cell count leads to increased lipolysis. To minimize changes in the quality of raw milk, milk should be collected only from healthy animals without signs of mastitis. Jersey cow milk was characterized as having a low risk of spontaneous lipolysis. Results were obtained on the effect of pasteurization regimens on lipolytic processes in milk. In pasteurized milk, the total free fatty acid content was lower (60.4 mgEq/100 cm<sup>3</sup>) compared to raw milk (68.6 mgEq/100 cm<sup>3</sup>), indicating inactivation of native milk lipase. Mechanical processing of milk (homogenization) promotes the formation of a large number of small fat particles, which are exposed to lipases, resulting in a greater formation of free fatty acids, resulting in improved product flavor. Using Jersey cow milk in cheese production is a promising and effective way to produce high-quality products. The absence of antibiotics, pathogenic microorganisms, and somatic cells indicates the milk is safe for consumption and suitable for cheese production.*

**Keywords:** raw milk, storage, protein, fat, lipolysis, pasteurization, homogenization

**For citation:** Buyanova IV, Konovalov SA. Methodological aspects of cheese-making suitability of Jersey cow milk. *Bulletin of KSAU*. 2025;(12):319-327. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-319-327.

**Введение.** Российское сыроделие специализируется на выработке полутвердых сыров. Отдельные регионы России традиционно считаются сыродельными, поскольку имеют обширные природные ландшафты, богатые ценнейшим разнотравьем, обладают уникальной территорией для выпаса животных аграрного назначения и получения биологически полноценного «горного» молока. Качество биологически ценного сыра определяется в полной мере полноценностью заготавливаемого молока [1–5].

На фермах сельхозпроизводителей Асиновского района Томской области разводят Джерсейскую породу коров. Это редкий тип племенных животных для России, он появился с острова Джерси (Великобритания) благодаря работе селекционеров. Порода отличается от других пород как высокой продуктивностью: среднесуточный надой – 21,5–15 кг, в среднем 5 800 кг молока за один цикл лактации, так и качеством получаемого молока, которое характеризуется особыми сыропригодными свойствами с высокой долей казеина в общем составе белка и молочного полноценного жира. Поэтому молоко данной породы будет востребован не только на сыродельных заводах, но и на молочных комбинатах для производства цельномолочных продуктов высокой жирности [6–10].

Химический состав отличается содержанием жировых шариков на уровне 4,6–6,8 %, концентрация белка колеблется от 2,9 до 4,15 %, что определяется племенной линией. Например, у самой популярной голштино-фризской разновидности количество жировой фазы 3,8 %, концентрация казеина в среднем 3,18 %. Соотношение составных частей молока – жира и белка составляет от 1,51 осенью до 1,762 летом, что удостоверяет сбалансированность кормления животных, их продуктивность и оптимальный баланс ингредиентов молока, это подтверждает хорошую свертываемость и эффективность переработки сырья на сыр.

Использование молока коров Джерсейской породы в производстве сыров является перспективным и эффективным для получения высококачественной продукции. Отсутствие антибиотиков, патогенных микроорганизмов и низкое содержание токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов свидетельствуют о чистоте молока для потребления и пригодности для получения сыра [1, 4, 11, 12].

Известно, что сезонные и зоотехнические факторы могут отразиться на физико-химических показателях сырого молока. Кислотность как главный из существующих показателей указывает на возможность удовлетвори-

тельного развития молочнокислых бактерий с рекомендациями к выработке кисломолочных продуктов и сыров. Кислотность свежего молока прогнозирует снижение устойчивости мицелл казеина в молоке при тепловой обработке. В сыроделии большое значение имеет скорость коагуляции белков, это важный технологический фактор, от которого в дальнейшем зависит скорость цикла обработки сырного сгустка.

**Цель исследования** – определить химический состав, физико-химические, сыропригодные свойства сырого молока коров Джерсейской породы.

**Объекты и методы.** Исследование проводилось в ОГАУ «Асиновское районное ветеринарное управление» и ОГАУ «Томская областная ветеринарная лаборатория».

