

Е.В. Серба ✉

Е.А. Юрова

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности (ВНИМИ), Москва, Россия

✉ e_serba@vnimi.org

Поступила в редакцию: 08.08.2024

Одобрена после рецензирования: 12.09.2024

Принята к публикации: 26.09.2024

© Серба Е.В., Юрова Е.А.

Review

Ekaterina V. Serba ✉

Elena A. Yurova

All-Russian Dairy Research Institute, Moscow, Russia

✉ e_serba@vnimi.org

Received by the editorial office: 08.08.2024

Accepted in revised: 12.09.2024

Accepted for publication: 26.09.2024

© Serba E.V., Yurova E.A.

Влияние зоотехнических факторов на белковый состав сырого коровьего молока

РЕЗЮМЕ

Научный обзор посвящен актуальной проблеме качества сырья в производстве молочных продуктов.

Цель исследований — актуализация научных данных о влиянии зоотехнических факторов на белковый состав сырого коровьего молока.

В условиях развития рынка специализированного питания необходимо глубокое изучение белков молока как важнейшего источника незаменимых аминокислот. Авторами рассмотрены научные труды отечественных и иностранных специалистов, освещающие влияние различных факторов на белковый состав сырого молока КРС. Исследуемые факторы в ходе формирования научного обзора были разделены на следующие группы: селекционно-генетические, кормовые, временные, зооигиенические и технологические. Это позволило определить степень влияния факторов на показатели качества молока, в особенности на белки, и проследить их зависимость друг от друга.

Ключевые слова: белок молока крупного рогатого скота (КРС), факторы, влияющие на белок молока, структура белков молока разных пород КРС, аминокислотный состав молока, кормление молочных коров, технологические показатели сырого молока, качество сырого молока, состав молока КРС, фракционный состав белков молока

Для цитирования: Серба Е.В., Юрова Е.А. Влияние зоотехнических факторов на белковый состав сырого коровьего молока. *Аграрная наука*. 2024; 387(10): 192–200.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-192-200>

The influence of zootechnical factors on the composition of proteins in raw cow's milk

ABSTRACT

The scientific review is devoted to the current problem of the quality of raw materials in the production of dairy products.

The purpose of the research is to update scientific data on the influence of zootechnical factors on the protein composition of raw cow's milk.

In the context of the development of the specialized nutrition market, an in-depth study of milk proteins is necessary as the most important source of essential amino acids. The authors reviewed the scientific works of domestic and foreign specialists, covering the influence of various factors on the protein composition of raw cattle milk. During the formation of the scientific review, the factors studied were divided into the following groups: selection-genetic, feed, temporal, zoohygienic and technological. This made it possible to determine the degree of influence of factors on milk quality indicators, especially proteins, and to trace their dependence on each other.

Key words: cattle milk protein, factors influencing milk protein, structure of milk proteins of different cattle breeds, amino acid composition of milk, feeding of dairy cows, technological indicators of raw milk, raw milk quality, milk composition, milk protein fractions

For citation: Serba E.V., Yurova E.A. The influence of zootechnical factors on the composition of proteins in raw cow's milk. *Agrarian science*. 2024; 387(10): 192–200 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-387-10-192-200>

Введение/Introduction

Молоко — уникальный продукт питания, содержащий широкий спектр питательных компонентов, витаминов, макро- и микроэлементов.

Наиболее ценными компонентами молока являются белки, которые содержат незаменимые для организма человека аминокислоты [1]. При этом в белках мяса, рыбы и растительных продуктов содержание аминокислот в разы ниже, чем в молочных белках [2].

В современном производстве большое внимание уделяется количественным показателям молока и жирномолочности, вариативность которой выражена больше, чем изменения в составе и количестве белков молока [1].

Но в последние годы с популяризацией функционального и специализированного питания появилась необходимость более полного изучения именно белков молока, включая количественное значение аминокислот. Важную роль в смещении вектора научного внимания на этот компонент молока сыграли растительные аналоги сырого молока КРС.

В современных продуктах всё чаще используются миндальное, кокосовое, соевое, овсяное, бамбуковое и прочие виды молока. Важно понимать, что растительные продукты уступают коровьему, прежде всего по полноценности белка, содержанию минеральных компонентов и их усваиваемости.

Таким образом, современные тенденции альтернативного молока остаются противоречивыми, и вопрос улучшения качества молока животного происхождения актуален [2–4].

Для поддержания и наращивания качества продукции на основе сырого молока необходимо актуализировать спектр факторов, влияющих на белковый состав и свойства молока КРС. Это в свою очередь позволит улучшить и расширить ассортимент молочной продукции, так как основой любого продукта является качественное сырье.

Цель работы — актуализация научных данных о влиянии зоотехнических факторов на белковый состав сырого коровьего молока.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: поиск и отбор научной литературы по заданной тематике; анализ отобранных научных работ; структурирование полученных данных и формирование базы факторов, оказывающих влияние на белковый состав молока КРС; установление зависимости факторов друг от друга; определение изменений белкомолочности от факторов и их комбинаций.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Материалами исследования являлись актуальные данные научных статей, монографий и конференций о факторах, влияющих на белковый состав молока.

Авторами в качестве методов исследований в рамках заданной тематики использовались аналитический и синергетический подходы по критериям, указанным в таблице 1.

Используемые методы позволили произвести поиск, анализ и систематизацию данных, составить научный обзор.

Основной стратегией поиска материалов была проработка библиографических порталов Elibrary.ru, PubMed, Google Scholar, Scopus и научных онлайн-изданий.

Были использованы поисковые запросы: на русском языке — «белок молока КРС», «факторы, влияющие на

Таблица 1. Критерии отбора материалов для научного обзора.

Table 1. Criteria for selecting materials for a scientific review

Критерий	Включение	Исключение
Контекст	Соответствие материалов тематике обзора. Статьи, относящиеся к пищевой и сельскохозяйственной промышленности, описывающие вопросы производства молока и молочных продуктов животного происхождения	Статьи, содержащие дублирующие данные. Работы, в которых влияние факторов на КРС рассмотрено без учета молочной продуктивности. Медицинские и ветеринарные статьи узкой направленности
Тип статьи	Обзорные, эмпирические исследования	Источники, не прошедшие рецензирование
Период	2013–2023 гг. (за исключением запросов, не имеющих достаточного научного обоснования в указанный период)	Более ранние научные труды в силу длительной научной работы, ведущейся в рамках данной тематики. Неактуальные данные и технологии, неприменимые в современной молочной промышленности
Язык	Любой	Поиск не был ограничен языковым критерием
Доступ	Опубликованная статья с открытым доступом к полному тексту	Неопубликованные тезисы и теории, опубликованные статьи, не имеющие открытого доступа к полному тексту, статьи, достоверный перевод которых был невозможен

белок молока», «структура белков молока разных пород КРС», «аминокислотный состав молока», «кормление молочных коров», «технологические показатели сырого молока», «качество сырого молока», «состав молока КРС»; на английском языке — milk protein concentration, cattle milk protein, protein structure of bovine milk, casein composition and energy metabolism, cattle feeding, factors of milk quality.

