

## БЕЛКОВОМОЛОЧНОСТЬ И СЫРОПРИГОДНОСТЬ МОЛОКА КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Березкина Галина Юрьевна<sup>✉</sup>, Фомина Анастасия Александровна,  
Хардина Екатерина Валерьевна, Шкарупа Константин Евгеньевич

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

g-berezkina@mail.ru

**Аннотация.** Российский рынок сыра является одним из крупнейших в мире и продолжает расти. В условиях импортозамещения и санкционного давления принципиально ставится вопрос обеспечения отрасли высококачественным отечественным сырьем. Цель работы – оценить сыропригодность молока коров черно-пестрой породы в условиях интенсивной технологии производства молока. Задачи: оценить уровень белка и казеина в молоке коров в течение года; оценить сыропригодность молока по качеству казеина и качеству сычужной пробы; провести контрольную выработку сыра и оценить его органолептические и физико-химические показатели. Исследования проводились в ОП УНПК «Ижагроплем» и на кафедре ТППЖ Удмуртского ГАУ. Объект исследований – коровы черно-пестрой породы производственной группы. В среднем за период исследований уровень белка в молоке составил 3,25 % (колебания 3,01–3,29 %), в том числе казеина 2,70 % (колебания 2,66–2,72 %), коэффициент корреляции 0,66. Наибольшее содержание кальция в молоке отмечается весной (126,1 мг%), минимальное – осенью (121,4 мг%), разница 4,7 мг% ( $P \geq 0,999$ ). Структурные параметры мицелл казеина относительно постоянны (диаметр 673,3– 679,7 Å, масса 130,5–132,6 млн ед.). Продолжительность свертывания молока сычужным ферментом возрастает от зимы к осени (с 28,5 до 35,3 мин.). Фаза гелеобразования минимальная зимой (3,45 мин.), максимальная – весной (8,35 мин.). В целом молоко является сыропригодным. Сыр, произведенный из молока коров хозяйства, по результатам дегаустационной оценки заработал 90–93 балла, что позволяет отнести его к высшему сорту. Выход сыра также выше средних значений и составил 14–15 %.

**Ключевые слова:** черно-пестрая порода, качество белка, казеин, сыропригодность, сычужная свертываемость, качество сыра.

**Для цитирования:** Белковомолочность и сыропригодность молока коров черно-пестрой породы / Г. Ю. Березкина, А. А. Фомина, Е. В. Хардина, К. Е. Шкарупа // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 1(85). С. 78-84. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2026\\_1\\_78-84](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_1_78-84).

**Актуальность.** Российский рынок сыра является одним из крупнейших в мире и продолжает расти. В условиях импортозамещения и санкционного давления остро встает вопрос обеспечения отрасли высококачественным отечественным сырьем [7, 10, 3]. Молоко, пригодное для производства сыра (сыропригодное), это не просто молоко высшего сорта, а сырье со строго определенными технологическими свойствами. Его недостаток – ключевой лимитирующий фактор для выпуска качественных сыров, особенно твердых и полутвердых. Исследование и улучшение именно этих свойств у молока одной из самых распространенных пород России напрямую способствует решению стратегической задачи по развитию перерабатывающей промышленности [1, 4, 5, 8, 12]. Молоко, отвечающее критериям сыропригод-

ности, традиционно оценивается выше на 15–25 %. Для сельскохозяйственных предприятий это прямая финансовая выгода. Производство специализированного сыропригодного молока позволяет хозяйствам выйти на более прибыльные рынки сбыта и диверсифицировать свою продукцию [2, 6, 9, 11].

Таким образом, актуальность темы носит не только теоретический, но и практический и экономический характер.

**Цель работы** – оценить сыропригодность молока коров черно-пестрой породы в условиях интенсивной технологии производства молока.