Изучали качество заготавливаемого сырого коровьего молока в регионе сырьевой зоны сырзавода ООО «Сырная история» от молочных ферм и двух поставщиков ООО «Сибирское молоко», радиусом доставки около 10 км. В каждый период года определяли показатели качества молока на соответствие действующим нормативным документам ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Кроме основных физико-химических, микробиологических показателей проводилась оценка сырого молока на сыропригодность. Изучали особенности составляющих ингредиентов молока коров Джерсейского типа, особенности компонентов в разные периоды года и устанавливали взаимосвязь между качеством молока и интенсивностью его переработки на сыр, качеством готового продукта.

Объектами исследований на разных этапах работы являлись:

- натуральное коровье молоко от коров Джерсейской породы молочной фермы сырзавода ООО «Сырная история», ООО «Сибирское молоко» радиусом доставки около 10 км в районе села Ягодное Асиновского района Томской области, полученное за год;

- натуральные полутвердые сычужные сыры Гауда с низкой температурой второго нагревания.

В ходе работы использовали стандартные и общепринятые химические, физико-химические методы исследований.

Отбор проб и подготовка их к анализу для физико-химических исследований производили с учетом рекомендаций нормативной документации ГОСТ 13928-84.

Анализ сухих веществ молока проводили по методике высушивания навески при 105 °С до постоянного веса, используя электронный влагоанализатор инфракрасного типа «Эвлас-2». Влажность сыров устанавливали с помощью прибора Чижовой, когда навеска продукта высушивается до массы, которая практически остается стабильной за три измерения. Анализ казеина проводили по рекомендациям, изложенным в методических указаниях теххимического контроля для молочной подотрасли [1, 2]. Уровень лактозы в молоке измеряли на рефрактометре ИРФ 454. По регламенту методики получали сычужную сыворотку [12–14]. Анализ на присутствие молочной кислоты осуществляли по степени насыщенности окраски в процессе реакции ацетальдегида с вератролом. Устанавливали показатель, используя прибор с длиной волны 540 нм. Пробу на соматические клетки получали путем модификации реологических свойств смеси молока с реактивом препарата «Мастоприм» на приборе Ekomilk Scan, устанавливая количество соматических клеток. Дозу сычужного фермента устанавливали на специальном приборе – «кружка ВНИИМС». Прочность сычужного сгустка является главным фактором способности молока к нейтрализации мицелл казеина.

**Результаты и их обсуждение.** Исследовали молоко коров молочного типа Джерсейской породы и проводили анализ его сыропригодности. Молоко коров этой породы располагает высокими качественными показателями, превышающими нормативные требования по количеству жировой фазы и белка, является бактериально чистым, получено от здоровых коров. Уровень содержания микроорганизмов, соматических клеток значительно ниже нормативных значений, регламентированных в ГОСТ. Анализ основных показателей по составу и свойствам показал безопасность сырого молока, высокое качество белка, а компонентный состав (массовая доля жировой фазы и белка) определял значительную массу конечного продукта.

По технологическим свойствам молоко характеризовалось отличной свертываемостью сычужным ферментом. Доля казеина – основного белка молока – определяет важные технико-

экономические вопросы переработки и получения сыра. Для сыроделия наиболее пригодно молоко с высоким содержанием казеина и входящих фракций  $\alpha$ ,  $\chi$  и  $\beta$ . Соотношение фракций в мицелле могут быть различными, но важна их сумма [6, 8, 15]. Сумма фракций в белке молока имела высокое значение, которое составило по периодам заготовок молока более 92,6 % от общей доли белков при низком содержании  $\gamma$ -фракции, которая непригодна для выработки сыров, поскольку ограничивается ее использование в сычужном свертывании.