Работа с научной литературой 2013–2023 гг. позволила сформировать актуальную информационную базу для глубокого комплексного обзора темы. Всего были рассмотрены 118 работ, из них 29 содержали дублирующие данные, 32 косвенно или поверхностно касались заданной тематики, поэтому не представляли ценности в рамках данного обзора, 12 не имели открытого доступа к полному тексту.

Анализ научных статей более раннего периода осуществлялся при отсутствии новых публикаций по отдельным аспектам исследуемой тематики.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Роль белка в сыром молоке

Молоко млекопитающих представляет собой желто-белую непрозрачную сладковатую жидкость, достаточно сложную по химическому составу [5]. В состав молока входят свыше 200 различных компонентов (табл. 2), которые взаимосвязаны между собой, создают систему органических и неорганических соединений и находятся в водной фазе в гомогенизированной, коллоидной или растворимой форме [1].

Степень обеспеченности молока по показателям: животный белок — 52–55%; незаменимые жирные кислоты — 33–37%, обменная энергия — 25–28% [5].

Таблица 2. Количественный состав молока КРС

Table 2. Quantitative composition of cattle milk

Компоненты молока	Содержание, %
Вода	85,3–89,6
Сухие вещества	10,4–14,5
Жир	2,8–6,5
Белки	2,8–4,4
Лактоза	4,4–5,4
Зола	0,6–0,9

Химический состав сырого молока является основным условием в принятии решения о дальнейшей его переработке на определенный вид молочной продукции. Ключевые требования использования молока на пищевые цели — его качество и технологические свойства.

Белки молока подразделяют на три группы: казеины, сывороточные белки и белки оболочек жировых шариков (рис. 1).

Благодаря влиянию гидрофильных свойств казеина на водосвязывающую и влагоудерживающую способность сгустка, на консистенцию и потребительские свойства готового продукта молочный белок является важным компонентом при производстве творога, сыров и кисломолочных продуктов.

Основная протеиновая составляющая молока — казеин, классифицируемый на многочисленные фракции, основные из них — α s1, α s2, бета, каппа. Все фракции синтезируются в клетках молочной железы и имеют генетические варианты [6–9].

Длительное время селекционеры в нашей стране занимались в основном увеличением количественной продуктивности коров и повышением содержания жира в молоке. Сегодня акцент постепенно смещается на аминокислотный состав, соотношение белковых фракций и полноценность молока, используемого в питании человека [10, 11].

Факторы, влияющие на белковый состав молока

Основная особенность животноводства заключается в том, что на один показатель разные факторы действуют комплексно на всех этапах технологического процесса производства [12, 13], то есть показатели белка в молоке, заложенные генетически, могут изменяться в зависимости от кормления, климатических условий, фазы лактации и так далее, но при этом оставаться в «свойственном» породном диапазоне.

В рамках исследования авторы намеренно отошли от схемы разделения факторов на паратипические и непаратипические, дабы показать всестороннее влияние разных групп факторов на организм животных и дальнейшее производство сырого молока. Для систематизации изученных факторов авторы сформировали следующие группы:

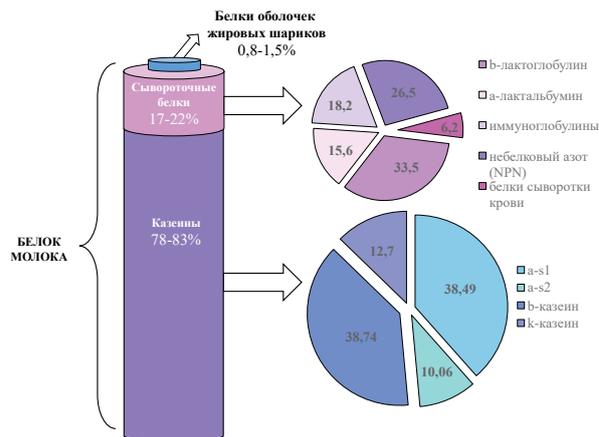
- *селекционно-генетические факторы*, обуславливающие породную и линейную принадлежность и индивидуальный продуктивный потенциал животного;
- *кормовые факторы*, объединяющие в себе сбалансированность рациона, качество используемых кормов и изменения кормовой базы;
- *временные факторы*, подразумевающие сезонные и возрастные изменения, влияющие на физиологическое состояние животных. Факторы этой группы не поддаются контролю со стороны человека;
- *технологические факторы*, отвечающие за условия содержания животных и все производственные процессы, такие как доение, кормление, осеменение, отслеживание фазы лактации животных и т. д.

1. Селекционно-генетические факторы

Порода и индивидуальная генетическая наследуемость признаков характеризуют количественные показатели удоя и качество молока, в особенности жирнокислотный и белковый состав. Генетический фактор обуславливает «типичные породные» показатели молочной продуктивности и дальнейшую дифференциацию молока в зависимости от технологических свойств полученного сырья [14].

Рис. 1. Состав белков молока КРС

Fig. 1. Cattle milk protein composition



У каждой породы КРС молочного направления есть свои генетические особенности, влияющие на комплекс показателей молока. Исследования наследственных особенностей качества молока проводятся разными способами: межпородный сравнительный анализ, внутривидовое линейное или семейное сравнение, продуктивные показатели разновозрастного стада, генотипирование белков молока по крови животных, направленное ротационное скрещивание с последующим анализом молока потомства разных поколений и т. д.

Работа, проведенная в 2018 году на севере Италии на 505 коровах, была основана на трех- и двухпородных помесях бурой швицкой, голштинской и монбельярдской пород разного возраста. Разные схемы и вариации скрещивания позволили создать большой спектр генетических вариантов продуктивности потомков.

Молоко от помесных коров имело более высокое содержание и пропорции каппа-казеина и α -лактальбумина, более низкое содержание β -лактоглобулина и большую долю казеинов при меньшем содержании сывороточных белков в молочном истинном белке, чем у чистокровных голштин.

Трехпородные помеси отличались от двухпородных только большим содержанием α -лактальбумина в молоке.

Результаты данного исследования подтверждают целесообразность использования программ скрещивания для изменения профиля молочного белка с целью улучшения качества молока и его свойств для сыроделия [15].

