

УДК 637.5.04

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-1-60-69

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ХЛОРЕЛЛЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ (ОБЗОР)

Л. М. Суфьянова, С. Ю. Смоленцев

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

Аннотация. Введение. Хлорелла – это удивительное микроскопическое водорослевое растение, которое представляет собой зеленую водоросль. Она широко используется в качестве кормовой добавки благодаря своему высокому питательному составу и уникальным свойствам. Основной штамм хлореллы, который используется в производстве кормовых добавок, называется *Chlorella Vulgaris*. **Материалы и методы.** В качестве методологической основы для настоящей работы рассматриваются публикации российских и зарубежных специалистов. Среди научных методов, на которые мы опирались в рамках осуществления работы, выделяются общенаучные, в частности, синтез, анализ, сопоставление, а также обобщение. **Результаты и обсуждение.** Добавление хлореллы в рацион животных имеет ряд преимуществ. Во-первых, она помогает снизить падеж молодняка до минимума. Во-вторых, хлорелла способствует лучшему усвоению корма животными. Благодаря этому, привесы свиней, крупного рогатого скота, кроликов и птиц увеличиваются, а яйценоскость кур повышается. Третье преимущество хлореллы заключается также в том, что она содержит витамины, которые необходимы для нормального функционирования организма животных. Существует несколько способов добавления хлореллы в рацион животных. Одним из наиболее эффективных способов является использование суспензии. Это позволяет сохранить половину водорастворимых витаминов, которые находятся в среде. **Заключение.** Для внедрения суспензии хлореллы в производство необходимо проводить дополнительные исследования по изучению ее влияния на продуктивность и сохранность молодняк при откорме.

Ключевые слова: хлорелла, кормление, повышение продуктивности, суспензия микроводорослей, откорм животных, снижение затрат

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Суфьянова Л. М., Смоленцев С. Ю. Биологическое значение хлореллы для выращивания сельскохозяйственных животных и птиц (обзор) // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 1. С. 60–69. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-60-69>

BIOLOGICAL SIGNIFICANCE OF CHLORELLA FOR RAISING FARM ANIMALS AND BIRDS (REVIEW)

L. M. Sufyanova, S. Yu. Smolentsev

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Chlorella is an amazing microscopic algae plant that is a green algae. It is widely used as a feed additive due to its high nutritional composition and unique properties. The main strain of chlorella, which is used in the production of feed additives, is called *Chlorella Vulgaris*. **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 carrying out the work, general scientific ones are distinguished, in particular, synthesis, analysis, comparison, as well as generalization. **Results and discussion.** Adding chlorella to the diet of animals has a number of advantages. Firstly, it helps to reduce the mortality of young animals to a minimum. Secondly, chlorella promotes better absorption of feed by animals. Due to this, the weight gain of pigs, cattle, rabbits and birds increases, and the egg production of chickens increases. The third advantage of chlorella is that it contains a lot of vitamins that are necessary for the normal functioning of the animal body. There are several ways to add chlorella to an animal's diet. One of the most effective ways is to use a suspension. This allows you to save half of the water-soluble vitamins that are in the medium. **Conclusion.** A review of the literature by both domestic and foreign authors has shown that chlorella suspension is a highly

valuable feed additive for farm animals. It is necessary to conduct additional research to study its impact on the productivity and safety of young animals raised for fattening. This makes it possible to introduce chlorella suspension into production.

Keywords: chlorella, feeding, productivity increase, microalgae suspension, animal fattening, cost reduction

Acknowledgments. The research was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project no. 24-26-00080).