Дальнейшим этапом было исследование по режимам хранения сырого молока во время резервирования, пока оно не поступило в производство. Главные факторы хранения – режим температуры и длительность. Бактериальная обсемененность играет первостепенную роль, обуславливая изменения основных частей мо-

лока. Молочный жир может подвергаться изменению активными психротрофными микроорганизмами при низких температурах хранения (липолиз) [10, 12, 16–18]. В молоке Джерсейской породы крупные жировые шарики до 10 мкм, обуславливающие оттенок молока желтого цвета, исследовали возможные модификации во время хранения. Установлена зависимость липолитической активности сырого молока от количественного содержания патогенных микроорганизмов.

В таблице 1 показаны результаты липолитических свойств молока коров Джерсейской породы при различных режимах хранения. Установлено, что резервирование молока сопровождается приумножением свободных жирных кислот (СЖК), и скорость биохимических реакций определяется начальным количеством микроорганизмов порчи.

Таблица 1

**Липолитические свойства молока коров Джерсейской породы**  
**Lipolytic properties of Jersey cows' milk**

Режим хранения	Сортность молока	КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	Проба на редуктазу, класс	Свободные жирные кислоты, мг/100 см <sup>3</sup>
4 °С, 24 ч	Первый класс	$1 \cdot 10^3$	1	13,7
10 °С, 24 ч	Первый класс	$2,6 \cdot 10^3$	1	14,6
16 °С, 24 ч	Первый класс	$4,1 \cdot 10^3$	1	15,8

Низкие температуры хранения (4 °С) сырого молока бактериально чистого (КМАФАнМ  $1 \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>) обуславливают самые низкие значения накопления свободных жирных кислот (СЖК) (13,7 мг/100 см<sup>3</sup>). Повышение температур хранения до 10 и 16 °С приводило к большей степени липолиза сырого молока при тенденции к росту СЖК до 14,6 и 15,8 мг/100 см<sup>3</sup>.

Отсюда следует, что длительное хранение молока первого класса, высокого по качеству может привести к снижению классности молока, поскольку имеет определенную степень липолитической активности. При указанных значениях свободных жирных кислот ощутимых, значительных изменений вкуса, аромата молока коров Джерсейского типа не последовало. Критерием для появления «липолизованного привкуса» считается концентрация свободных жирных кислот более 42 мг/100 см<sup>3</sup>. Поэтому

сроки хранения сырого молока, регламентированных температурой значениями 2–4 °С, можно продлить с учетом интенсивности липолитических процессов до 2 сут.

Таким образом, в молоке Джерсейской породы не выявлена выраженная липолитическая активность. Видимо, интенсификация липолиза возможна при механической обработке (гомогенизации) и с участием липолитических ферментов.

Изучали степень липолиза молока от возможных соматических клеток. Количество соматических клеток составило  $(1,95–2,5) \cdot 10^5$  ед/Пм<sup>3</sup> и характеризовало молоко как полноценное и полученное от здоровых коров. На рисунке 1 показано влияние соматических клеток на липолитическую активность сырого молока.

Исследовали воздействие режимов пастеризации на активность ферментативных липолитических процессов в молоке (табл. 2).



Рис. 1. Влияние соматических клеток на липолитическую активность сырого молока  
Effect of somatic cells on the lipolytic activity of raw milk

Таблица 2

**Влияние тепловой обработки на динамику липолиза в молоке**  
**The effect of heat treatment on the dynamics of lipolysis in milk**

Заготавливаемое молоко	Сумма свободных жирных кислот, мгэкв/100 см <sup>3</sup>	Массовая доля летучих жирных кислот, мг/100 см <sup>3</sup> молока	
		Уксусная	Масляная
Молоко сырое	68,6±2,3	7,1±0,5	0,32±0,1
Молоко пастеризованное, (72 °С, 15 с)	60,4±2,5	6,4±0,5	0,39±0,1

Результаты исследования позволили установить оптимальные температурные режимы подготовки молока на начальных этапах получения сыров. Отмечена инактивация нативной липазы, что говорило о накоплении СЖК. Так, нагревание молока показывало более низкие значения свободных жирных кислот (60,4 мгэкв/100 см<sup>3</sup>) по сравнению с количеством в сыром молоке (68,6 мгэкв/100 см<sup>3</sup>). Таким образом, в пастеризованном молоке следует восполнять липазную активность путем использования активных липолитических ферментов. Концентрация молочного жира, его степень расщепления до мелких частиц предопределяет величину и скорость липолитических процессов.