Для этого были поставлены следующие **задачи**: оценить уровень белка и казеина в молоке коров в течение года; оценить сыропригодность молока по качеству казеина и качеству сычужной пробы; провести контрольную выработку

сыра и оценить его органолептические и физико-химические показатели.

**Материал и методы.** Исследования проводились в период с 2023 по 2025 г. в ОП УНПК «Ижагроплем» и на кафедре технологии переработки продукции животноводства Удмуртского ГАУ. Объект исследований – коровы черно-пестрой породы производственной группы. Способ содержания дойного стада – привязный, система – стойлово-выгульная. Кормление осуществляется с учетом физиологического состояния и уровня продуктивности. Применяется силосно-сенажно-концентратный тип кормления. Рационы кормления систематически пересматриваются в зависимости от уровня продуктивности и вида используемого корма. Все маточное стадо чистопородное, класс элита и элита-рекорд. Удой за 305 дней лактации находится на уровне 6528 – 6632 кг, содержание жира 3,75 – 4,06 % и белка – 3,06 – 3,07 %.

Для оценки качества молока и его сыропригодности пробы отбирались во время контрольных доек один раз в месяц.

Уровень белка и казеина в молоке определяли на рефрактометре ИРФ-464, согласно ГОСТ 25179-2014 Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка. Содержание кальция в молоке определяли методом титрования по ГОСТ 55331-2012 Молоко и молочные продукты. Титриметрический метод определения содержания кальция. Диаметр и масса мицелл казеина по методике П. В. Кугенева и Н. В. Барабанщикова (1973). Скорость свертывания молока сычужным ферментом по методике Г. С. Инихова и Н. П. Брио (1971) и А. Я. Дуденкова (1967).

Пробы молока отбирались 4 раза в год (осень, зима, весна и лето). В условиях лаборатории кафедры технологии переработки продукции животноводства производилась выработка полутвердого сыра «Российский». Качество сыра оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям по ГОСТ 32260-2013 Сыры полутвердые. Технические условия.

Степень зрелости сыра определяли по формуле

$$X = (V_2 - V_1) \times 100,$$

где  $X$  – степень зрелости сыра, град. Шиловича;

$V_1$  – объем раствора 0,1 н NaOH, пошедший на титрование фильтрата с индикатором фенолфталеином, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем раствора 0,1 н NaOH, пошедший на титрование фильтрата с индикатором тимолфталеином, см<sup>3</sup>.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Для производства сыра нельзя использовать молоко любого качества, оно должно быть сыропригодным. На качество и выход сыра влияет уровень белка в молоке, в т. ч. казеина. В среднем за период исследований уровень белка составил 3,25 %, в т. ч. казеина 2,70 %. На рисунке 1 представлено изменение белка и казеина в течение года.

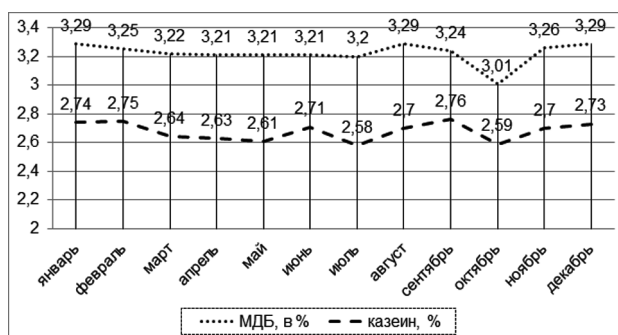


Рисунок 1 – Изменения белка и казеина в молоке коров в течение года, %

За анализируемый период белок молока находился на уровне от 3,01 до 3,29 %, что является высоким показателем. Высокое содержание белка у коров было в январе, августе и декабре (3,29 %), низкое – в октябре 3,01 %, в остальные месяцы белок молока составил 3,20–3,25 %. В молоке коров черно-пестрой породы отмечен высокий уровень казеина, от содержания которого зависит и выход сыра. На долю казеина в структуре белка приходится более 80 % (80,6 – 86,0 %). Наибольшее содержание казеина в составе общего белка отмечается в феврале, июне, сентябре и октябре – 84,6; 84,4; 85,2 и 86,0 %. При этом не всегда при высоком уровне общего белка наблюдается высокое содержание казеина. Рассчитав коэффициент корреляции между этими показателями, получили значение 0,66, что говорит о средней положительной связи.