The authors declare no conflict of interest

For citation: *Sufyanova L. M., Smolentsev S. Yu.* Biological significance of chlorella for raising farm animals and birds (review). *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 1, pp. 60–69. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-60-69>

Введение

Продукция животноводства играет важную роль в обеспечении человеческого пищевого рациона необходимыми питательными веществами. Однако современное животноводство сталкивается с вызовом повышения продуктивности. Решение этой проблемы требует организации правильного и достаточного питания, соответствующего физиологическим потребностям животных. Одним из основных препятствий в обеспечении полноценного питания является дефицит кормов и недоступность кормовых добавок, витаминов, микроэлементов и других ингредиентов для составления рациона [1]. Однако существуют методы, позволяющие преодолеть эти проблемы и обеспечить животным необходимые питательные вещества. Вместо дорогих кормовых добавок можно использовать альтернативные источники, такие как натуральные продукты или специальные препараты, разработанные для удовлетворения потребностей животных. Использование биотехнологии позволяет производить кормовые добавки более эффективно и доступно, что снижает их стоимость и повышает доступность для фермеров [2].

Важно учитывать возраст, вес, пол и физиологическое состояние свиней при составлении рациона, чтобы обеспечить оптимальное питание. Корма, предназначенные для употребления в пищу животными, могли применяться более эффективным способом, можно пользоваться разнообразными кормовыми добавками, а также биологическими стимуляторами [3]. Выпускается продукция подобного рода как отечественными, так и зарубежными предприятиями. Впрочем, не все нынешние сельскохозяйственные

предприятия могут на регулярной основе производить закупки данной продукции, поскольку им это не позволяет делать финансовое состояние. Все, на что приходится рассчитывать сельхозпредприятия по откорму скота, – это увеличение экономического результата собственной деятельности благодаря естественному приросту. Когда какого-либо питательного элемента животному недостаточно, от этого можно избавиться, внося в его рацион соответствующую питательную добавку. Одной из таковых является хлорелла, которая приобрела широкое распространение в организации питания свиней [4; 5]. Хлорелла является микроскопической водорослью, выращивание которой производится в искусственных условиях. Если свиньи начинают на регулярной основе употреблять пищу, куда внесена хлорелла, то они могут успешно справляться с недостаточным количеством биологически активных веществ в своем организме. Также потребление хлореллы положительно сказывается на скорости усвоения тех питательных веществ, которые поступают в организм свиньи вместе с пищей. Соответственно, мы можем сказать о том, что внедрение в рацион свиньи хлореллы – это экономически выгодное мероприятие для сельскохозяйственной организации [6; 7]. Преимуществом хлореллы является также и то, что она имеет небольшую стоимость. Именно поэтому и предприятия, которые работают в иных отраслях животноводства, помимо свиноводства, все чаще и чаще опираются на ее использование в своей деятельности. Как высказывается Н. Богданов, в нынешнем столетии хлорелла способна оказаться самой распространенной среди всех тех кормовых добавок, что применяются предприятиями

в области животноводства. Хлорелла не оказывает отрицательного воздействия на экологическую чистоту конечного продукта [8; 9]. Чтобы получить на основе хлореллы продукт, пригодный для употребления в пищу животными, требуются несложные с точки зрения конструкции и эксплуатации установки. Возможно располагать эти установки в том же самом помещении, где расположены свиньи. Соответственно, последние смогут на постоянной основе получать зеленый корм в необходимых количествах.

Материалы и методы

В качестве методологической основы для настоящей работы рассматриваются публикации российских и зарубежных специалистов. 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

Голландский микробиолог Мартинус Уильям Бейеринк обнаружил хлореллу в 1890 году. Однако эта микроводоросль весьма древняя и существует больше двух миллиардов лет. Это зеленые шарики диаметром 2,2–7,8 мкм в диаметре, в которых очень много генерирующего кислород хлорофилла, белка и целый комплекс питательных веществ. Хлорелла относится к семейству Pleurococcaceae Wille (Beyerinck M. Culturversuche mit Zoochlorellen und anderen Algen¹. Человечество издавна знакомо с некоторыми хлореллами, поскольку они существуют за счет симбиоза с животными. Согласно первоначальной точке зрения, хлореллы рассматривались в качестве органов таких животных. Но впоследствии Брандтом была доказана некорректность данной точки зрения. Он сумел предоставить доказательства, которые подтверждали, что хлорелла обладает эндогенным происхождением. Как посчитал Брандт, такие тела должны считаться самостоятельным родом водорослей. Он присвоил в его отношении наименование *Zoochlorella*. Впро-

¹ Хлорелла // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. URL: <https://gufo.me/dict/brockhaus/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B0> (дата обращения: 10.05.2023).

