

УДК 619:616-07:616.4

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-3-244-255

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МОЛОКА (ОБЗОР)

С. Ю. Смоленцев¹, И. С. Иванов², Е. В. Хардина²

¹ Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

² Удмуртский государственный аграрный университет, г. Ижевск, Российская Федерация

Аннотация. Введение. На фоне растущего спроса на натуральные и экологически чистые продукты, производители вынуждены адаптировать свои технологии и процессы. Качество молока определяется множеством факторов: условиями содержания животных, их рационом, состоянием здоровья, а также соблюдением санитарных норм при сборе и переработке молока. Все эти аспекты напрямую влияют на конечный продукт, который попадает на прилавки магазинов и в холодильники потребителей.

Материалы и методы. В качестве методологической основы для настоящей работы рассматриваются работы, опубликованные как российскими, так и зарубежными профильными специалистами. Среди научных методов, на которые мы опирались в рамках осуществления работы, выделяются общенаучные, в частности, синтез, анализ, сопоставление, а также обобщение. Если говорить о специальных научных методах, примененных в рамках проведения работы, то это, прежде всего статистический, экономический, абстрактно-логический. **Результаты и обсуждение.** Требования к безопасности молочной продукции включают в себя строгий контроль и сертификацию на каждом этапе производства, начиная от фермы и заканчивая упаковкой конечного продукта. Современные технологии позволяют проводить детальные анализы, выявляя даже малейшие отклонения от установленных норм. Внедрение инноваций способствует повышению эффективности работы, снижению затрат и, что самое главное, улучшению качества продукции, что отвечает ожиданиям современных потребителей. Кроме того, одним из ключевых аспектов, влияющих на качество и безопасность молочных продуктов, является соблюдение экологических стандартов. С каждым годом растет осознание необходимости защиты окружающей среды, что приводит к изменениям в производственных процессах. Производители стремятся минимизировать негативное воздействие на природу, внедряют безотходные технологии и развивают программы переработки отходов. **Заключение.** Соблюдение технологии производства, требований к первичной обработке и транспортировке молока позволяет получать сырье высокого качества. Обеспечение условий для увеличения производства качественного молока-сырья и насыщение потребительского рынка страны конкурентоспособной молочной продукцией собственного производства способствует решению продовольственной безопасности и улучшению питания населения России.

Ключевые слова: безопасность, качество, молочная продуктивность, технический регламент, НАССР, техническая оснащенность, первичная обработка молока, бактериальная обсемененность, соматические клетки, эффективность производства, конкурентоспособность

Благодарность. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-26-00080).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Смоленцев С. Ю., Иванов И. С., Хардина Е. В. Основные направления повышения качества молока (обзор) // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 3. С. 244–255. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-3-244-255>

THE MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE QUALITY OF MILK (REVIEW)

S. Yu. Smolentsev¹, I. S. Ivanov², E. V. Hardin²

¹ Mari state University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

² Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Russian Federation

Annotation. Introduction. Against the background of the growing demand for natural and environmentally friendly products, manufacturers are forced to adapt their technologies and processes. The quality of milk is

determined by many factors: the conditions of keeping animals, their diet, health status, as well as compliance with sanitary standards during milk collection and processing. All these aspects directly affect the final product, which ends up on store shelves and in consumers' refrigerators. **Materials and methods.** As a methodological basis for this work, the works published by both Russian and foreign specialized specialists are considered. Among the scientific methods that we relied on in the framework of our work, general scientific ones are distinguished, in particular, synthesis, analysis, comparison, as well as generalization. If we talk about special scientific methods used in the framework of the work, then this is primarily statistical, economic, abstract-logical. **Results and discussion.** The safety requirements for dairy products include strict control and certification at every stage of production, from the farm to the packaging of the final product. Modern technologies allow for detailed analyses, revealing even the slightest deviations from established norms. The introduction of innovations helps to increase work efficiency, reduce costs and, most importantly, improve product quality, which meets the expectations of modern consumers. In addition, one of the key aspects affecting the quality and safety of dairy products is compliance with environmental standards. Awareness of the need to protect the environment is growing every year, which leads to changes in production processes. Manufacturers strive to minimize the negative impact on nature, introduce waste-free technologies and develop waste recycling programs. **Conclusion.** Compliance with the production technology, requirements for the primary processing and transportation of milk allows you to obtain high-quality raw materials. Providing conditions for increasing the production of high-quality raw milk and saturating the country's consumer market with competitive dairy products of its own production contributes to solving food security and improving the nutrition of the Russian population.

Keywords: safety, quality, milk productivity, technical regulations, HACCP, technical equipment, primary milk processing, bacterial contamination, somatic cells, production efficiency, competitiveness

Acknowledgements. The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project No. 24-26-00080).

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Smolentsev S. Yu., Ivanov I. S., Hardin E. V. The main directions of improving the quality of milk (review). *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 244–255. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-3-244-255>

Введение

Каждое предприятие, которое функционирует в такой специфической сфере, как молочное скотоводство, должно успешно справляться с навязываемой ему конкуренцией иными организациями, занимающимися выпуском точно такой же продукции. И для того чтобы иметь возможность выдерживать такую конкурентную борьбу, компания должна на постоянной основе поставлять на потребительский рынок высококачественную молочную продукцию, демонстрирующую соответствие всем без исключения обязательным требованиям, задаваемым для нее. А для этого предприятию, которое обладает специализацией в области выпуска продукции из молочного сырья, необходимо предпринимать соответствующие меры, направленные в том числе и на избавление от потерь, появляющихся на разнообразных стадиях производственного процесса [1; 2; 3].