Для получения стабильного качества сыра необходимо проводить оценку не только для того, чтобы узнать, сколько казеина содержится в молоке, но и проводить оценку диаметра и массы мицелл казеина, т. к. чем крупнее мицеллы казеина, тем больше на их поверхности разместится фосфата кальция и, соответственно, выше чувствительность к сычужному ферменту (табл. 1).

Массовая доля казеина в течение года относительно стабильна. Значения варьируют от 2,66 % (весна) до 2,72 % (зима), средний пока-

затель составляет 2,70 %. Небольшие сезонные колебания не являются статистически значимыми, что указывает на устойчивость белкового состава молока к изменению условий кормления и физиологического состояния животных.

Ее длительность минимальна зимой (3,45 мин.), максимальна весной (8,35 мин.), что более чем в 2 раза превышает зимний показатель. Именно увеличение этой фазы обуславливает общее замедление свертывания в теплый пери-

Таблица 1 – Характеристика казеина и кальция

Показатель	Сезон года				В среднем
	зима	весна	лето	осень	
М.д. казеина, %	2,72 ± 0,006	2,66 ± 0,05	2,71 ± 0,03	2,71 ± 0,03	2,70 ± 0,03
М.д. кальция, мг%	125,4±0,06	126,1±0,11***	121,6±0,08	121,4±0,05	124,2±0,06
Диаметр мицелл казеина, Å	679,7±5,4	676,7±7,1	673,3±6,9	676,0±8,2	676,4±7,6
Масса мицелл казеина, млн ед. мол. массы	132,6±3,6	131,2±4,8	130,5±2,9	131,0±5,2	131,3±3,4

Примечание: \*\*\*P≥0,999.

Концентрация кальция имеет выраженную сезонную динамику. Наибольшее содержание отмечается весной (126,1 мг%), минимальное – осенью (121,4 мг%), разница между значениями составляет 4,7 мг% (P ≥ 0,999). Повышенный уровень кальция в зимне-весенний период, вероятно, связан с изменениями в рационе и метаболизме лактирующих животных.

Структурные параметры мицелл казеина (диаметр и молекулярная масса) также отличаются высокой стабильностью. Несмотря на незначительные сезонные вариации (диаметр: 673,3–679,7 Å, масса: 130,5–132,6 млн ед.), средние значения по году практически идентичны. Это свидетельствует о консервативности нативной структуры казеинового комплекса, что важно для технологических свойств молока.

Важным показателем при оценке сычужной свертываемости молока является оценка по сычужной и сычужно-бродильной пробе – это способность молока образовывать плотный, качественный сгусток под действием сычужного фермента. Фактически она моделирует и предсказывает самую важную стадию в сыроделии. Результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Продолжительность свертывания молока сычужным ферментом возрастает от зимы к осени (с 28,5 до 35,3 мин.), среднее значение – 33,2 мин. Это указывает на сезонное ухудшение сычужной способности молока, наиболее выраженное в летне-осенний период. Фаза коагуляции (первичная фаза ферментативного гидролиза) является наиболее стабильной. Ее продолжительность изменяется в узком диапазоне 25,1–27,15 мин., что согласуется с постоянством содержания казеина в течение года. Фаза гелеобразования демонстрирует резкую сезонную зависи-

од года. Это может быть связано с изменениями в солевом балансе молока (в частности, с концентрацией кальция, которая весной максимальна, что вопреки ожиданиям не ускоряет, а замедляет гелеобразование), а также с колебаниями уровня сывороточных белков, ингибиторов ферментов или pH.