Большая свободная поверхность, занятая жировой фазой, предполагает повышение глубины липолиза молочного жира. Образованию большого количества мелких жировых частиц для роста липолитических процессов способствуют скоростные режимы в гомогенизаторах, воздействуя на жировую эмульсию молока.

Крупные жировые шарики  $d = 8\text{--}10$  мкм в основном составляют жировую эмульсию молока коров Джерсейской породы. Проведены исследования по установлению взаимосвязи активно-

сти липолиза в сырах после воздействия высоких скоростей потока молока на структуру молока (рис. 2).

Анализ рисунка 2 показывает более интенсивный липолиз в сырах из гомогенизированного молока, чем в контрольном образце (без гомогенизации). Увеличение количества свободных жирных кислот в экспериментальных образцах сыров улучшит органолептические свойства. В то же время излишний липолиз в готовом продукте влияет на появление дефектов вкуса и запаха в случае роста количества свободных жирных кислот свыше 42 мкэкв/кг сыра, что определяется качеством сырого молока, его бактериальной чистотой. На рисунке 2 представлены результаты, отражающие высокую активность ферментов липолитического действия во время созревания сыров из молока, прошедшего механическую и тепловую обработку. Следовательно, для активизации ферментов липазы, действие которых формирует индивидуальные характеристики и свойства сыров, следует молоко Джерсейской породы подвергать тепловой обработке (при 72 °С, 15 с) и гомогенизации.

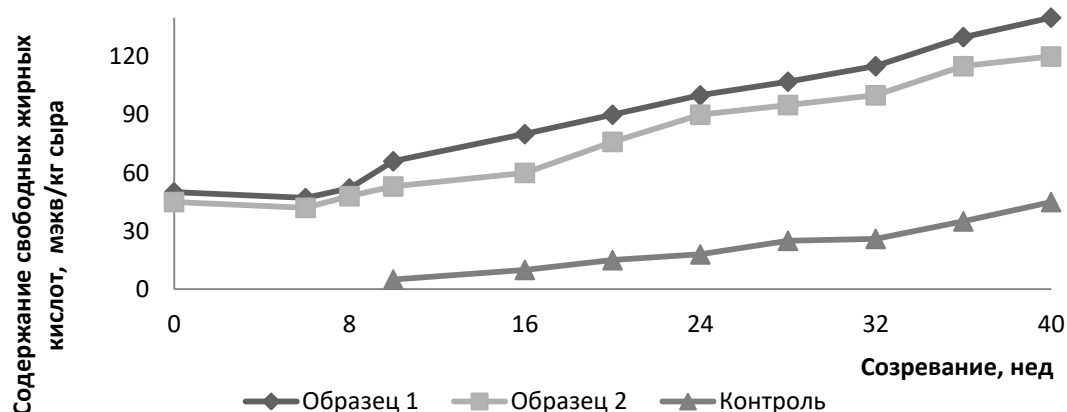


Рис. 2. Влияние обработки молока коров Джерсейской породы на липолитические процессы в сырах: 1 – молоко гомогенизированное; 2 – молоко после тепловой и механической обработки; 3 – сырое молоко без обработки

Результатами исследований установлено, что хранение молока сопровождается приростом свободных жирных кислот (СЖК), темп определяется исходной бактериальной обсемененностью сырого молока.

Анализ данных исследования выявил, что молоко коров Джерсейской породы обладает высокими качественными показателями, превышающими нормативные требования количественного числа жира и белка, является благоприятным в бактериальном отношении и получено от здоровых коров, уровни содержания микроорганизмов, соматических клеток значительно ниже значений, которые соответствуют требованиям ГОСТ. Количество жира на уровне от 5,18 % осенью и до 6,38 % летом, белка – от 3,43 % осенью и до 3,62 % в весенне-летний период года, СОМО – от 9,33 до 9,66 % в каждый период года. Максимальные значения этих показателей были зафиксированы летом, в период «большого молока».