В июне 2008 года в Российской Федерации вступил в действие технический регламент, который включает в свой состав обязательные требования, задаваемые по отношению к безопасности продукции, производимой из молочного сырья. Впоследствии данный Технический регламент неоднократно подвергался пересмотру. В сегодняшней своей версии данный документ распространяет действие не только на территорию Российской Федерации, но также и на территорию остальных государств, имеющих статус членов таможенного союза. Стоит отметить, что из-за его принятия те компании, которые специализируются на выпуске продукции с использованием молочного сырья, оказались вынужденными искать принципиально новые способы обеспечения ее безопасности, поскольку государство стало значительно более интенсивно заниматься контролем [4; 5].

То молоко, которое поступает на потребительский рынок для его реализации в цельном виде, а также молоко, которое идет на переработку, должно соответствовать определенным требованиям. Иными словами, у него должна присутствовать определенная энергетическая ценность, определенная биологическая ценность, тогда как молоко – это сырье для производства иных видов продукции, принципиально важны его технологические, а также физико-химические характеристики. Если по каким-либо причинам молоко, которое представляет собой сырье для выпуска иных видов пищевых продуктов, не удовлетворяет обязательным требованиям, предъявляемым по отношению к его качеству, организация-производитель рискует столкнуться с существенными потерями. Их компенсация потребует привлечения дополнительных ресурсов, что, в свою очередь, отрицательно скажется не только на финансовом состоянии предприятия, но также и на его репутации на рынке. Соответственно, та обработка молочной продукции, которая осуществляется сегодня, ведется в первую очередь для того, чтобы обеспечивалось соответствие конечной продукции самым высоким требованиям. Те качественные характеристики, которые имеются у молока изначально, не могут быть как-либо изменены тогда, когда ведется его обработка, что также является немаловажным [6; 7; 8].

Сфера производства молочной продукции, как ранее уже было отмечено, является активно регулируемой государством. Так, оно распространяет свое регулирование на цены, имеющиеся как у молока, так и у продуктов, произведенных из него. Стоит также отметить, что и сугубо рыночные факторы также сказываются на той цене, по которой молоко (а также виды продукции, производимые из него) реализуются в условиях потребительского рынка. Так, та продукция, которая является более качественной, станет отпускаться ее производителем в торговые сети по более высокой цене, чем продукция, имеющая худший уровень качества [9].

Материалы и методы

В качестве методологической основы для настоящей работы рассматриваются труды, опубликованные как российскими, так и зарубежными профильными специалистами. Среди научных

методов, на которые мы опирались в рамках осуществления работы, выделяются общенаучные, в частности, синтез, анализ, сопоставление, а также обобщение. Если говорить о специальных научных методах, примененных в рамках проведения работы, то это прежде всего статистический, экономический, абстрактно-логический.

Результаты и обсуждение

Сфера производства молока, а также продукции из него является одной из приоритетных для Российской Федерации сегодня. Были разработаны, а также внедрены соответствующие законодательные поправки, которые призваны улучшить ситуацию, складывающуюся в данной сфере. Благодаря данным законодательным изменениям, а также принципиальному изменению подходов, используемых контролирующими органами в процессе их работы с предприятиями, выпускающими молоко, удалось добиться не только роста среднего уровня качества молочной продукции, но и, что не менее важно, его нормализации [10; 11].

Проблемы, которые имеются сегодня в сфере производства молочной продукции (и из-за существования, которых не удастся добиваться того, чтобы его характеристики имели стабильно высокий уровень), являются многочисленными и разнообразными. Соответственно, для их устранения необходимо внедрять и применять комплексный метод. Он предполагает, во-первых, принятие во внимание факторов, относящихся к категории наследственных, во-вторых, осуществление постоянного контроля за тем, насколько здоровы животные, используемые для производства молока, в-третьих, внедрение как можно большего количества инновационных технических решений и приемов, приводящих к росту уровня эффективности доения коров, последующей перевозки молока и его обработки [12; 13]. Представляется, что дальнейшее изменение ситуации, складывающейся в сфере молочной обработки на территории Российской Федерации, станет определяться в первую очередь тем, насколько быстро в Российской Федерации станет внедряться инновационная система менеджмента качества молока, молочной продукции [14].

Для тех предприятий, которые имеют специализацию в области выпуска молочной продукции, один из самых эффективных подходов к

организации производственного процесса предполагает применение системы НАССР. Суть данной системы заключается в постоянном анализе рисков, а также в выстраивании совокупности контрольных точек, применяемых с целью отслеживания уровня качества заготовок, сырья, готовой продукции. Система НАССР основывается на правилах логики и предполагает, что после окончания набора тех или иных производственных операций их результат должен подвергаться контролю (причем вести данный контроль необходимо так, чтобы по его результатам выявлялись факторы, способствующие ухудшению уровня качества результата). Кроме того, система НАССР предполагает также и такое выстраивание менеджмента производственных процессов, благодаря которому подобного рода факторы будут максимально, насколько это возможно, исключены из производственной деятельности предприятия. Благодаря всем тем преимуществам, которые для нее характерны, система НАССР имеет очень высокий уровень популярности в ведущих странах мира. В Российской Федерации также происходит ее активное распространение, поскольку очень многие предприятия считают, что именно она является инструментом, который предоставляет возможность избавиться от актуальных производственных проблем, добиться того, чтобы качество продукции было выведено на принципиально новый уровень [15; 16].

Каждая стадия технологического процесса выпуска молочной продукции, а также производства непосредственно молока оказывает влияние на конечный уровень качества продукции. А это означает, в частности, то, что система НАССР должна предполагать расстановку контрольных точек после окончания каждой из данных стадий.