По данным таблицы 3 видно, что наилучшее молоко, производимое в хозяйстве, в среднем за анализируемый период характеризуется хорошими технологическими свойствами: II класса (44,8 %), затем следует I класс (35,2 %), а III класс (20,0 %) значительно уступает по сычужно-бродильным характеристикам.

Таблица 2 – Характеристика молока по результатам сычужной пробы

Показатель	Сезон года				В среднем
	зима	весна	лето	осень	
Продолжительность сычужного свертывания, мин	28,50	32,30	34,50	35,30	33,20
в т. ч. фаза коагуляции	25,10	25,40	27,15	26,40	26,00
фаза гелеобразования	3,45	8,35	7,45	7,40	6,56

Таблица 3 – Характеристика молока по сычужно-бродильной пробе, %

Класс молока	Сезон года				В среднем
	зима	весна	лето	осень	
I	38,7	39,3	34,5	28,1	35,2
II	39,1	44,5	47,4	48,3	44,8
III	22,2	16,2	18,1	23,6	20,0

Наибольшая доля молока I класса по сычужно-бродильной пробе в зимний (38,7 %) и весенний (39,3 %) периоды, что свидетельствует о благоприятных технологических свойствах в холодное время года. Однако к осени наблюдается резкое снижение (28,1 %), что может быть связано с изменениями в кормлении и физиологическом состоянии животных.

В целом можно сказать, что молоко, производимое в хозяйстве, имеет высокие показатели сыропригодности.

На следующем этапе в условиях лаборатории была произведена выработка сыра «Российский». Сырое молоко было частично просепарировано с целью получения из него сыра с массовой долей жира в сухом веществе сыра 50 %. Массовая доля жира в нормализованной смеси составила 3,18 %. Пастеризация молока проводилась при температуре 75 °С, выдержка 20 сек. Далее молоко было охлаждено до температуры 33 °С – до температуры внесения заквасочных культур (рН молока 6,55). Через 15-20 мин. после внесения закваски вносим 40 %-ный хлорид кальция и сычужный фермент. Перед внесением фермента рН молока составил 6,5. После получения плотного сгустка произвели его раз-

резку на кубики ребром 1 см, сначала разрезали вертикаль, а потом горизонталь. Через 2-3 мин. сгусток начали медленно перемешивать при постепенном нагревании до температуры 41-43 °С (нагрев не быстрый, 4 °С за 5 мин.). Когда зерно становится более упругим, скорость вращения увеличивается. При достижении рН сыворотки 6,2-6,3 сливается сыворотка, и начинают формировать сыр наливом. Сырное зерно разливают по формам и оставляют на самопрессование на 20 мин., далее отправляют на прессование. При достижении рН сыра 5,2-5,3 отправляют в рассол на посолку (концентрация рассола 22 %). Затем сыр обсушивается и отправляется в камеру созревания при температуре 10-12 °С и влажности 80-85 %. Вызревал сыр в течение 45 дней.

Некоторые технологические операции представлены на рисунке 2. Результаты органолептической оценки и физико-химические показатели представлены в таблицах 3 и 4.

При органолептической оценке сыра выявлено, что качество сыра «Российский» характеризуется высокой стабильностью по большинству показателей (консистенция, рисунок, внешний вид) в течение года.