Анализ данных показывает наилучшие показатели по химическому составу, количеству жира и белка, что делает молоко данной породы особенно ценным для сыроделия. Высокое отношение жира к белку – от 1,51 осенью и до 1,762 летом указывает на качественный состав коровьего молока, оптимальный баланс составных частей определяет быструю коагуляцию казеина молока и эффективность переработки сырья на сыр. На протяжении года заготавливаемое молоко имело значения кислотности на уровне 17,0 °Т, что является хорошей средой

для развития молочнокислых бактерий и последующих биохимических процессов для получения сырного зерна, сырной массы и окончательного продукта – сыра.

Для проявления биохимических процессов важен температурный фактор в хранении, повышение которой от 10 до 16 °С приводило к активизации фермента липазы в сыром молоке с формированием новых фракций свободных жирных кислот, количественно это выражалось в увеличении от 14,6 до 15,8 мг/100 см<sup>3</sup> кислот. При указанных режимах органолептических изменений коровьего молока от Джерсейской породы не последовало. Критерием для появления «липолизованного привкуса» считается концентрация свободных жирных кислот выше 42 мг/100 см<sup>3</sup>. Проведенный анализ показал количество соматических клеток, численность которых была  $(1,95-2,5) \cdot 10^5$  ед/Пм<sup>3</sup>, и характеризовал молоко как полноценное и полученное от здоровых коров без признаков «спонтанного» липолиза.

Отмечали высокую степень липолиза за весь цикл выдержки сыров, выработанных на основе молока, прошедшего механическую и тепловую подготовку. Для формирования специфических свойств сыров типа Гауда следует активизировать липолитические процессы организацией тепловой и механической обработки коровьего молока Джерсейской породы.

**Заключение.** Проведено исследование коровьего молока Джерсейской породы, сделан анализ на сыропригодность. Исследовали и ус-

тановили особенности количественной концентрации жира, казеина, режимные параметры обработки сырого коровьего молока Джерсейской породы. Величина содержания микроорганизмов, соматических клеток значительно ниже нормативных значений по ГОСТ. Показаны результаты липолитических свойств коровьего молока Джерсейской породы при разных условиях хранения. Установлено, что любое резервирование молока сопровождается приростом свободных жирных кислот (СЖК) и скорость реакций определяется исходным количеством бактерий. Исследуемое молоко не обладает выраженной липолитической активностью, учитывая этот факт продолжительность резервирования сырого молока до переработки рекомендуется проводить при режиме 2–4 °С на протяжении 2 сут. Полученные значения свободных жирных кислот в молоке джерсейской породы подтвердили факт неизменных органолептических свойств.

Установили факт зависимости роста степени липолиза в молоке от увеличения численности соматических клеток. Для снижения вероятного изменения качества сырого молока, вызванного липолизом, следует организовать уход за коро-

вами данной породы и получать надой молока от здоровых животных без признаков маститного. Определили в коровьем молоке Джейсерской породы слабую вероятность к спонтанному липолизу. Установлены данные по влиянию режимов пастеризации на липолитические процессы в молоке. В пастеризованном молоке сумма свободных жирных кислот была ниже (60,4 мгэкв/100 см<sup>3</sup>), чем в сыром молоке (68,6 мгэкв/100 см<sup>3</sup>), определяя инактивацию нативной липазы молока. Механическая обработка молока (гомогенизация) способствует раздроблению жировой эмульсии и образованию мелких жировых частиц, подверженных действию липаз с созданием большего числа свободных жирных кислот, что обуславливает лучшие свойства конечного продукта.

Поэтому молоко от коров Джерсейской породы является перспективным и эффективным для переработки на сыры и получения высококачественной продукции. Отсутствие антибиотиков, патогенных микроорганизмов, соматических клеток и низкое содержание токсичных элементов свидетельствуют о безопасности молока для потребления и его пригодности для переработки на сыр.