Сегодня в Российской Федерации существует сразу несколько ведомств, которые занимаются контролирующей деятельностью в области производства молока, а также молочной продукции. Это, например, министерство сельского хозяйства, а также министерство здравоохранения. Стоит отметить, что межведомственное взаимодействие между перечисленными министерствами организовано на недостаточно эффективном уровне, из-за чего продолжают появляться различного рода проблемы. С целью обеспечения их устранения, как нам представляется, необходимо

сформировать специальный межведомственный совет, в чьей работе станут принимать участие представители как от министерства здравоохранения, так и от министерства сельского хозяйства. Организация работы именно в таком формате позволит выработать новые подходы в осуществлении мониторинговой, а также контролирующей деятельности, реализуемой в отношении предприятий, специализирующихся на выпуске молока, молочной продукции. Кроме того, применение данного формата, как мы считаем, будет способствовать выработке также и новой системы наказаний, подлежащих применению в отношении тех предприятий, в чьей работе выявляются нарушения предъявляемых по отношению к ним требований, носящих обязательный характер (поскольку число данных нарушений в современных условиях продолжает быть большим, несмотря на все те меры, которые принимаются и реализуются для его сокращения) [17].

Компании, которые ведут деятельность, связанную с переработкой молока, не во всех случаях производят его самостоятельно. Они могут приобретать его у иных организаций, занимающихся поставками молока на потребительский рынок. Важно, чтобы приобретаемое молоко отвечало всем тем требованиям, которые находятся в соответствующем техническом регламенте, а также в иных законодательных актах. В таблице 1 нами показаны требования, которые предъявляются по отношению к молоку (в зависимости от того, для каких целей оно применяется). Когда осуществляются проверочные мероприятия в отношении молока, для их проведения предоставляются, во-первых, документы, оформленные по итогам производства и контроля, во-вторых, предоставляются партии молока [18]. В таблице 2 нами представлены данные, которые описывают методы, применяемые с целью осуществления контроля качества молочной продукции, а также характеризуют периодичность инициирования такого контроля.

Молочное животноводство России значительно отстало от мирового прогресса и в дальнейшем не может быть конкурентоспособным из-за больших потерь в связи с отсталостью производства [19]. Основные потери сельхозпроизводителей молока можно объединить в три основные группы: биологические, технологические и технические (рис.).

Таблица 1 / Table 1

Требования к качеству молока-сырья / Requirements for the quality of raw milk

Показатель / Indicator	Высший сорт / Top grade	Первый сорт / First grade	Второй сорт / Second grade	Несортовое молоко / Ungraded milk
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев. Замораживание не допускается			Наличие хлопьев белка
Запах и вкус	Чистые, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему молоку			Выраженные кормовые привкус и запах
			В зимне-весенний период допускаются слабо выраженные кормовые привкус и запах	
Цвет	От белого до светло-кремового			Кремовый, от светло-серого до серого
Кислотность, °Т	16–18	16–18	16–20,99	Менее 15,99; более 21
Группа чистоты, не ниже	I	I	II	III
Плотность, кг/м ³ , не менее	1028	1027	1027	Менее 1026,9
Температура замерзания*, °С	Не выше -0,52	Не выше -0,52	Не выше -0,52	-
КМАФАнМ, КОЕ/см ³	1·10 ⁵	5·10 ⁵	4·10 ⁶	-
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, в 2 г продукта	Не допускаются			-
Соматические клетки в 1 см ³ , не более	4·10 ⁵	1·10 ⁶	1·10 ⁶	-

Таблица 2 / Table 2

Периодичность контроля качества молока / Frequency of milk quality control

Контролируемый показатель / Controlled indicator	Периодичность контроля / Frequency of control
Органолептические показатели	Ежедн. в кажд. партии
Температура, °С	Ежедн. в кажд. партии
Титруемая кислотность, °Т	Ежедн. в кажд. партии
Массовая доля жира, %	Ежедн. в кажд. партии
Массовая доля белка, %	Ежедн. в кажд. партии
Плотность, кг/м ³	Ежедн. в кажд. партии
Степень чистоты по эталону, группа	Ежедн. в кажд. партии
Бактериальная обсемененность, класс	Не реже 1 раза в 10 дн.
Температура замерзания, °С	Ежедн. в кажд. партии
Фосфатаза	При подозрении на тепловую обработку
Термоустойчивость	Ежедн. в кажд. партии
Соматические клетки, тыс/см ³	Не реже 1 раза в 10 дн.
Нейтрализующие и ингибирующие вещества	Не реже 1 раза в 10 дн.



Рис. Примерные потери отрасли молочного скотоводства / Fig. Approximate losses of the dairy cattle industry

Потери, которые появляются у предприятия, что специализируется на выпуске молочной продукции, могут появляться из-за воздействия, оказываемого самыми разнообразными факторами. Самыми важными среди них являются такие, которые относятся к числу технологических, а также биологических. Если производитель хочет избавиться от потерь такого рода, ему требуется инициировать, а также осуществлять соответствующие мероприятия, ориентированные в первую очередь на совершенствование качества эксплуатируемой им производственной инфраструктуры.

Молоко, которое передается для его последующей обработки, а также поставляется на потребительский рынок в качестве самостоятельного товара, может быть получено от коровы. Сегодня известно очень большое количество разнообразных пород коров, представители которых существенно отличаются друг от друга с точки зрения имеющейся у них молочной продуктивности, а также с точки зрения тех характеристик, что присущи их молоку. Свойства того молока, что может быть получено от коровы, представляющей ту или иную породу, зависит прежде всего от ее генетических особенностей. При этом коровы, которые относятся к одной и той же породе, однако содержатся на разных предприятиях по выпуску молочной продукции, способны давать молоко с отличающимися характеристиками. Это дает нам основания для того, чтобы заявить: специфика содержания молочного скота также способна сказываться на качественных характеристиках молока [20; 11].

В каждом конкретном случае тому предприятию, которое специализируется на выпуске мо-

лока, требуется принимать индивидуальное решение по вопросу о том, коровы каких именно пород станут им закупаться и эксплуатироваться. При этом требуется принимать во внимание самые разнообразные факторы, прежде всего это такие, как климатические условия, а также требования, задаваемые по отношению к готовой продукции.