В исследовании Н.Л. Игнатьевой поголовье черно-пестрых голштинизированных коров УОХ «Приволжское» (Чувашская ГСХА) было проанализировано на изменения белковомолочности в зависимости от происхождения отцов (Канада, Нидерланды, Дания, Россия). Группы сравнивались по принципу пар-аналогов для минимизации влияния сторонних факторов. Было доказано, что электрофоретические показатели соотношения фракций белков молока у коров одной породы разного происхождения отличаются.

Детальный анализ фракционного состава молочного белка у животных голландской селекции обладал наиболее высоким содержанием основных белковых фракций [14, 16].

Такого рода исследования позволяют проработать направленную селекционную стратегию и производить молоко, более эффективно используемое в производстве молочных продуктов (табл. 3).

Таблица 3. Массовая доля белка и жира в молоке разных пород КРС

Table 3. The mass fraction of protein and fat in milk of different breeds of cattle

Порода	МДЖ, %	МДБ, %
Джерсейская	5,29–6,37	3,85–4,22
Айрширская	4,13–4,45	3,26–3,47
Симментальская	3,71–4,92	3,32–3,67
Бурая швицкая	3,97–4,61	3,32–3,45
Черно-пестрая	3,78–4,29	3,05–3,36
Голштинская	3,57–3,96	3,15–3,47

Подобные исследования имеют множество вариантов для поиска и установки закономерностей в молоке, обусловленные происхождением коров. [17]. Знания о корреляции показателей белка молока позволяют выводить селекционную работу на новый уровень, использовать новые методы молекулярной генетики и отбирать животных в раннем возрасте не по продуктивным показателям, а по комбинациям генов [18].

Фракции казеина различаются аминокислотным составом, количеством полиморфных вариантов, молекулярной массой, при этом аутосомные гены-маркеры, кодирующие их, связаны между собой, регулируются синхронно во время лактации и имеют разные аллельные варианты, которые обуславливают замену аминокислот в первичной структуре белка и напрямую влияют на технологические свойства молока, например сыропригодность, образование и плотность сгустка [19, 20].

В России успешно применяется мировой генфонд молочных пород коров. Импортное скота из Дании, Нидерландов, Великобритании, Италии и США реализуется для расширения генетической базы внутри страны и улучшения продуктивных показателей аборигенных пород молочного и комбинированного скота [21].

Важной проблемой селекции является понижение содержания белка (на 1,6–2,4%) и жира (на 0,09–0,14%) в молоке аборигенных пород при работе в сторону улучшения молочного типа и повышения молочной продуктивности [22]. При этом низкие удои коров с высоким содержанием белка и жира в молоке создают проблему рентабельности и экономической выгоды в работе с таким скотом.

Основными показателями белков молока, на которые влияют породные и генетические особенности животных, за исключением объема молока, являются:

- Аминокислотный состав белков и полноценность молока, обуславливающие содержание в молоке незаменимых аминокислот. Самым биологически полноценным считается молоко швицкой и симментальской пород (43–46%). В молочном белке наибольший удельный вес (в зависимости от генотипа) составляют глутаминовая кислота (21,5–22,7%), лейцин (9,5–9,7%), пролин (9,4–9,5%), а наименьший — цистин (0,93–1,10%) [14, 17].

- Сычужная свертываемость зависит от аминокислотного состава, содержания казеина и соотношения белковых фракций. В меньшей степени на эти показатели влияют содержание кальция в молоке и его кислотность. Скорость свертываемости молока показывает его пригодность для сыроделия. Например, молоко айрширской породы богато α - и β -фракциями казеина, которые обеспечивают высокую свертываемость и хорошую сыропригодность молока. В свою очередь, в молоке КРС ярославской породы выявлено высокое содержание каппа-казеина, что обуславливает высокое качество этого молока для сыроделия [14, 15].

- Белок молока как количественный показатель имеет обратную зависимость от молочной продуктивности.

У высокопродуктивных черно-пестрых и голштинских пород белок молока колеблется в пределах 2,86–3,17% и 2,98–3,44% соответственно, при этом у коров с более низкими породными удоями белок молока выше: монбельярдская — 3,35–3,96%, симментальская — 3,20–3,89%, швицкая — 3,35–3,89%, джерсейская — 3,88–4,07% [11, 20]. Необходимо учитывать, что 48% общей изменчивости содержания жира и белка обусловлены породой, 4–15% — генетическими особенностями линии, около 40% — негенетическими факторами [14, 23].

- Термоустойчивость молока в большей степени зависит от времени года и периода лактации [24], но породные различия доказывают генетическую зависимость этого показателя: более высокое содержание кальция и более крупные мицеллы казеина в молоке айрширских коров обуславливают более низкую термоустойчивость молока этих коров в сравнении с черно-пестрой породой коров [8, 9, 15].

2. Кормовые факторы

Количество белка в молоке — это показатель того, насколько полноценно корова обеспечена энергией и необходимыми питательными веществами. Калорийность кормов влияет на интенсивность работы микроорганизмов рубца, отвечающих за синтез протеина, который напрямую влияет на уровень белка в молоке [25]. При этом для синтеза протеина бактериям рубца необходим доступный азот, контрольным индикатором которого является мочевины молока [26].

На образование молока используются перевариваемый протеин и 70% аминокислот, поступающих с кормом [27], поэтому в кормлении высокопродуктивных молочных коров важно учитывать их повышенную чувствительность к изменениям структуры рациона [28].

Важно обеспечить сбалансированное питание, при котором не будет избытка или недостатка питательных и биологически активных веществ, так как и та и другая крайности провоцируют снижение уровня белка в молоке и могут влиять на соотношение фракций [29].

Сырое молоко, получаемое от коров, поедающих однообразный рацион, имеет плохие технологические свойства и хуже подвергается сычужному свертыванию за счет повышения количества гамма-фракций казеина и общему смещению баланса белка в сторону сывороточных [30]. Получаемый из такого молока сыр имеет низкие показатели качества и хранимостности [9].

Учеными установлено, что преимущественно силосное кормление провоцирует снижение удоя на 10–12%, а белка — на 5–7%. В такой ситуации замедляется процесс свертываемости молока (на 17–22%) [31], так как мицеллы казеина становятся мельче, качество сыров и масла ухудшается, а кислотность молока повышается, как и риск ацедозов и кетозов у коров. Не только силосное, но и любое однотипное кормление приводит к технологическому снижению качества получаемой продукции [32, 33].

Понятие сбалансированности рациона варьируется в зависимости от факторов климата, фазы лактации, породы животных. Для высокобелковых коров характерны чрезмерные потери белка через молоко на 100–150-й день лактации, что приводит к истощению организма, поэтому важно балансировать корма в зависимости от потребностей животных в конкретный период [34].