#### Список источников

1. Свириденко Г.М., Остроухова И.Л., Остроухов Д.В. Степень зрелости молока как показатель его сыропригодности // Сыроделие и маслоделие. 2025. № 4. С. 12–18. DOI: 10.21603/2073-4018-2025-4-37.
2. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические, физико-химические аспекты. М.: ДеЛи Принт, 2003.
3. Свириденко Г.М., Мордвинова В.А. Требования к сырому молоку для сыроделия // Сыроделие и маслоделие. 2015. № 3. С. 12–14.
4. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Хашимов Р.И. Изменение качественных показателей молока коров в зависимости от скармливания кормовой добавки в различных дозах // Аграрная наука. 2024. Т. 1, № 8. С. 61–66. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-61-66.
5. Харитонов Е.Л. Оценка лимитирующих молокопродукцию факторов в первую фазу лактации // Молочное и мясное скотоводство. 2024. № 6. С. 32–36. DOI: 10.33943/MMS.2024.61.80.006.
6. Sandra S. Effect of soluble calcium on the renneting properties of casein micelles as measured by rheology and diffusing wave spectroscopy // Journal of Dairy Science. 2012. Vol. 95 (1). P. 75–82. DOI: 10.3168/jds.2011-4713.
7. Maciel G.M. Dairy processing and cold storage affect the milk coagulation properties in relation to cheese production // Dairy Science and Technology. 2015. Vol. 95, N 1. P. 101–114. DOI: 10.1007/s13594-014-0202-5.
8. Витушкина М.А. Сыропригодность молока при производстве сыров // Вестник науки. 2020. Т. 5, № 8. 5963.EDN: SSNNVZ.
9. Гусаров И.В. Качество сырого молока: опыт высокотехнологичного производства в Вологодской области // Сыроделие и маслоделие. 2025. № 4. С. 5–10. DOI: 10.21603/2073-4018-2025-4-36.

10. МакСуини П. Л. Сыр. Научные основы и технологии. Том 1: Научные основы сыроделия. СПб.: Профессия, 2019.
11. Свириденко Г.М. Причины органолептических и технологических пороков молока-сырья // Молочная промышленность. 2025. № 1. С. 15–17. DOI: 10.21603/1019-8946-2025-1-26; EDN: OFLLQZ.
12. Доденко О.В. Влияние соматических клеток на липолитическую активность и качественные показатели сырого коровьего молока // Известия Алтайского государственного университета, 2013. № 3 (79). С. 61–65.
13. Давыдова Е.А. Изучение возможности применения липолитических ферментов при производстве твёрдых сыров с высокой температурой второго нагревания // Агропанорама. 2011. № 6. С. 32–34.
14. Витушкина М.А., Дулепова М.А. Сыропригодность молока при производстве сыров // Вестник науки. 2020. № 1. С. 58–62.
15. Горбунова Ю.А., Оверченко А.С. Сыропригодность молока и методы ее повышения // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 3. С. 4–9.
16. Коваль А.Д., Белов А.Н., Гришкова А.В., и др. Разработка новых технологий: роль липолитических ферментов в созревании твердого сыра с высокой температурой второго нагревания // Сыроделие и маслоделие. 2020. № 5. С. 6–8.
17. Daigle A., Simpson M.V., Graziano N., et al. Application of lipolytic enzymes in dairy products: a review // Journal of Food Biochemistry. 2017. Vol. 41, N 2. P. 12345.
18. Govindasamy-Lucey S., Lin T., Jaeggi J.J., et al. Influence of lower-fat milks and homogenization on functional properties of pizza cheese // Journal of Dairy Science. 2009. Vol. 92, N 10. P. 4830–4840.