Здоровье коровы, которая используется для производства молока, способно значительно сказываться на качестве готовой продукции. Лишь та корова, у которой не имеется каких-либо проблем со здоровьем, способна реализовать имеющийся у нее генетический потенциал, обеспечивая выработку большого количества качественного молока. Мастит, который появляется у большого количества коров, используемых с целью производства молока – это фактор, который способен значительно ухудшить качество готовой молочной продукции. Чтобы минимизировать вероятность возникновения мастита у молочного скота, следует на регулярной основе проводить соответствующее лечение, предполагающее в том числе и применение антибиотиками. Кроме того, мастит у молочного скота эффективно поддается профилактике, на проведение которой, соответственно, также необходимо выделять соответствующий объем ресурсов [22]. Если у какой-либо коровы по результатам проведения проверочных мероприятий был найден мастит, то ее следует сразу же поместить в специальную группу, чьи участники проходят через процедуру доения после всех остальных. Сырое молоко, которое оказывается полученным от коров, имеющих мастит, не может быть употреблено в пищу, а также не может быть передано в ее производство для последующей

обработки. Стоит отметить, что данное ограничение продолжает оставаться актуальным в том числе и в течение недели после того, как мастит, ранее появившийся у коровы, исчез [23].

Фактор кормления, как и фактор здоровья, способен значительно сказываться на итоговых характеристиках качества молока. Как показывает практика функционирования среднестатистического современного предприятия по выпуску молочной продукции, около половины от всех его совокупных затрат приходится именно на приобретение кормов, предоставляемых коровам для организации их питания. При этом экономия на тех кормах, которые приобретаются для кормления коров, сразу же приводит и к падению уровня качества производимого ими молока.

Различного рода погрешности, а также ошибки, которые могут быть допущены в процессе кормления молочного скота – это причина появления у коров проблем с функционированием системы пищеварения. Чтобы свести вероятность появления подобного рода проблем к минимуму, необходимо отказаться от наличия в рационе молочного скота тех кормов, что имеют в своем составе гликозиды, эфирные масла, а также алкалоиды, поскольку их употребление является очень вредным для коровы.

Когда предприятие, занимающееся выпуском молока, начинает иметь интерес в обеспечении уровня его качества, оно может, например, пересмотреть номенклатуру комбикормов, используемых для работы с коровами. Кроме того, можно также произвести пересмотр тех технологий и тех решений, которые используются для обеспечения хранения ранее приобретенных кормов, подготовленных для их последующей передачи молочному скоту [24].

Условия, которые созданы для содержания молочного скота, как ранее мы уже говорили, также сказываются на качественных характеристиках готовой молочной продукции. Чем лучше данные условия, тем более качественное молоко может быть получено от коровы.

Доение на большинстве современных молочных предприятий ведется в автоматическом режиме (то есть с использованием соответствующего оборудования). Во многом именно от того, насколько точно оно настроено, зависит уровень эффективности в доении. Таким образом, доильное оборудование необходимо в соответствии с утвержденной его производителем периодично-

стью обслуживать, а также осуществлять его осмотр на предмет выявления тех или иных скрытых дефектов. Кроме того, то предприятие, которое занимается выпуском молочной продукции, должно на постоянной основе заниматься мониторингом рынка (на предмет выявления на нем новых, все более совершенных образцов оборудования для доения). При их нахождении целесообразно производить изучение того, будет ли являться их приобретение эффективным решением для предприятия [25].

Уже сегодня доение молочного скота может быть осуществлено полностью автоматически, однако для этого предприятием-изготовителем молока должно быть приобретено и внедрено в эксплуатацию соответствующее оборудование. Сегодня данное оборудование уже внедрено на отдельных предприятиях по выпуску молочной продукции, которые преимущественно сконцентрированы в европейской части России. Практика его применения показывает, что функционирование данного оборудования может быть выстроено в точном соответствии с физиологическими особенностями молочного скота (а значит, то доение, которое проводится с его помощью, имеет очень высокий уровень эффективности, отличающейся на пятнадцать-двадцать процентов в большую сторону в сравнении со всеми применявшимися ранее технологиями организации доения).

Условия, которые созданы для того, чтобы содержался молочный скот, качество обработки вымени в процессе доения, а также характеристики, имеющиеся у оборудования, применяемого в процессе доения – каждый из перечисленных выше факторов способен тем или иным образом воздействовать на бактериальную обсемененность молока. При наличии 2,3 тыс. микробов на 1 мл и при температуре 15 градусов Цельсия, через сутки их количество возрастает до 1 млн. Однако если охладить молоко до 4 градусов Цельсия, то через 2 суток будет содержаться всего несколько десятков тысяч бактерий, а через 2,5 суток – несколько сотен тысяч. Если молоко охлаждается до 15 градусов, уже через сутки количество бактерий достигает сотен. Тем не менее при температуре 4 градуса количество бактерий возрастает до 1 млн. Первичная обработка сырого молока, полученного от коров на фермах, включает очистку от механических примесей, охлаждение, хранение и, при условии, пастеризацию. Главная цель этой обработки состоит

в сохранении полезных свойств молока до его реализации на молочных предприятиях [26].

В настоящий момент процесс очистки сырого молока на ферме от механических загрязнений осуществляется путем применения различных методов фильтрации с использованием специальных фильтрующих материалов и фильтрационных аппаратов, таких как трубчатые, дисковые и цилиндрические фильтры. Дополнительно используется центробежная сила, которая помогает в очищении молока при помощи молокоочистителей сразу после доения при оптимальной температуре молока в пределах 30–35 градусов Цельсия (но не менее 25 градусов). Однако применяемые методы фильтрации на молочных фермах не всегда обеспечивают достаточную эффективность и требуют большого количества трудозатрат. Для достижения максимально качественной и эффективной очистки молока наиболее рекомендуется использование центробежных методов с применением сепараторов-молокоочистителей и бактофуг. С помощью таких устройств молоко очищается не только от механических примесей, но и от слизи, сгустков молока, эпителия и микроорганизмов. Следует также отметить, что хранение неохлажденного молока может привести к потере его бактерицидных свойств, увеличению количества микрофлоры и снижению общего качества продукта. Однако если парное молоко сразу после доения и очистки охладить до температуры ниже 4 градусов Цельсия, то оно не только сохранит свои питательные свойства, но и сможет храниться значительно дольше в течение трех суток. Таким образом, рентабельность молочной фермы напрямую зависит от качества и эффективности холодильного оборудования [27].