Легкопереваримые углеводы необходимы в рационе для нормальной микрофлоры рубца, и их недостаток приводит к общему снижению качества молока. Конечным продуктом микробной ферментации в рубце

являются летучие жирные кислоты (ЛЖК), которые в результате ферментативного расщепления корма могут быть преобразованы в глюкозу, обеспечивая до 60% ежедневной потребности животных в энергии. ЛЖК способствуют повышению усвоения протеина и витаминов группы В, С, К [35–37].

Для получения высоких показателей белка и жира в молоке нужно учитывать особенности рубцового пищеварения и поддерживать здоровую микрофлору рубца [25], что обеспечивается следующими элементами системы кормления:

- увеличение общего количества скармливаемых кормов;
- обеспечение необходимого разнообразия кормов;
- балансирование рациона по энергии, белку, клетчатке, минеральным веществам и витаминам;
- высокое качество кормов.

В период начальной фазы лактации высокопродуктивная корова может расходовать из тканей организма более 300 г белка [24, 34]. Повышенная дача кормов может улучшить белкомолочность на 0,2–0,3% [28]. Но в течение всей лактации необходимо учитывать изменения потребностей животных и, следовательно, регулировать процентное соотношение концентратов к объемистым кормам в рационах и кормосмесях: в начале — 40–50 — 50–60%, в середине — 25–30 — 70–75%, в конце — 10–15 — 85–90%. Концентратный перекарм ведет к нарушению баланса жира и белка за счет отрицательного влияния на жирномолочность [27, 28, 33].

В работе Н.В. Папуши и соавт. рассмотрены последствия ошибок в балансировании рациона под конкретную производственную группу животных путем повышения доли концентратов. Это привело к увеличению массовой доли молочного белка, в том числе казеина (на 0,2–0,3%), при этом нарушило соотношение «жир — белок» (1:1 от изначальных 1,25:1) [28].

Важно учитывать не только баланс рациона по общему белку, но и долю переваримого протеина в сыром протеине. Переваримый протеин должен составлять примерно 65% от сырого протеина в рационе. При сокращении уровня переваримого протеина (даже до 60%) значительно снижаются продуктивность и белок молока [38].

В отношении молока интерес представляет как избыток, так и дефицит сырого протеина, так как оба фактора приводят к потере продуктивности и белкомолочности: в первом случае из-за избытка аммиака и сниженного усвоения поступающего протеина, во втором — из-за нехватки питательного компонента.

Установлено, что с каждым процентом потерянностью сырого протеина в диапазоне 9–15% содержание белка в молоке падает на 0,02%. В то же время белковый перекарм угнетает процессы брожения в рубце жвачных за счет снижения образования уксусной кислоты [27, 31].

3. Зооигиенические и технологические факторы

3.1. Сезонность и лактация

При анализе влияния сезонности и фазы лактации на качественный состав молока нельзя не учитывать их взаимосвязь, так как разные фазы могут приходиться на разные сезоны в зависимости от селекционной работы на каждом предприятии [39].

Основными факторами, которые влияют на качественные показатели молока по сезонам года, являются изменение состава и структуры рациона, колебания температуры и влажности воздуха окружающей среды.

Особенно важны перепады температуры при выгульном или стойлово-пастбищном содержании, так как температура в коровнике может критично отличаться от этого показателя на улице (перепад более $\pm 25^\circ\text{C}$) [40].

Благодаря летнему выпасному сезону к осени в молоке коров накоплено большое количество сухих веществ, белка, жира, лактозы, кальция, калия, натрия, каротина и кальциферола (витамина D) [33]. Содержание казеина в молоке (в зависимости от сезонов года) колеблется от 71,2% летом до 80,8% зимой [40].

Важную роль играют адаптивность животных и их способность выдерживать перепады температур. Эта способность обусловлена не только генетической предрасположенностью, но и удовлетворением всех физиологических потребностей продуктивных животных [32].

Повышение температуры воздуха в летний период может быть критичным и вызвать тепловой стресс у коров, что повлечет снижение не только количества молока, но и его физико-химических показателей (в частности, белка), резкое возрастание числа соматических клеток [8].

Представители Американской ассоциации ученых в области молочных продуктов установили, что при тепловом стрессе снижаются количество молочного белка и концентрация казеина, увеличивается концентрация мочевины. При тепловом стрессе доля аS1-казеина в общем количестве казеина увеличивается, а доля аS2-казеина снижается [41].

Поскольку не было обнаружено влияния теплового стресса на концентрацию молочного жира или лактозы, понижение белка, по-видимому, является результатом специфического снижения синтеза белка в молочных железах, а не общего снижения активности лактации [42, 43].

Г.А. Ларионовым и К.Д. Егоровой исследован вопрос специализации сырого молока с точки зрения сезонности: молоко осенне-зимнего периода по своему составу более пригодно для использования в качестве сырья для переработки в масло, творог и сыры, чем весеннее [44]. При этом лучшим для сыроделия считается молоко 3–6 месяцев лактации, если этот период не приходится на начало весны [40].

В работе Л.А. Остроумова и соавт. представлены результаты исследований по изучению сезонных изменений содержания общего белка, казеина и сывороточных белков в сыром молоке. Определено, что относительное количество сывороточных белков молока подвержено значительным колебаниям в течение года — от 14,6 до 26,9% (среднее — 19,12%) [42].

Самое высокое содержание сывороточных белков в молоке-сырье отмечается в октябре и марте. Концентрация казеинов особенно существенно снижается в марте, апреле и мае. В июне и июле их количество увеличивается, а в остальные месяцы оно стабильно — в пределах 76,0–82,0% [40, 41].

Т.В. Шишикина, А.Р. Кашаева и соавт. показали, что коровы, отелившиеся осенью и зимой, обладают не только высокими количественными показателями лактации (продолжительность, среднесуточный удой и общий удой за лактацию), но и более высокими показателями белка молока в сравнении с коровами, отелившимися в другие сезоны года [24, 45].

Важный аспект для получения качественного молока — подготовка организма животного в течение сухостойного периода: жировые запасы, накопленные в этот период, являются энергетической базой для успешной лактации [46].

При повышении надоев после отела содержание белка в молоке коров уменьшается до 2–3-го месяца лактации, где отмечаются наивысший удой и наименьшая концентрация белка. В течение лактации белок молока постепенно возрастает, и к 6–9-му месяцу лактации нормой является содержание белка не выше 3,6–3,8 % (среднее значение, так как породные и производственные особенности конкретного стада могут варьироваться). Если этот показатель повышается, то количество надоя значительно сокращается [11, 24].

3.2. Технология содержания и доения

Как показывает мировой и отечественный опыт, в молочном скотоводстве наиболее перспективны беспривязное содержание коров с выгульными площадками или пастбищами в весенне-осенний период и доение в доильных залах на поточных высокопроизводительных установках. При этом зооигиенические показатели животноводческих помещений, такие как низкая температура, высокая влажность и недостаточное вентилирование, влияют на общее состояние животного, продуктивность и общее качество молока [7, 47].