## References

1. Sviridenko GM, Ostroukhova IL, Ostroukhov DV. The degree of milk maturity as an indicator of its suitability for cheese production. *Cheese and Butter Making*. 2025;4:12-18. (In Russ.). DOI: 10.21603/2073-4018-2025-4-37.
2. Gudkov AV. *Cheese Making: Technological, Biological, and Physical and Chemical Aspects*. Moscow: DeLi Print; 2003. (In Russ.).
3. Sviridenko GM, Mordvinova VA. Requirements for raw milk for cheese-making. *Cheese-making and Butter-making*. 2015;(3):12-14. (In Russ.).
4. Krupin EO, Shakirov ShK, Khashimov RI. Changes in the quality indicators of cow's milk depending on the feeding of a feed additive in different doses. *Agrarian Science*. 2024;1(8):61-66. (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-61-66. EDN: IDENQJ.
5. Kharitonov EL. Assessment of factors limiting milk production in the first phase of lactation. *Dairy and beef cattle breeding*. 2024;6:32-36. (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2024.61.80.006. EDN: QCCTUV.
6. Sandra S. Effect of soluble calcium on the renneting properties of casein micelles as measured by rheology and diffusing wave spectroscopy. *Journal of Dairy Science*. 2012;95:75-82. DOI: 10.3168/jds.2011-4713.
7. Maciel GM. Dairy processing and cold storage affect the milk coagulation properties in relation to cheese production. *Dairy Science and Technology*. 2015;95(1):101-114. DOI: 10.1007/s13594-014-0202-5
8. Vitushkina MA. Milk suitability for cheese production. *Bulletin of Science*. 2020;5(8):5963. (In Russ.). EDN: SSNNVZ.
9. Gusarov IV. The quality of raw milk: experience of high-tech production in the Vologda Region. *Cheese and Butter Making*. 2025;(4):5-10. (In Russ.). DOI: 10.21603/2073-4018-2025-4-36.
10. McSweeney PL. *Cheese. Scientific Foundations and Technologies. Volume 1: Scientific Foundations of Cheese Making*. St. Petersburg: Professiya; 2019. (In Russ.).
11. Sviridenko GM. Causes of Organoleptic and Technological Defects in Raw Milk. *Molochnaya Promyshlennost*. 2025;1:15-17. (In Russ.). DOI: 10.21603/1019-8946-2025-1-26. EDN: OFLLQZ.
12. Dedenko OV. Influence of somatic cells on lipolytic activity and quality indicators of raw cow's milk. *Izvestiya of Altai State University*. 2013;3(79):61-65. (In Russ.).



13. Davydova EA. Study of the possibility of using lipolytic enzymes in the production of hard cheeses with a high second heating temperature. *Agropanorama*. 2011;6:32-34. (In Russ.).
14. Vitushkina MA, Dulepova MA. The suitability of milk for cheese production. *Vestnik Nauki*. 2020;1:58-62. (In Russ.).
15. Gorbunova YuA, Overchenko AS. The suitability of milk for cheese production and methods of its improvement. *Technique and Technology of Food Production*. 2014;3:4-9. (In Russ.).
16. Koval AD, Belov AN, Grishkova AV, et al. Development of New Technologies: 2. The role of lipolytic enzymes in the ripening of hard cheese with a high second heating temperature // *Cheese and Butter Making*. 2020;5:6-8.
17. Daigle A, Simpson MV, Graziano N, et al. Application of lipolytic enzymes in dairy products: a review. *Journal of Food Biochemistry*. 2017;41(2):12345.
18. Govindasamy-Lucey S, Lin T, Jaeggi JJ, et al. Influence of lower-fat milks and homogenization on functional properties of pizza cheese. *Journal of Dairy Science*. 2009;92(10):4830-4840.

Статья принята к публикации 27.10.2025 / The article accepted for publication 27.10.2025.

Информация об авторах:

**Ирина Владимировна Буянова**, профессор Высшей аграрной школы, доктор технических наук, профессор

**Сергей Александрович Коновалов**, заведующий кафедрой продуктов питания и пищевой биотехнологии, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

**Irina Vladimirovna Buyanova**, Professor at the Higher Agrarian School, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Sergey Aleksandrovich Konovalov**, Head of the Department of Food Products and Food Biotechnology, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