Принимается хранение необработанного молока на предприятии при температуре от +4 до +2 °С градусов в течение не более 24 часов, включая время перевозки. Для транспортировки молока требуются дороги с твердым покрытием и хороший подъезд к месту погрузки и разгрузки. Транспортировка молока осуществляется с использованием специализированных молоково-

зов, оборудованных термоизоляцией, что позволяет практически не изменять температуру молока внутри них. Все процессы наполнения и разгрузки автоцистерн автоматизированы [28].

Качество молока и молочных продуктов, в частности его бактериологические показатели, в значительной степени зависит от санитарного состояния молочного оборудования и инвентаря. После окончания процесса дойки молочное оборудование должно быть тщательно вымыто и дезинфицировано. Важным условием эффективности процесса мойки и дезинфекции является полное удаление органических и неорганических загрязнений, а также остатков моющих и дезинфицирующих средств с поверхности обрабатываемого оборудования. Чтобы сохранить естественные качества и полезные свойства молока, а также избежать дефектов, необходимо соблюдать санитарно-гигиенические условия производства, первичной обработки и транспортировки молока к перерабатывающим предприятиям. Производство высококачественного молока позволяет сельхозпроизводителям устанавливать более высокие розничные цены, конкурировать на сегментах рынка с повышенной покупательной способностью, обеспечивать производство молочной продукции с более длительными сроками хранения, а также производить больше молочных продуктов на перерабатывающих предприятиях из одной тонны необработанного молока [29; 30].

Заключение

Важность повышения продуктивности коров и качества производимого молока не может быть переоценена. Это требует комплексного подхода, включая техническое оснащение и правильное соблюдение технологии производства молока. Производство высококачественного молока играет важную роль в развитии молочного скотоводства, обеспечивая его эффективность и конкурентоспособность. Следовательно, необходимо стремиться к постоянному улучшению состава и свойств производимого молока, чтобы продолжать развивать отрасль.

1. Бобоев Н. А., Сыроватский М. В. Молочная продуктивность коров-первотелок при скармливании микроводорослей // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, товароведения и экспертизы сырья и продуктов животного и растительного происхождения, зоотехнии и биотехнологии: материалы X научно-практической конференции в рамках XII Всероссийского фестиваля науки: сб. научных трудов студентов и молодых ученых. 2022. С. 158–160. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49927111> (дата обращения: 20.05.2023).

2. Богданова А. А., Флёрова Е. А. Влияние добавки хлореллы на физиолого-биохимические и продуктивные показатели у лактирующих коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2016. № 1. С. 84–95. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25615724> (дата обращения: 19.05.2023).

3. Гадиев Р. Р., Галина Ч. Р., Мажитов С. Р. Продуктивные и воспроизводительные качества гусей при использовании хлореллы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 150–153. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828391> (дата обращения: 18.05.2023).
4. Мельников С., Мананкина Е. Использование хлореллы в кормлении сельскохозяйственных животных // Наука и инновации. 2010. № 8 (90). С. 40–43. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28994821> (дата обращения: 13.05.2023)
5. Быков Д. В., Васильев А. А., Курилова Н. М. Влияние скармливания микроводорослей на молочную продуктивность коров // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: сб. трудов научно-практической конференции. 2022. С. 442–443. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49773517> (дата обращения: 10.05.2023).
6. Галушина П. С. Применение нетрадиционных кормов в рационах сельскохозяйственных птиц // Аграрная наука и производство: реализация инновационных технологий агропромышленного комплекса : сб. статей, подготовленный в рамках всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург : Уральский государственный аграрный университет. 2022. С. 33–38. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50227063> (дата обращения: 13.05.2023).
7. Гафаров Ш. С., Шацких Е. В., Бояринцева Г. Г. Использование хлореллы в кормлении поросят // Аграрный вестник Урала. 2010. № 11-2 (78). С. 16–17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18860806> (дата обращения: 10.05.2023).
8. Эффективность кормовой добавки «Альгавет» и ее роль в инновационном развитии свиноводства / В. А. Лукьянов, М. М. Наумов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 2. С. 48–51. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29008717> (дата обращения: 05.05.2023).
9. Маргоева М. В. Применение водной растительности в кормлении птицы // Молодежь и наука. 2021. № 9. Ст. 39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47941692> (дата обращения: 03.04.2023).
10. Глебова И. В., Николаенко Е. И., Лукина Д. В. Современные аквакультуры, применяемые в кормлении крупного рогатого скота // Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях: национальная научно-практическая конференция, Волгоград : Волгоградский государственный аграрный университет. 2019. Т. 2. С. 285–290. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37712647> (дата обращения: 07.05.2023).
11. Использование суспензии хлореллы в перепеловодстве и влияние ее на выводимость и сохранность перепелят / В. В. Мелихов, М. В. Фролова, [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 214–222. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43119587> (дата обращения: 07.05.2023).
12. Нестерук Е. В. Микробиота толстого кишечника у телят после потребления суспензии хлореллы // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология. 2022. Т. 12. № 3. С. 143–150. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49973812> (дата обращения: 16.04.2023).
13. Профилактика заболеваний репродуктивных органов у высокопродуктивных коров при использовании в рационах суспензии хлореллы / О. В. Пугачева, С. О. Лощинин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2017. № 10. С. 32–37. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30624384> (дата обращения: 03.05.2023).
14. Состояние новорожденных телят после применения коровам-матерям суспензии микроводорослей планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 / О. В. Пугачева, В. Д. Кочарян [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 1 (45). С. 148–154. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29357521> (дата обращения: 27.03.2023).
15. Сидоренко Ю. А., Маслюк А. Н. Практика применения водорослей в кормлении животных и ее эффективность // Молодежь и наука. 2019. № 12. С. 43. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42669177> (дата обращения: 25.04.2023).
16. Стребкова К. А., Абилов Б. Т., Артамонов В. С. Использование кормовой добавки «Хлорелла» в рационах дойных коров и телят-молочников // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (13). С. 64–73. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44553272> (дата обращения: 07.05.2023).
17. Суспензия хлореллы как биостимулятор в кормлении молодняка крупного рогатого скота / М. В. Фролова, М. В. Московец [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. 2019. № 2 (6). С. 34–39. DOI: <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2019-6-34-39>
18. Хлорелла в рационах перепелов эстонской породы / М. В. Фролова, М. В. Московец [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 178–184. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37001539> (дата обращения: 13.05.2023).
19. Использование суспензии хлореллы в кормлении свиноматок до и после их опороса / Ж. М. Яхтанигова, Е. Г. Федорчук [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 109–114. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29449741> (дата обращения: 14.04.2023).
20. Производство и исследование влияния суспензии хлореллы на животные организмы / Ж. З. Тухужева, А. Б. Альтудова [и др.] // Вопросы науки и образования. 2021. № 10 (135). С. 5–8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46138371> (дата обращения: 04.04.2023).
21. Смятская Ю. А. Биотехнология создания из биомассы микроводорослей хлорелла и хитозана кормовой добавки / Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. 2020. № 3. С. 7–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biotehnologiya-sozdaniya-iz-biomassy-mikrovodorosley-hlorella-i-hitozana-kormovoy-dobavki?ysclid=mlz1w0tmrm71086652> (дата обращения: 04.04.2023).
22. Тюленева Т. А., Петряков В. В. Ветеринарно-санитарная оценка качества мяса кур при применении в рационах микроводоросли хлореллы // Наука и инновации: векторы развития: матер. Международной научно-практической