чем, как те хлореллы, которые существуют вне какого-либо организма, так и зоохлореллы, существующие в симбиозе с разнообразными животными, не отличаются друг от друга с точки зрения организации. Единственное, что их отличает, – это образ жизни. И именно поэтому Бейеринк принял решение, в соответствии с которым все хлореллы должны быть отнесены к одному и тому же роду *hlorella* [10].

Хлорелла – это такая добавка, которая отличается в выгодную сторону от всех прочих растительных культур и растительных кормов по такому показателю, как концентрация витаминов. Так, в каждом грамме такой водоросли присутствует до 1600 мкг провитамина А, а также до 230 мкг витамина В1. И на этом перечень витаминов и иных полезных для организма животного веществ, сконцентрированных в хлорелле, не завершается: имеются здесь также и витамины В6, РР, пантотеновая кислота. Содержание же каротина в хлорелле может быть больше, чем в шиповнике, на порядок. Соединения, относящиеся к категории стероидных, также имеются в хлорелле, причем в значительном количестве [11; 12].

Почти 80 % от тех жирных кислот, которые находятся в составе хлореллы, относятся к категории тех, что имеют высокий уровень биологической активности. И поэтому потребление в пищу продукции, содержащей хлореллу, дает возможность урегулировать гормональный фон животным, нормализовать протекание всех процессов физиологического характера. Линолевая, арахионовая кислоты, содержащиеся в хлорелле в большом количестве, не могут синтезироваться самим животным, и поэтому рассматриваются как незаменимые. Каждые сутки животное должно получать такие кислоты в количестве около двух граммов [13].

Положительным результатом внедрения хлореллы в питание животного является также и избавление от недостаточного количества минеральных элементов. В ходе проведения исследований, которые были инициированы в отношении суспензии хлореллы, выявлено следующее: количество сконцентрированных здесь разнообразных минеральных веществ превышает отметку в 650. И большинство из этих минеральных веществ находится в такой форме, в которой они могут быстро усваиваться животным.

Благодаря хлорелле отечественные животноводы имеют уникальную возможность обеспечить

собственных животных зеленым кормом на круглогодичной основе, а не только в теплое время года. Представляется, что этот факт произведет настоящую революцию в области птицеводства, а также в области животноводства. Стоимость хлореллы является значительно более высокой, если сравнивать ее с теми травами, что произрастают на пастбище. Ведь состав хлореллы является уникальным [14].

Хлореллу нужно рассматривать в качестве ценной альтернативы для антибиотиков кормового типа. С середины 2000-х годов такие антибиотики не могут использоваться европейскими предприятиями, работающими в области животноводства. Связано это с тем, что подобные антибиотики, оказываясь в человеческом организме, приводят к появлению болезнетворных штаммов, имеющих высокий уровень устойчивости. Точно такое же намерение декларируется и в нашей стране. Уже сегодня на отечественном рынке имеются такие разработки, которые можно расценивать в качестве полноценных альтернатив в отношении кормовых антибиотиков. И представляется, что можно эффективно заменять такие антибиотики хлореллой [15; 16; 17].

Вегетация хлореллы характеризуется как круглогодичная. Соответственно, животные могут потреблять зеленый корм на постоянной основе, в неограниченных количествах [18; 19].

Согласно современным исследованиям, время появления хлореллы – это 3,5 миллиарда лет назад. Изначально она зародилась в океанической среде. А спустя два миллиарда лет начали появляться первые хлореллы, которые были приспособлены к тому, чтобы существовать в условиях суши. Впоследствии на планете Земля происходило множество катаклизмов мирового масштаба, однако ни один из них не смог привести к полному исчезновению хлореллы. Во многом именно такой выживаемостью хлореллы и обусловлено то, что сегодня она рассматривается в качестве одного из наилучших кормов для разнообразных животных [20].