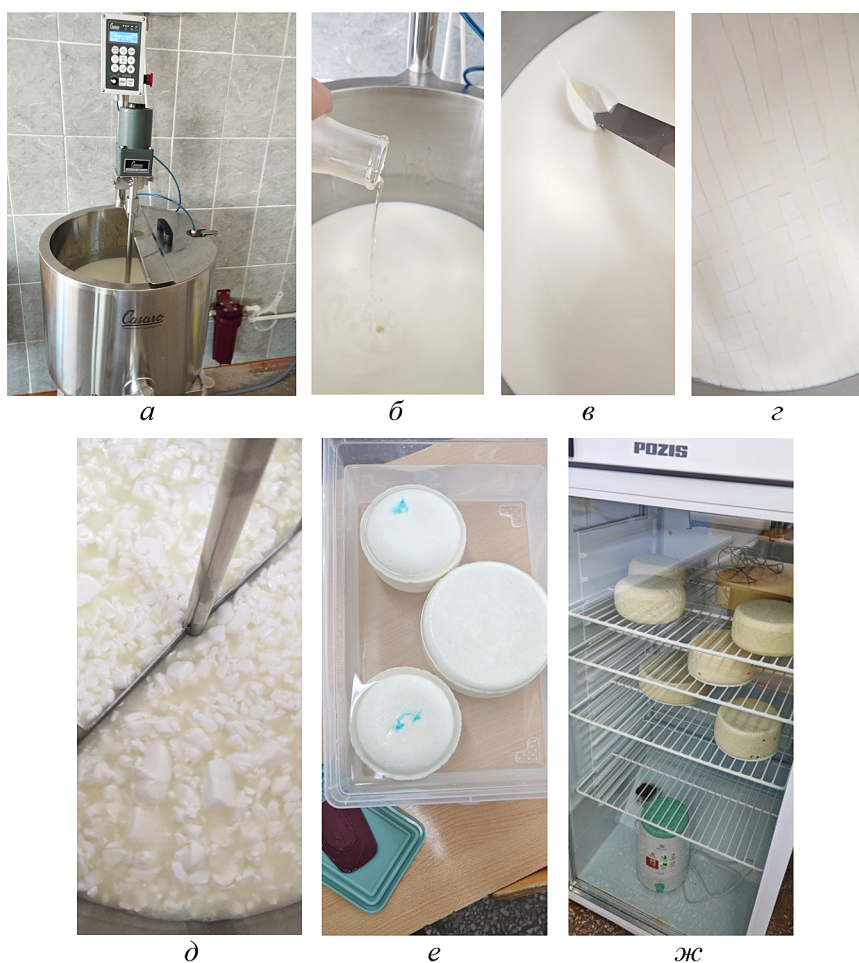


Рисунок 2 –  
**Технологические операции при производстве сыра:**

а – пастеризация молока;  
б – внесение фермента;  
в – определение готовности сгустка перед разрезанием;  
г – разрезание сырного сгустка на кубики;  
д – вымешивание сырного зерна;  
е – посолка сырных головок в рассоле;  
ж – созревание сыра в камере

Таблица 3 – Органолептические показатели и результаты дегустационной оценки сыра

Показатель		Вкус и запах (max 45)	Консистенция (max 25)	Цвет (max 5)	Рисунок (max 10)	Внешний вид (max 10)
Зима	характеристика	Выраженный сырный вкус, слегка кисловатый	Умеренно эластичная, однородная по всей массе	Равномерный по всей массе, светло-желтый	Глазки мелкие и средние различной формы	Корка ровная, без толстого подкоркового слоя
	балл	45	24	5	9	10
Весна	характеристика	Сырный вкус, аромат слабо выражен, слегка кисловатый	Умеренно эластичная, однородная по всей массе	Равномерный по всей массе, бело-желтый	Глазки мелкие и средние различной формы	Корка ровная, без толстого подкоркового слоя
	балл	43	24	4	9	10
Лето	характеристика	Выраженный сырный вкус, слегка кисловатый	Умеренно эластичная, однородная по всей массе	Равномерный по всей массе, светло-желтый	Глазки мелкие и средние различной формы	Корка ровная, без толстого подкоркового слоя
	балл	45	24	5	9	10
Осень	характеристика	Выраженный сырный вкус, слегка кисловатый	Умеренно эластичная, однородная по всей массе	Равномерный по всей массе, светло-желтый	Глазки мелкие и средние различной формы	Корка ровная, без толстого подкоркового слоя
	балл	45	24	5	9	10

Единственным показателем, демонстрирующим сезонную зависимость, является вкус и запах, который весной оценивается несколько ниже из-за менее выраженного аромата. Это снижение коррелирует с ранее выявленными весенними изменениями в молоке (пик кальция, удлинение фазы гелеобразования), что влияет на протеолиз и липолиз в процессе созревания сыра. Незначительные колебания в цвете (бело-желтый оттенок весной) также носят сезонный характер и связаны с составом кормов.