конференции молодых ученых : сб. научных статей. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет 2018. С. 282–284. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37324941> (дата обращения: 29.04.2023).

23. Механикова М. В., Третьяков Е. А., Кулакова Т. С. Использование суспензии хлореллы в питании ремонтных телок черно-пестрой породы в молочный период // Молочнохозяйственный Вестник. 2016. № 1. С. 35–42. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/297612> (дата обращения: 31.03.2023).

24. Влияние суспензии хлореллы на среднесуточный прирост живой массы молодняка Ярославской породы крупного рогатого скота / А. В. Коновалов, Е. А. Флёрова [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. 2012. № 1. С. 46–49. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/289164> (дата обращения: 28.03.2023).

25. Энергия роста цыплят-бройлеров при использовании натуральной кормовой добавки «Альгавет» / Н. А. Садовом, Л. В. Шульга [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2021. № 1. С. 160–166. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46272072&ysclid=m2007mui7637103715> (дата обращения: 28.03.2023).

26. Simultaneous enhancement of lipid biosynthesis and solvent extraction of *Chlorella* using aminoclay nanoparticles / Mikiyoung Jung, Young-Eun Kim [et al.] // *Bioresource Technology*. 2023. Vol. 384. Article 129314.

27. Enhancement of *Chlorella* transformation efficacy by insert fragmentation / Min-Jeong Kim, Su-Hyun Kim [et al.] // *Algal Research*. 2023. Vol. 72. Article 103146.

28. Synergistic outcomes of *Chlorella*-bacterial cellulose based hydrogel as an ethylene scavenger / SeonHyung Lee, Gna Ahn [et al.] // *Carbohydrate Polymers*. 2023. Vol. 321. Article 121256.

29. Developing industry-scale microfluidization for cell disruption, biomolecules release and bioaccessibility improvement of *Chlorella pyrenoidosa* / Yingying Ke, Jun Chen [et al.] // *Bioresource Technology*. 2023. Vol. 387. Article 129649.

30. Fortification of *Chlorella vulgaris* with citrus peel amino acid for improvement biomass and protein quality / Z. H. Koochi, K. G. Jahromi [et al.] // *Biotechnology Reports*. 2023. Vol. 39. Article e00806.

Статья поступила в редакцию 10.06.2024 г.; одобрена после рецензирования 17.07.2024 г.; принята к публикации 06.08.2024 г.

Об авторах

Смоленцев Сергей Юрьевич

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6086-1369>, Smolentsev82@mail.ru

Иванов Иван Семенович

кандидат биологических наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и радиобиологии, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая д. 11), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3521-1938>, ivanovis76@mail.ru

Хардина Екатерина Валерьевна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая д. 11), mishardina18@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Boboev N. A., Syrovatsky M. V. Molochnaya produktivnost' korov-pervotelok pri skarmlivanii mikrovdoroslei [Milk productivity of first-calf cows when feeding microalgae]. *Aktual'nye problemy veterinarnoi meditsiny, tovarovedeniya i ekspertizy syr'ya i produktov zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya, zootekhnii i biotekhnologii: materialy X nauchno-prakticheskoi konferentsii v ramkakh XII Vserossiiskogo festivalya nauki : sb. nauchnykh trudov studentov i molodykh uchennykh* = Actual problems of veterinary medicine, commodity science and expertise of raw materials and products of animal and plant origin, animal science and biotechnology: materials of the X scientific and practical conference within the framework of the XII All-Russian Science Festival: a collection of scientific papers of students and young scientists, 2022, pp. 158–160. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49927111> (accessed 20.05.2023). (In Russ.).

2. Bogdanova A. A., Flerova E. A. Vliyanie dobavki khlorelly na fiziologo-biokhimicheskie i produktivnye pokazateli u laktiruyushchikh korov [Effect of chlorella supplement on physiological, biochemical parameters and milk production in dairy cows]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* = Problems of Productive Animal Biology, 2016, no. 1, pp. 84–95. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25615724> (accessed 18.05.2023). (In Russ.).