Постоянное привязное содержание без возможности свободно передвигаться в течение дня провоцирует болезни копыт и суставов и стресс, что приводит к травматизму животных и снижению качественной и количественной молочной продуктивности. Активный моцион и свободный доступ к выгульным площадкам необходимы для сохранения здоровья животных [48].

Ученые исследовали влияние на молочную продуктивность не только системы содержания, но и возрастных категорий животных.

В работе установлено, что при беспривязном содержании коров со своими сверстницами у животных сокращается сервис-период, при этом повышаются удой и концентрация белка в молоке. При сохранении такой же системы содержания (но без учета возраста коров) возникает снижение удоя и белка, но наблюдается повышение жира в молоке, что провоцирует смещение баланса жира и белка молока и изменение его распределения на переработку [49, 50].

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

Выводы/Conclusion

В ходе научного обзора рассмотрена зависимость показателей белкового состава молока от различных факторов. Полученные данные нельзя назвать однозначными, но можно утверждать, что породные особенности животных — это неизменный показатель, который обуславливает генетический потенциал коров. В свою очередь, фактор кормления оказывает наибольшее влияние на белок молока в рамках заложенных генетических особенностей каждого животного. При этом кормление — наиболее легко изменяемый фактор, который необходимо корректировать в зависимости от условий содержания животных, фазы лактации, возраста животных и сезонных изменений, с учетом баланса питательных компонентов кормосмесей.

Высокий уровень белка в молоке коров обусловлен не только комбинацией полиморфизмов, но и эффективным питанием, обеспеченностью коровы энергией и наличием благоприятных условий для активности микроорганизмов в рубце, отвечающих за синтез аминокислот и протеинов.

Основным выводом исследования является то, что все факторы на постоянной основе оказывают комплексное влияние на организм животных, поэтому для производства качественной молочной продукции необходимо учитывать все их изменения и баланс.

Неконтролируемое повышение одного показателя влечет за собой снижение других, что приводит к ухудшению качества продукции. Необходимо производить регулярный контроль условий содержания животных и всех технологических процессов, учитывать специфику предприятия и осуществлять деятельность, основываясь на нормах и потребностях продуктивных животных.

Открытыми вопросами для изучения влияния на белковый состав молока остаются сезонные и возрастные изменения, преобразования рационов, их влияние на конкретные белковые структуры молока. Для более глубокого изучения структурных показателей белков сырого молока КРС необходимы постоянное расширение и обновление племенной базы с целью выявления новых закономерностей и породных особенностей, способствующих производству качественного сырого молока.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Оконешникова Ю.А., Антипина В.П. Факторы, влияющие на состав и свойства молока коров. *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XXXIX Международной научно-практической конференции*. Пенза: Наука и просвещение. 2020; 80–82. <https://elibrary.ru/ihnzgd>
- Рудаков О.Б., Рудакова Л.В., Букша М.С. Генотипическая изменчивость аминокислотного состава белков животного и растительного происхождения. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2020; 20(1): 8–21. <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2375>
- Walther B. et al. Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*. 2022; 9: 988707. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.988707>
- Pérez-Rodríguez M.L., Serrano-Carretero A., García-Herrera P., Cámara-Hurtado M., Sánchez-Mata M.C. Plant-based beverages as milk alternatives? Nutritional and functional approach through food labelling. *Food Research International*. 2023; 173(1): 113244. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113244>
- Востриков П.С., Рыжков Е.И. Состав и свойства молока в зависимости от зоотехнических факторов. *Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. Материалы V Международной научно-практической конференции*. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I. 2021; 2: 30–32. <https://www.elibrary.ru/ohxcxh>

REFERENCES

- Okoneshnikova Yu.A., Antipina V.P. Factors affecting the composition and properties of cow's milk. *Fundamental and applied scientific research: current issues, achievements and innovations. Collection of articles of the XXXIX International Scientific and Practical Conference*. Penza: Nauka i prosveshcheniye. 2020; 80–82 (in Russian). <https://elibrary.ru/ihnzgd>
- Rudakov O.B., Rudakova L.V., Buksha M.S. Genotypical variability of amino acid composition of animal and plant proteins. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protssessy*. 2020; 20(1): 8–21 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2375>
- Walther B. et al. Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Frontiers in Nutrition*. 2022; 9: 988707. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.988707>
- Pérez-Rodríguez M.L., Serrano-Carretero A., García-Herrera P., Cámara-Hurtado M., Sánchez-Mata M.C. Plant-based beverages as milk alternatives? Nutritional and functional approach through food labelling. *Food Research International*. 2023; 173(1): 113244. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113244>
- Vostrikov P.S., Ryzhkov E.I. Composition and properties of milk depending on zootechnical factors. *Veterinary and sanitary aspects of the quality and safety of agricultural products. Proceedings of the V International scientific and practical conference*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. 2021; 2: 30–32 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ohxcxh>