Таблица 4 – Физико-химические показатели качества сыра

Класс молока	Сезон года				В среднем
	зима	весна	лето	осень	
Влага, %	42,0	41,6	41,2	41,9	41,7
Содержание жира в СВ сыра, %	50,8	50,4	50,3	50,3	50,5
Кислотность, рН	5,32	5,26	5,31	5,21	5,28
Содержание соли, %	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8
Степень зрелости, град	191	188	180	176	184
Выход сыра, %	9,3	9,5	9,4	9,3	9,4

По физико-химическим показателям сыр, произведенный из молока коров черно-пестрой породы ОП УНПК «Ижагроплем», полностью

отвечает требованиям нормативной документации. Так, содержание жира в сухом веществе сыра находилось в пределах от 50,3-50,8 %, влаги – 41,2-42,0 %, соли – 1,8-1,9 %.

Степень зрелости сыра чуть занижена, т. к. сыр вызревал не 60, а 45 дней, и составила в среднем 184 градуса, наиболее интенсивно протеолитические процессы шли в сыре, произведенном из зимнего молока, степень зрелости здесь составила 191 градус. Выход сыра находился на уровне 9,3-9,5 %.

**Закключение.** Таким образом, молоко, производимое в ОП «Ижагроплем», характеризуется высокими показателями качества, а также обладает хорошей сыропригодностью. Сыр, произведенный из молока коров хозяйства, по результатам дегустационной оценки заработал 90-93 балла, что позволяет отнести его к высшему сорту. Выход сыра составил 9,3-9,5 %.

#### Список источников

1. Анисимова Е. И., Сычева О. В. Оценка сыропригодности молока коров симментальской породы различных продуктивно-конституциональных типов // *Аграрная Россия*. 2021. № 1. С. 22-24. DOI 10.30906/1999-5636-2021-1-22-24. EDN ANXSTP.
2. Березкина Г. Ю., Мерцалова П. И., Вострикова С. С. Оценка сыропригодности козьего и коровьего молока // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 3(67). С. 4-12. DOI 10.48012/1817-5457\_2021\_3\_4. EDN CVTAJC.
3. Влияние сезона года на сыропригодность молока чистопородных и помесных коров / Л. Н. Бака-

ева [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 1. С. 117-121. EDN JWSTCT.

4. Волкова У. А. Сыропригодность молока в зависимости от породы коров // Вестник Студенческого научного общества. 2017. Т. 8, № 1. С. 168-170. EDN ORLNOF.

5. Закирова Р. Р., Шкарупа К. Е., Березкина Г. Ю. Анализ сыропригодности молочного сырья дочерей быков-производителей разной селекции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1(87). С. 225-229. EDN FQCCZW.

6. Игнатъева, Н. Л., Немцева Е. Ю. Оценка сыропригодности молока коров черно-пестрой породы разной селекции // Состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки на современном этапе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Чебоксары, 20 февр. 2020 г. Чебоксары: Чувашская гос. с.-х. акад., 2020. С. 139-147. EDN CRNAMK.

7. Исследование сыропригодности молока коров различных пород / Е. С. Канаева [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Йошкар-Ола, 20–21 марта 2025 г. Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2025. С. 257-260. EDN PAHUXH.

8. Кашаева А. Р., Мухаметгалиев Н. Н. Оценка сыропригодности молока коров разных пород в период завершения лактации // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2012. Т. 212. С. 303-307. EDN PENSSB.