В высушенной биомассе хлореллы представлен преимущественно белок, который может составлять более чем половину от совокупного ее количества. Значимая доля, практически треть от биомассы, принадлежит углеводам, липидам, белкам. Еще 5–10 % приходится на минеральные вещества, липиды. Хлореллу нужно

рассматривать в качестве того, что имеет в своем составе больше витаминов, чем растительные культуры и растительные корма, производимые сельскохозяйственными предприятиями. В частности, концентрации провитамина А могут достигать до 1600 мкг на один грамм массы сухого вещества. Также в хлорелле фиксируется значительное количество стероидов, стероидных соединений.

Если характеризовать хлореллу с точки зрения ее микроэлементного, а также макроэлементного состава, то можно отметить, что в нем присутствуют магний, фосфор, кальций, железо, медь, кобальт, а также многие прочие микроэлементы. Отдельные клетки в составе хлореллы имеют значительные концентрации йода. Соответственно, благодаря внедрению в рацион животного хлореллы можно избавиться от таких проблем, которые возникают вследствие недостаточного количества минеральных элементов в рационе [21; 22].

Обращение к применению суспензии хлореллы – это инструмент, которым пользуются многие современные сельскохозяйственные предприятия, чтобы справляться с проблемой недостаточной продуктивности. Во-первых, когда хлорелла начинает систематически потребляться животными, то это приводит к сокращению падежа молодняка. Во-вторых, когда животные на постоянной основе потребляют хлореллу, то это приводит к тому, что масса свиней и крупного рогатого скота увеличивается на треть в сравнении с предыдущими значениями. В-третьих, доля таких осеменений, которые производятся на сельскохозяйственных предприятиях, становится меньше, если внедрить в рацион животных регулярное потребление хлореллы.

Из хлореллы был успешно выделен полисахарид хлон А. Польза, которая исходит от его применения, заключается в следующем. Благодаря его внедрению в рацион питания животного становится больше количество вырабатываемого интерферона. И, соответственно, становится меньше вероятность того, что животное будет заражено гриппом. До сих пор не представлено таких доказательств, которые могли бы убедительно подтвердить следующий факт: хлорелла способна самостоятельно справляться с вирусом птичьего гриппа в организме животного, уничтожая его. Но, впрочем, фиксируется, что после начала потребления хлореллы животное становится более устойчивым к различного рода заболеваниям.

Основываясь на этом, можно сформулировать следующее предположение: благодаря хлорелле вероятность возникновения эпидемий в птицеводческих хозяйствах сводится если не к нулю, то к минимальным значениям [23; 24; 25].

Применение хлореллы как компонента питания птиц – это то, что необходимо, чтобы итоговое количество, а также качество продукции постоянно становилось лучше. И поэтому внедрение хлореллы в рацион сельскохозяйственных птиц имеет особую степень важности [26].

Эксперименты, которые были осуществлены на нескольких сельскохозяйственных предприятиях, расположенных в Пензенской области, позволили прийти к следующим выводам. У родительского стада показатель, характеризующий видимость цыплят, стал больше на 17 %. Забойная масса птицы также стала больше на двадцать процентов. В несколько раз уменьшилось количество падежа среди молодняка на сельскохозяйственном предприятии. Кроме того, удалось добиться также и положительной динамики с точки зрения показателей, характеризующих размер санитарного забоя на предприятии. Что касается привеса цыплят, то после начала систематического потребления хлореллы этот показатель увеличил свое значение на десять процентов. Всего в упоминаемом нами эксперименте принимало участие 3,6 тысяч цыплят-бройлеров, при этом они были распределены поровну между контрольной, а также опытной группами. Совокупный забойный вес опытной группы после окончания эксперимента превысил совокупный забойный вес контрольной группы более чем на полтонны [27].