3. Gadiev R. R., Galina Ch. R., Mazhitov S. R. Produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva gusei pri ispol'zovanii khlorelly [Productive and reproductive qualities of geese fed the chlorella feed supplement]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2015, no. 3 (53), pp. 150–153. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828391> (accessed 05.18.2023). (In Russ.).

4. Melnikov S., Manankina E. Ispol'zovanie khlorelly v kormlenii sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh [The use of chlorella in animal farming]. *Nauka i innovatsii* = Science and Innovation, 2010, no. 8 (90), pp. 40–43. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28994821> (accessed 13.05.2023). (In Russ.).

5. Bykov D. V., Vasiliev A. A., Kurilova N. M. Vliyanie skarmlivaniya mikrovdoroslei na molochnyuyu produktivnost' korov [The effect of microalgae feeding on dairy productivity of cows]. *Aktual'nye problemy veterinarnoi meditsiny, zootekhnii, biotekhnologii i ekspertizy syr'ya i produktov zhyvotnogo proiskhozhdeniya: sb. trudov nauchno-prakticheskoi konferentsii: sb. trudov nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Actual problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and expertise of raw materials and products of animal origin: proceedings of the scientific and practical conference, 2022, pp. 442–443. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49773517> (accessed 10.05.2023). (In Russ.).

6. Galushina P. S. Primenenie netraditsionnykh kormov v ratsionakh sel'skokhozyaistvennykh ptits [The use of non-traditional feed in the diets of farm birds]. *Agrarnaya nauka i proizvodstvo: realizatsiya innovatsionnykh tekhnologii agropromyshlennogo kompleksa: sb. statei, podgotovlennyy v ramkakh vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Agrarian science and production: implementation of innovative technologies of the agro-industrial complex: A collection of articles prepared within the framework of the All-Russian Scientific and Practical conference, Ekaterinburg, The Ural State Agrarian University, 2022, pp. 33–38. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50227063> (accessed: 13.05.2023). (In Russ.).

7. Gafarov S. S., Shatsky E. V., Bojarintseva G. G. Ispol'zovanie khlorelly v kormlenii porosyat [Use in feeding of pigs]. *Agrarnyi vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals, 2010, no. 11-2 (78), pp. 16–17. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18860806> (accessed 10.05.2023). (In Russ.).

8. Lukyanov V. A., Naumov M. M. [et al.] Effektivnost' kormovoi dobavki "Al'gavet" i ee rol' v innovatsionnom razvitiy svinovodstva [Efficiency of "Algavet" feed additive and its role in the innovative development of pig-breeding]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex, 2017, vol. 31, no. 2, pp. 48–51. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29008717> (accessed 05.05.2023). (In Russ.).

9. Margoeva M. V. Primenenie vodnoi rastitel'nosti v kormlenii ptitsy [The use of aquatic vegetation in poultry feeding]. *Molodezh' i nauka* = Youth and Science, 2021, no. 9, article 39. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47941692> (accessed 04.03.2023). (In Russ.).

10. Glebova I. V. Sovremennye akvakul'tury, primenyaemye v kormlenii krupnogo rogatogo skota [Modern aquacultures used in cattle feeding]. *Strategiya razvitiya sel'skogo khozyaistva v sovremennykh usloviyakh: natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* = Strategy of agricultural development in modern conditions: National Scientific and practical conference, Volgograd, Volgograd State Agrarian University (VolGAU), 2019, vol. 2, pp. 285–290. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37712647> (accessed 07.05.2023). (In Russ.).

11. Melikhov V. V., Frolova M. V. [et al.] Ispol'zovanie suspenzii khlorelly v perepelovodstve i vliyanie ee na vyvodimost' i sokhrannost' perepelyat [Use of the chlorella suspension in hatches and its influence on handbook freedom and safety]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education, 2020, no. 2 (58), pp. 214–222. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43119587> (accessed 07.05.2023). (In Russ.).

12. Nesteruk E. V. Mikrobiota tolstogo kishchnika u telyat posle potrebleniya suspenzii khlorelly [Microbiota of the large intestine of calves after consumption of chlorella suspension]. *Vestnik Grodnenskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Yanki Kupaly. Seriya 5. Ekonomika. Sotsiologiya. Biologiya* = Vestnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 5. Economics. Sociology. Biology, 2022, vol. 12, no. 3, pp. 143–150. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49973812> (accessed 04.05.2023). (In Russ.).

13. Pugacheva O. V., Loschin S. O. [et al.] Profilaktika zabolevanii reproduktivnykh organov u vysokoproduktivnykh korov pri ispol'zovanii v ratsionakh suspenzii khlorelly [Prevention of reproductive organs diseases in high-productive cows when using chlorella's suspension in rations]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal, 2017, no. 10, pp. 32–37. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30624384> (accessed 03.05.2023). (In Russ.).

14. Pugacheva O. V., Kocharyan V. D. [et al.] Sostoyanie novorozhdennykh telyat posle primeneniya korovam-materyam suspenzii mikrovdoroslei planktonnogo shtamma Chlorella vulgaris IFR № S-111 [Condition of newborn calves cows after application a suspension mater of planktonic microalgae chlorella vulgaris ifr№ strain C-111]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education, 2017, no. 1 (45), pp. 148–154. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29357521> (accessed 03.04.2023). (In Russ.).

15. Sidorenko Yu. A. Praktika primeneniya vdoroslei v kormlenii zhyvotnykh i ee effektivnost' [The practice of using algae in animal feeding and its effectiveness]. *Molodezh' i nauka* = Youth and Science, 2019, no. 12, p. 43. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42669177> (accessed 25.04.2023). (In Russ.).