9. Ларионов Г. А., Ефимов А. В., Жуков А. А. Определение сыропригодности молока коров для производства сыра «Сулугуни» // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1(178). С. 189-196. DOI 10.36718/1819-4036-2022-1-189-196. EDN CWZSGR.

10. Степаненко Е. С. Сыропригодность молока коров основных линий Кулундинского типа красной степной породы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 3(89). С. 79-81. EDN OWHXIZ.

11. Тамарова Р., Ярлыков Н., Мордвинова В. Комплексная оценка сыропригодности молока коров ярославской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 3. С. 25-26. EDN NRETWJ.

12. Шайдуллин Р. Р., Шарафутдинов Г. С., Москвичева А. Б. Сыропригодность молока черно-пестрых коров с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол о-ацилтрансферазы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 59-63. EDN XZNMWX.

## References

1. Anisimova E. I., Sycheva O. V. Ocenka syroprirodnosti moloka korov simmental'skoj porody` razlichny`x produktivno-konstitucional`ny`x tipov // Agrarnaya Rossiya.

2021. № 1. S. 22-24. DOI 10.30906/1999-5636-2021-1-22-24. EDN ANXSTP.

2. Berezkina G. Yu., Merczalova P. I., Vostrikova S. S. Ocenka syroprirodnosti koz'ego i korov'ego moloka // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2021. № 3(67). S. 4-12. DOI 10.48012/1817-5457\_2021\_3\_4. EDN CVTAJC.

3. Vliyanie sezona goda na syroprirodnost` moloka chistoporodny`x i pomesny`x korov / L. N. Bakaeva [i dr.] // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2009. № 1. S. 117-121. EDN JWSTCT.

4. Volkova U. A. Syroprirodnost` moloka v zavisimosti ot porody` korov // Vestnik Studencheskogo nauchnogo obshhestva. 2017. Т. 8, № 1. S. 168-170. EDN ORLNOF.

5. Zakirova R. R., Shkarupa K. E., Berezkina G. Yu. Analiz syroprirodnosti molochnogo syr`ya docherej bykov-proizvoditelej raznoj selekcii // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 1(87). S. 225-229. EDN FQCCZW.

6. Ignat`eva, N. L., Nemceva E. Yu. Ocenka syroprirodnosti moloka korov cherno-pestroj porody` raznoj selekcii // Sostoyanie, problemy` i perspektivy` razvitiya agrarnoj nauki na sovremennom e`tape: materialy` Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, Cheboksary`, 20 fevr. 2020 g. Cheboksary`: Chuvashskaya gos. s.-x. akad., 2020. S. 139-147. EDN CRNAMK.

7. Issledovanie syroprirodnosti moloka korov razlichny`x porod / E. S. Kanaeva [i dr.] // Aktual`ny`e voprosy` sovershenstvovaniya texnologii proizvodstva i pererabotki produkcii sel'skogo xozyajstva: materialy` Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Joshkar-Ola, 20–21 marta 2025 g. Joshkar-Ola: Marijskij gos. un-t, 2025. S. 257-260. EDN PAHUXH.

8. Kashaeva A. R., Muxametgaliev N. N. Ocenka syroprirodnosti moloka korov razny`x porod v period zaversheniya laktacii // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N. E. Baumana. 2012. Т. 212. S. 303-307. EDN PENSSB.

9. Larionov G. A., Efimov A. V., Zhukov A. A. Opredelenie syroprirodnosti moloka korov dlya proizvodstva syra «Suluguni» // Vestnik KrasGAU. 2022. № 1(178). S. 189-196. DOI 10.36718/1819-4036-2022-1-189-196. EDN CWZSGR.

10. Stepanenko E. S. Syroprirodnost` moloka korov osnovny`x linij Kulundinskogo tipa krasnoj stepnoj porody` // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 3(89). S. 79-81. EDN OWHXIZ.