6. Patton R.A. Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that influence these effects: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93(5): 2105–2118. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2693>
7. Харисов М.М. Термостабильность молока в зависимости от уровня общего белка в молоке. *Ветеринарный врач*. 2006; (3): 50–51. <https://www.elibrary.ru/jxcrjj>
8. Кузнецов А., Кузнецов С. О регуляции содержания белка в молоке коров. *Молочное и мясное скотоводство*. 2011; (1): 26–27. <https://www.elibrary.ru/ndcstt>
9. Богданова Л.Л., Подрябинкина А.А., Богданов И.А., Савельева Т.А. Изучение влияния сезонных факторов на содержание казеина и сывороточных белков в молоке-сырье и выход сыра. *Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья*. 2020; 14: 142–151. <https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-142-151>
10. Скоркина И.А., Ламонов С.А. Особенности химического и аминокислотного состава молока крупного рогатого скота, разводимого в условиях Тамбовской области. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2021; (3): 66–70. <https://www.elibrary.ru/imslbp>
11. Caroli A.M., Chessa S., Erhardt G.J. *Invited review*: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92(11): 5335–5352. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2461>
12. Алексеенко В.А., Довгань Н.Б. Оценка значимости факторов, влияющих на содержание белка в молоке сыром. *Национальная ассоциация ученых*. 2016; (5–2): 135–136. <https://www.elibrary.ru/xxeixn>
13. Amalfitano N., Stocco G., Maurmayr A., Pegolo S., Cecchinato A., Bittante G. Quantitative and qualitative detailed milk protein profiles of 6 cattle breeds: Sources of variation and contribution of protein genetic variants. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(12): 11190–11208. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18497>
14. Игнатъева Н.Л. Содержание и структура белка в молоке коров-дочерей быков отечественной и импортной селекции. *Передовые достижения науки в молочной отрасли. Сборник научных трудов по результатам работы Всероссийской научно-практической конференции*. Вологда. 2019; 216–221. <https://www.elibrary.ru/iuwwm>
15. Maurmayr A., Pegolo S., Malchiodi F., Bittante G., Cecchinato A. Milk protein composition in purebred Holsteins and in first/second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbeliarde and Brown Swiss bulls. *Animal*. 2018; 12(10): 2214–2220. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003640>
16. Игнатъева Н.Л. Зависимость содержания и структуры молочных белков от происхождения коров. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019; (4): 86–92. <https://www.elibrary.ru/mgmmfk>
17. Тарасова Е.И., Нотова С.В. Гены-маркеры продуктивных характеристик молочного скота (обзор). *Животноводство и кормопроизводство*. 2020; 103(3): 58–80. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-58>
18. Харламов А.В., Панин В.А., Косилов В.И. Влияние генов каппа-казеина и лактоглобулина на молочную продуктивность коров и белковый состав молока (обзор). *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; (1): 193–197. <https://www.elibrary.ru/xbgdqh>
19. Федорова Е.Ю., Мосягин В.В., Максимов В.И. Особенности фракционного состава молочного белка коров различных пород. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2011; (2): 37–39. <https://www.elibrary.ru/ndgrov>
20. Игнатъева Н.Л., Айзатов Р.М. Белковый состав молока коров разного генетического происхождения. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2012; 209: 128–132. <https://www.elibrary.ru/oxzjz>
21. Басонов О.А., Арутунян С.Г. Предварительные результаты влияния генотипов по генам молочных белков на продуктивные показатели дочерей. *Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Актуальные проблемы животноводства. Материалы Международной научно-практической конференции в честь 5-летия Центра российско-белорусского сотрудничества дополнительного образования и содействия трудоустройству обучающихся*. Нижний Новгород: Нижегородская ГХА. 2020; 179–183. <https://www.elibrary.ru/jqttrp>
22. Ажиниязова Ж.М., Папуша Н.В. Химический состав и сыропригодность молока в зависимости от паратипических и генетических факторов. *Велес*. 2018; (11–1): 36–41. <https://www.elibrary.ru/ythlnj>
23. Morton J.M., Auldust M.J., Douglas M.L., Macmillan K.L. Milk protein concentration, estimated breeding value for fertility, and reproductive performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(7): 5850–5862. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11273>
24. Кашаева А.Р., Мухаметгалиев Н.Н. Влияние периода лактации на белковый состав и сыропригодность молока коров. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2013; 216: 169–172. <https://www.elibrary.ru/rgefzc>
6. Patton R.A. Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that influence these effects: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93(5): 2105–2118. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2693>
7. Kharisov M.M. Thermal stability of milk depending on the level of total protein in milk. *The Veterinary Wrach*. 2006; (3): 50–51 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jxcrjj>
8. Kuznetsov A., Kuznetsov S. Methods of the regulation of the content of protein in the milk of dairy cows. *Dairy and beef cattle farming*. 2011; (1): 26–27 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ndcstt>
9. Bogdanova L.L., Podryabinkina A.A., Bogdanov I.A., Savelyeva T.A. Studying the influence of seasonal factors on casein and whey protein content in raw milk and cheese yield. *Topical Issues of Processing of Meat and Milk Raw Materials*. 2020; 14: 142–151 (in Russian). <https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-142-151>
10. Skorkina I.A., Lamonov S.A. Features of the chemical and amino acid composition of cattle milkbred in the conditions of the Tambov region. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2021; (3): 66–70 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/imslbp>
11. Caroli A.M., Chessa S., Erhardt G.J. *Invited review*: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92(11): 5335–5352. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2461>
12. Alekseenko V.A., Dovgan N.B. Evaluation significant factors influencing on the content of protein in milk cheese. *Natsionalnaya assotsiatsiya uchenykh*. 2016; (5–2): 135–136 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xxeixn>
13. Amalfitano N., Stocco G., Maurmayr A., Pegolo S., Cecchinato A., Bittante G. Quantitative and qualitative detailed milk protein profiles of 6 cattle breeds: Sources of variation and contribution of protein genetic variants. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(12): 11190–11208. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18497>
14. Ignatieva N.L. Content and structure of protein in the milk of cows-daughters of bulls of domestic and imported selection. *Advanced achievements of science in the dairy industry. Collection of scientific papers based on the results of the All-Russian scientific and practical conference*. Vologda. 2019; 216–221 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/iuwwm>
15. Maurmayr A., Pegolo S., Malchiodi F., Bittante G., Cecchinato A. Milk protein composition in purebred Holsteins and in first/second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbeliarde and Brown Swiss bulls. *Animal*. 2018; 12(10): 2214–2220. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003640>
16. Ignatieva N.L. Dependence of the content and structure of dairy proteins on the origin of cows. *Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*. 2019; (4): 86–92 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mgmmfk>
17. Tarasova E.I., Notova S.V. Gene markers of the productive characteristics of dairy cattle (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020; 103(3): 58–80 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-58>
18. Harlamov A.V., Panin V.A., Kosilov V.I. Effect of kappa-casein and lactoglobulin genes on milk yields of cows and the content of protein in milk. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; (1): 193–197 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xbgdqh>
19. Fedorova E.Yu., Mosyagin V.V., Maksimov V.I. Characteristics of the fractional composition of milk protein of various cow breeds. *Russian Agricultural Sciences*. 2011; 37(2): 157–159. <https://doi.org/10.3103/S106836741102011X>
20. Ignatieva N.L., Aizatov R.M. Albumin milk content of different genetic parentage. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2012; 209: 128–132 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oxzjz>
21. Basonov O.A., Arutyunyan S.G. Preliminary results of the influence of genotypes for milk protein genes on the productive indicators of daughters. *Mechanization and electrification of agricultural production. Innovative technologies for the production and processing of agricultural products. Current problems of livestock farming. Proceedings of the International scientific and practical conference, in honor of the 5th anniversary of the Center for Russian-Belarusian Cooperation, additional education, assistance in the employment of students*. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 2020; 179–183 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jqttrp>
22. Azhiniyazova Zh.M., Papusha N.V. Chemical composition and milk suitability for cheese producing depending on paratypical and genetic factors. *Veles*. 2018; (11–1): 36–41 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ythlnj>
23. Morton J.M., Auldust M.J., Douglas M.L., Macmillan K.L. Milk protein concentration, estimated breeding value for fertility, and reproductive performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(7): 5850–5862. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11273>
24. Kashaeva A.R., Mukhametgaliev N.N. Lactation period effect on protein composition and cheese-yielding capacity of cows milk. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2013; 216: 169–172 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rgefzc>