16. Strebkova K. A., Abilov B. T., Artamonov V. S. Ispol'zovanie kormovoi dobavki «Khlorella» v ratsionakh doinykh korov i telyat-molochnikov [The use of "Chlorella" feed additive in the diets of dairy cows and unweaned calves]. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* = Agricultural Journal, 2020, no. 5 (13), pp. 64–73. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44553272> (accessed 07.05.2023). (In Russ.).

17. Frolova M. V., Moskovets M. V. [et al.] Suspenziya khlorelly kak biostimulyator v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skotaskota [Chlorella suspension as biostimulyator in feeding of young growth of cattle]. *Agrarno-pishchevye innovatsii* = Agrarian-and-food Innovations, 2019, no. 2 (6), pp. 34–39. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2019-6-34-39>

18. Frolova M. V., Moskovets M. V. [et al.] Khlorella v ratsionakh perepelov estonskoi porody [Chlorella in diets of quails the estonian breed]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* =

Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education, 2018, № 4 (52), pp. 178–184. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37001539> (accessed 13.05.2023). (In Russ.).

19. Iakhtanigova Zh. M., Fedorchuk E. G. [et al.] Ispol'zovanie suspenzii khlorelly v kormlenii svinomatok do i posle ikh oporosa [Use of chlorella suspension for feeding sows before and after farrowing]. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy* = Innovations in Agricultural Complex: Problems and Perspectives, 2016, № 2 (10), pp. 109–114. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29449741> (accessed 17.04.2023). (In Russ.).

20. Tuhuzheva Zh. Z., Altudova A. B. Proizvodstvo i issledovanie vliyaniya suspenzii khlorelly na zhivotnye organizmy [Production and investigation of the effect of chlorella suspension on animal organisms]. *Voprosy nauki i obrazovaniya* = Issues of science and education, 2021, no. 10 (135), pp. 5–8. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46138371> (accessed 21.04.2023). (In Russ.).

21. Smyatskaya Yu. A. Biotekhnologiya sozdaniya iz biomassy mikrovdoroslei khlorella i khitozana kormovoi dobavki [Biotechnology of creating a feed additive from biomass of microalgae chlorella and chitosan]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya* = PNRPU Bulletin. Chemical Technology and Biotechnology, 2020, no. 3, pp. 7–19. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/biotekhnologiya-sozdaniya-iz-biomassy-mikrovdorosley-hlorella-i-hitozana-kormovoy-dobavki?ysclid=m1z1w0tmrm71086652> (accessed 04.04.2023). (In Russ.).

22. Tyuleneva T. A. Veterinarno-sanitarnaya otsenka kachestva myasa kur pri primeneni v ratsionakh mikrovdorosli khlorelly [Veterinary and sanitary assessment of the quality of chicken meat when using chlorella microalgae in diets]. *Nauka i innovatsii: vektory razvitiya: mater. Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh. Sbornik nauchnykh statei* = Science and Innovation: vectors of development: Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Collection of scientific articles, Barnaul, Altai State University of Agriculture (ASAU), 2018, pp. 282–284. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37324941> (accessed 29.04.2023). (In Russ.).

23. Mekhanikova M. V., Tret'yakov E. A., Kulakova T. S. Ispol'zovanie suspenzii khlorelly v pitanii remontnykh telok chernopetroi porody v molochnyi period [Chlorella suspension use in feeding yield heifers of black-and white breed in milk period growth]. *Molochnokhozyaistvennyi Vestnik* = Dairy Bulletin, 2016, no. 1, pp. 35–42. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/297612> (accessed 31.03.2023). (In Russ.).

24. Konovalov A. V., Flyorova E. A. [et al.] Vliyanie suspenzii khlorelly na srednesutochnyi prirost zhivoi massy molodnyaka Yaroslavskoi porody krupnogo rogatogo skota [Chlorella suspension influence on a daily average gain of live weight of young growth of the yaroslavl breed of cattle]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* = Herald of Agroindustrial Complex of Upper Volga Region. 2012, no. 1, pp. 46–49. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/289164> (accessed 28.03.2023). (In Russ.).

25. Sadomov N. A., Shulga L. V. [et al.] Energiya rosta tsyplyat-broilerov pri ispol'zovanii natural'noi kormovoi dobavki "Al'gavet" [The growth energy of broiler chickens when using the natural feed additive "Algavet"]. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva* = Actual Problems of Intensive Development of Animal Husbandry, 2021, no. 1, pp. 160–166. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46272072&ysclid=m2007mui7637103715> (accessed 28.03.2023). (In Russ.).

26. Mikyoung Jung, Young-Eun Kim [et al.] Simultaneous enhancement of lipid biosynthesis and solvent extraction of Chlorella using aminoclay nanoparticles. *Bioresource Technology*, 2023, vol. 384, article 129314. (In Eng.).

27. Min-Jeong Kim, Su-Hyun Kim [et al.] Enhancement of Chlorella transformation efficacy by insert fragmentation. *Algal Research*, 2023, vol. 72, article 103146. (In Eng.).

28. SeonHyung Lee, Gna Ahn [et al.] Synergistic outcomes of Chlorella-bacterial cellulose based hydrogel as an ethylene scavenger. *Carbohydrate Polymers*, 2023, vol. 321, article 121256. (In Eng.).

30. Zhila Heydari Koochi, Kouros Ghodrat Jahromi [et al.] Fortification of Chlorella vulgaris with citrus peel amino acid for improvement biomass and protein quality. *Biotechnology Reports*, 2023, vol. 39, article e00806. (In Eng.).

The article was submitted 11.06.2024; approved after reviewing 17.07.2024; accepted for publication 06.08.2024.

About authors

Sergey Yu. Smolentsev

Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6086-1369>, Smolentsev82@mail.ru

Ivan S. Ivanov

Ph. D. (Biology), Associate Professor of the of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Radiobiology, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), ORCID ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3521-1938>, ivanovis76@mail.ru

Ekaterina V. Hardina

Ph. D. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Technology for Processing Livestock Products, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), mishardina18@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.