11. Tamarova R., Yarly`kov N., Mordvinova V. Kompleksnaya ocenka syroprirodnosti moloka korov yarovskoj porody` // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2011. № 3. S. 25-26. EDN NRETWJ.

12. Shajdullin R. R., Sharafutdinov G. S., Moskvicheva A. B. Syroprirodnost` moloka cherno-pestry`x korov s razny`mi genotipami kappa-kazeina i diacilglicerol o-aciltransferazy` // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2020. № 2. S. 59-63. EDN XZNMWX.

**Сведения об авторах:**

**Г. Ю. Березкина**<sup>✉</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-5704-5571>;

**А. А. Фомина**, аспирант, <https://orcid.org/0009-0000-1275-3825>;

**Е. В. Хардина**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-2817-2969>;

**К. Е. Шкарупа**, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-3738-5712>

Удмуртский ГАУ, 426069, Россия, Ижевск, ул. Студенческая, 11  
g-berezkina@mail.ru

Original article

## PROTEIN CONTENT AND CHEESE-MAKING SUITABILITY OF MILK FROM BLACK-AND-WHITE COWS

**Galina Yu. Berezkina**<sup>✉</sup>, **Anastasia A. Fomina**, **Ekaterina V. Khardina**, **Konstantin E. Shkarupa**

Udmurt State Agricultural University, Russia, Izhevsk

g-berezkina@mail.ru

**Abstract.** *The Russian cheese market, one of the world's largest, is expanding. In the context of import substitution and sanctions pressure, the issue of providing the industry with high-quality domestic raw materials is urgent. The aim of the study is to evaluate the suitability of milk of Black-and-White cows for cheese production under intensive milk production technology. The objectives are: to evaluate the protein and casein levels in cows' milk over the course of a year; to evaluate the suitability of milk for cheese production based on the casein quality and the rennet test quality; to conduct a control production of cheese and to evaluate its organoleptic and physiochemical properties. The studies were conducted at the Izhagroplem Scientific and Production Complex and at the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products of the Udmurt State Agricultural University. The study focused on the Black-and-White cows of the production group. On average for the study period, the protein level in milk was 3.25 % (fluctuations 3.01–3.29 %), incl. casein 2.70 % (fluctuations 2.66–2.72 %), the correlation coefficient was 0.66. The highest calcium content in milk was observed in spring (126.1 mg%), the minimum – in autumn (121.4 mg%), the difference was 4.7 mg% ( $P \geq 0.999$ ). Structural parameters of casein micelles were relatively constant (diameter 673.3–679.7 Å, weight 130.5–132.6 million units). The duration of milk coagulation with rennet increased from winter to autumn (from 28.5 to 35.3 min). The coagulation phase was the most stable – 25.1–27.15 min. The gelling period was minimal in winter (3.45 min) and maximal in spring (8.35 min). Overall, the milk was suitable for cheese production. Cheese produced from the milk of farm's cows scored 90–93 points in the tasting assessment, placing it in the highest grade. The cheese yield was also above average, reaching 14–15 %.*

**Key words:** *Black-and-White breed, protein quality, casein, cheese-making suitability, rennet coagulation, cheese quality.*

**For citation:** *Berezkina G. Yu., Fomina A. A., Khardina E. V., Shkarupa K. E. Protein content and cheese-making suitability of milk from Black-and-White cows. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2026; 1 (85): 78–84. (In Russ.). [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2026\\_1\\_78-84](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_1_78-84).*

**Authors:**

**G. Yu. Berezkina**<sup>✉</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5704-5571>;

**A. A. Fomina**, Postgraduate Student, <https://orcid.org/0009-0000-1275-3825>;

**E. V. Khardina**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2817-2969>;

**K. E. Shkarupa**, Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-3738-5712>

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

g-berezkina@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 16.10.2025; одобрена после рецензирования 26.01.2026;  
принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 16.10.2025; approved after reviewing 26.01.2026; accepted for publication 03.03.2026.