25. Wang X. *et al.* Characteristics of ruminal microbiota and metabolome in Holstein cows differing in milk protein concentrations. *Journal of Animal Science*. 2022; 100(11): skac253. <https://doi.org/10.1093/jas/skac253>
26. Дубова Е.А., Буйлова Л.А., Острецова Н.Г., Гуляев Е.Г., Инихова О.В. Об «истинном» белке и содержании мочевины в молоке. *Молочная промышленность*. 2017; (4): 48–49. <https://www.elibrary.ru/yhxahn>
27. Степанова М.В., Ярлыклов Н.Г., Лапина Е.М. Влияние кормления коров на качество и химический состав молока. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2021; (4): 45–51. <https://doi.org/10.35694/YARCX.2021.56.4.008>
28. Папуша Н.В., Бермагамбетова Н.Н., Кубекова Б.Ж., Смаилова М.Н., Косилов В.И. Оптимизация рационов молочных коров по сырому протеину. *Аграрная наука*. 2023; (11): 46–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-46-53>
29. Носырева Ю.Н., Карелина Л.Н., Токарева В.Ф. Способы повышения питательной ценности рационов и качества кормов для лактирующих коров. *Новые аграрные технологии — основной фактор повышения эффективности производства. Материалы научно-практической конференции*. Иркутск: Иркутск государственный аграрный университет. 2016; 54–58. <https://www.elibrary.ru/qwkpfy>
30. Кашаева А.Р., Ахметзянова Ф.К. Влияние типа кормления на белковый состав и сыропригодность молока коров в период завершения лактации. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2014; 217: 112–117. <https://www.elibrary.ru/samjhx>
31. Часовщикова М.А., Губанов М.В. Показатели состава молока как индикатор качества кормления молочного стада коров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2023; (4): 292–298. <https://www.elibrary.ru/qvlpko>
32. Волгин В.И., Романенко Л.В., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л., Корочкина Е.А. Полноценное кормление молочного скота — основа реализации генетического потенциала продуктивности. Монография. М.: Российская академия наук. 2016; 260. ISBN 978-5-906906-85-4 <https://www.elibrary.ru/xvjnql>
33. Эфендиев Б.Ш., Улимбашев М.Б. Проблемы полноценного кормления молочного скота в летне-пастбищный период. *Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства*. 2016; 5(1): 142–147. <https://www.elibrary.ru/vwlqpf>
34. Щеглов А.М. Высокобелковые корма в рационах лактирующих коров. *Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества. Материалы XXXVI научно-практической конференции студентов и аспирантов*. Брянск: Брянский государственный аграрный университет. 2021; 190–194. <https://www.elibrary.ru/mzoptq>
35. Leduc A. *et al.* Milk proteins as a feed restriction signature indicating the metabolic adaptation of dairy cows. *Scientific Reports*. 2022; 12: 18886. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-1804-1>
36. Харитонов Е.Л., Панишкин Д.Е., Макаров З.Н. Биосинтез компонентов молока при варьировании уровня легкодоступных углеводов в рационах коров. *Нива Поволжья*. 2019; (1): 79–86. <https://www.elibrary.ru/ybtsfw>
37. Alotman M. *et al.* The “Grass-Fed” Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods*. 2019; 8(8): 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>
38. Laroche J.-P. *et al.* Milk production and efficiency of utilization of nitrogen, metabolizable protein, and amino acids are affected by protein and energy supplies in dairy cows fed alfalfa-based diets. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(1): 329–346. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20923>
39. Прошкина Т.Г., Белов А.Н., Одегов Н.И., Шалимова Е.В. Влияние сезонных особенностей состава молока на сыропригодность. *Сырделие и маслоделие*. 2010; (3): 28–31. <https://www.elibrary.ru/mjbjcb>
40. O'Neill B.F. *et al.* Predicting grass dry matter intake, milk yield and milk fat and protein yield of spring calving grazing dairy cows during the grazing season. *Animal*. 2013; 7(8): 1379–1389. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000438>
41. Bernabucci U. *et al.* Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2015; 98(3): 1815–1827. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8788>
42. Остроумов Л.А., Шахматов Р.А., Курбанова М.Г. Исследование сезонных изменений фракционного состава белков молока. *Техника и технология пищевых производств*. 2011; (1): 36а–41. <https://www.elibrary.ru/ndtdav>
43. Сафонов Е.А. Влияние сезона года на фракционный состав белков цельного молока. *Идеи молодых ученых — агропромышленному комплексу. Материалы студенческой научной конференции Института ветеринарной медицины*. Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет. 2019; 302–307. <https://www.elibrary.ru/hfwvaj>
44. Ларионов Г.А., Егорова К.Д. Химический состав молока коров в осенне-зимний период. *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2021; (3): 274–279. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202103006>
45. Шишкина Т.В. Влияние сезона отела на продуктивность коров. *Сурский вестник*. 2020; (4): 54–58. <https://www.elibrary.ru/epdbxy>
25. Wang X. *et al.* Characteristics of ruminal microbiota and metabolome in Holstein cows differing in milk protein concentrations. *Journal of Animal Science*. 2022; 100(11): skac253. <https://doi.org/10.1093/jas/skac253>
26. Dubova E.A., Builova L.A., Ostretsova N.G., Gulyaev E.G., Inihova O.V. About “true” protein and urea levels in milk. *Dairy industry*. 2017; (4): 48–49 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yhxahn>
27. Stepanova M.V., Yarlykov N.G., Lapina E.M. Influence of feeding cows on the quality and chemical composition of milk. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*. 2021; (4): 45–51 (in Russian). <https://doi.org/10.35694/YARCX.2021.56.4.008>
28. Papusha N.V., Bermagambetova N.N., Kubekova B.Zh., Smailova M.N., Kosilov V.I. Optimization of dairy cows diets for crude protein. *Agrarian science*. 2023; (11): 46–53 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-46-53>
29. Nosyeva Yu.N., Karelina L.N., Tokareva V.F. Methods of nutritional value increase nutrition and as feed for lactating cows. *New agricultural technologies are the main factor in increasing production efficiency. Proceedings of the scientific and practical conference*. Irkutsk: Irkutsk State University of Agriculture. 2016; 54–58 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qwkpfy>
30. Kashaeva A.R., Akhmetzyanova F.K. The effect of the type of feeding on the protein composition and cheese suitability of cow’s milk during lactation completion. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2014; 217: 112–117 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/samjhx>
31. Chasovshchikova M.A., Gubanov M.V. Indicators of milk composition as an indicator of the quality of feeding of a dairy herd of cows. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023; (4): 292–298 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qvlpko>
32. Volgin V.I., Romanenko L.V., Prokhorenko P.N., Fedorova Z.L., Korochkina E.A. Full feeding dairy cattle is the basis of realization of the genetic productivity potential. Monograph. Moscow: Russian Academy of Sciences. 2016; 260 (in Russian). ISBN 978-5-906906-85-4 <https://www.elibrary.ru/xvjnql>
33. Efendiev B.Sh., Ulimbashov M.B. Problems of full nutrition of dairy cattle during summer-pasturing period. *Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva*. 2016; 5(1): 142–147 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vwlqpf>
34. Shcheglov A.M. High-protein feeds in the diets of lactating cows. *Scientific problems of livestock production and improving its quality. Materials of the XXXVI scientific and practical conference of students and graduate students*. Bryansk: Bryansk State Agrarian University. 2021; 190–194 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mzoptq>
35. Leduc A. *et al.* Milk proteins as a feed restriction signature indicating the metabolic adaptation of dairy cows. *Scientific Reports*. 2022; 12: 18886. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-1804-1>
36. Kharitonov E.L., Panyushkin D.E., Makar Z.N. Biosynthesis of milk components when varying the level of readily available carbohydrates in cows diets. *Volga Region Farmland*. 2019; (1): 48–53. <https://doi.org/10.26177/VRF.2019.1.1.010>
37. Alotman M. *et al.* The “Grass-Fed” Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods*. 2019; 8(8): 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>
38. Laroche J.-P. *et al.* Milk production and efficiency of utilization of nitrogen, metabolizable protein, and amino acids are affected by protein and energy supplies in dairy cows fed alfalfa-based diets. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(1): 329–346. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20923>
39. Proshkina T.G., Belov A.N., Odegov N.I., Shalimova E.V. The influence of seasonal characteristics of milk composition on cheese suitability. *Cheesemaking and buttermaking*. 2010; (3): 28–31 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mjbjcb>
40. O'Neill B.F. *et al.* Predicting grass dry matter intake, milk yield and milk fat and protein yield of spring calving grazing dairy cows during the grazing season. *Animal*. 2013; 7(8): 1379–1389. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000438>
41. Bernabucci U. *et al.* Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2015; 98(3): 1815–1827. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8788>
42. Ostroumov L.A., Shakhmatov R.A., Kurbanova M.G. Investigation of seasonal changes in fractional composition of milk proteins. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2011; (1): 36a–41 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ndtdav>
43. Safonov E.A. The influence of the season on the fractional composition of whole milk proteins. *Ideas of young scientists for the agro-industrial complex. Proceedings of the student scientific conference of the Institute of Veterinary Medicine*. Troitsk: South Ural State Agrarian University. 2019; 302–307 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/hfwvaj>
44. Lariyonov G.A., Egorova K.D. Chemical composition of cow’s milk in autumn and winter period. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. 2021; (3): 274–279 (in Russian). <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202103006>
45. Shishkina T.V. Impact of calving season on cow productivity. *Surskiy vestnik*. 2020; (4): 54–58 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/epdbxy>

46. Кудрявцева Е.Н., Толстова Д.А. Изменение состава и свойств молока коров за счет регулирования уровня жира в их рационах. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. 2018; 20: 181–184. <https://www.elibrary.ru/pgxnvw>

47. Зайцев С.Ю., Колесник Н.С., Боголюбова Н.В. Особенности аминокислотного состава молока коров в зависимости от времени года. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2023; 255: 160–168. <https://www.elibrary.ru/kcsdle>

48. Марьясов А.Н., Казанцева Е.С. Влияние технологии доения на качественный состав молока. *Молодежь и наука*. 2019; (1): 22. <https://www.elibrary.ru/vxigsu>

49. Симонов Г.А., Никифоров В.Е., Сереброва И.С., Иванова Д.А., Филиппова О.Б. Влияние роботизированного доения на качество молока. *Наука в Центральной России*. 2020; (2): 117–124. <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2020-2-117-124>

50. Мазоло Н.В., Гуйван В.В. Влияние условий содержания коров на их продуктивность и качество молока. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2021; 57(1): 94–98. <https://www.elibrary.ru/bzbxdx>

46. Kudryavtseva E.N., Tolstova D.A. Changing the composition and properties of cows' milk by regulating the level of fat in their diets. *Aktual'nyye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktii selskogo khozyaystva*. 2018; 20: 181–184 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pgxnvw>

47. Zaitsev S.Yu., Kolesnik N.S., Bogolyubova N.V. Features of the amino acid composition of cow's milk depending on the season. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2023; 255: 160–168 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kcsdle>

48. Maryasov A.N., Kazantseva E.S. Influence of milking technology on the qualitative composition of milk. *Youth and science*. 2019; (1): 22 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vxigsu>

49. Simonov G.A., Nikiforov V.E., Serebrova I.S., Ivanova D.A., Filippova O.B. Influence of robotized milking on quality of cow milk. *Science in the Central Russia*. 2020; (2): 117–124 (in Russian). <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2020-2-117-124>

50. Mazolo N.V., Guivan V.V. The influence of the conditions of keeping cows on their productivity and milk quality. *Scientific notes of the educational institution «Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine»*. 2021; 57(1): 94–98 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/bzbxdx>

ОБ АВТОРАХ

Екатерина Владиславовна Серба

младший научный сотрудник
e_serba@vnimi.org
<https://orcid.org/0009-0004-4411-527X>

Елена Анатольевна Юрова

кандидат технических наук, заведующая лабораторией
технохимического контроля
e_yurova@vnimi.org
<https://orcid.org/0000-0003-3369-5673>

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности (ВНИМИ),
ул. Люсиновская, 35, корп. 7, Москва, 115093, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina Vladislavovna Serba

Junior Research Assistant
e_serba@vnimi.org
<https://orcid.org/0009-0004-4411-527X>

Elena Anatolyevna Yurova

Candidate of Technical Sciences, Head
of the Laboratory of Technochemical Control
e_yurova@vnimi.org
<https://orcid.org/0000-0003-3369-5673>

All-Russian Scientific Research Institute of Dairy Industry (VNIMI),
35 Lyusinovskaya Str., 7 building, Moscow, 115093, Russia



Подпишитесь на Telegram канал ИД «Аграрная наука»



Ежедневно вы будете получать свежие новости АПК и сельского хозяйства, анонсы отраслевых событий, знакомиться с результатами научных исследований, репортажами и интервью.



Оформите подписку на информационные e-mail рассылки



Дважды в неделю на ваш e-mail ящик будут приходить уведомления о топовых событиях АПК, аналитика, прогнозы, приглашения на выставки и конференции.

Через наши рассылки вы можете познакомиться со своими товарами и услугами потенциальных клиентов.

Связаться с редакцией:
Тел. +7 (495) 777 67 67
(доб. 1453)
agrovetpress@inbox.ru