Хлорелла также нашла свое применение в такой отрасли сельского хозяйства как пчеловодство. Сегодня преимущественно в пчеловодстве используется подкормка искусственного происхождения. Концентрация витаминов, а также белка в ней является минимальной. И поэтому использование суспензии хлореллы в равной пропорции с такой прикормкой дает возможность увеличить силу пчелиных семей. Таким образом, объем медосбора начинает расти на величину до сорока процентов в сравнении с предшествующими показателями.

Когда суспензия хлореллы на постоянной основе вносится в пруды, где осуществляется рыбоводство, число находящихся в них водных организмов начинает характеризоваться тенденцией к увеличению. Также начинает осу-

ществляться положительное воздействие в отношении гидрохимического режима водоема, его кислородного режима. Соответственно, продуктивность деятельности в сфере рыбоводства становится выше (увеличение может достигать сорока процентов).

Среди преимуществ, которые есть у хлореллы для здоровья, могут быть выделены следующие. Во-первых, это большое количество хлорофилла. Во-вторых, клеточные стенки, что имеются в хлорелле, обладают совершенно особой природой. В-третьих, в хлорелле сконцентрирован (в значительных количествах) каротин. В-четвертых, в хлорелле имеется существенное количество нуклеиновых кислот. В-пятых, благодаря регулярному потреблению хлореллы можно добиваться снижения веса организма, можно приводить процесс обмена веществ в соответствие с нормальным режимом.

В хлорелле фиксируется также и содержание пигментов, требуются живым организмам для формирования ферментов. А без этих ферментов не представляется возможным добиться нормального обмена веществ в организме животного. Таким пигментом выступает, в частности, хлорофилл. Некоторые исследователи полагают, что он представляет собой «зеленое золото». Ведь с точки зрения молекулярной структуры он полностью такой же, что и молекула гемоглобина [28].

Современные исследователи в сфере медицины обращают внимание на следующий факт. В данной водоросли имеется значительное количество хлорофилла, и поэтому ее можно эффективно применять в работе с пациентами, страдающими вследствие малокровия. Хлорофилл оказывает положительное воздействие на желудочно-кишечный тракт, а именно нормализует секрецию желудочного сока и перистальтику кишечника блокирует развитие опухолевых клеток, способствует регенерации клеток. Содержание хлорофилла в хлорелле в 10 раз больше, чем в спирулине, что в свою очередь усиливает благоприятное воздействие на организм животных и человека. Ученые установили, что хлорелла в виде таблеток снижает уровень сахара в крови и нормализует ритм дыхания и при местном применении способствуют заживлению язвенных поверхностей.

В кишечнике хлорелла способствует выведению из организма токсинов – тяжелые металлы и пестициды [29].

Гарвардский университет установил, что в хлорелле содержится бета-каротин и витамин Е, а также цинк, кальций, селен, медь, кобальт, магний, марганец которые разрушают раковые клетки и повышают резистентность организма.

Хлорелла помогает противостоять бактериальным инфекциям за счет стимуляции синтеза интерферона. Компоненты микроводрасли способствуют очищению крови, стимулируя образование лимфоцитов [30].

Заключение

Обзор литературы как отечественных, так и зарубежных авторов показал, что суспензия хлореллы является высокоценной кормовой добавкой для сельскохозяйственных животных. Необходимо проводить дополнительные исследования по изучению ее влияния на продуктивность и сохранность молодняка, выращиваемого на откорм. Это дает возможность внедрения суспензии хлореллы в производство.

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: матер. 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., Флерова 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., 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. 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, Н. 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. 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. Том 2. 2019. 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 перепелат / В. В. Мелихов, М. В. Фролова, М. В. Московец, А. Ю. Торопов // 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, В. С. Авдеевко [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, В. С. Авдеевко, С. П. Перерядкина // 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, Л. А. Птицына, А. Ю. Торопов // 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, Л. А. Птицына, А. Ю. Торопов // 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. В. Мирошниченко, И. А. Навальнева // 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, Р. М. Гендугова [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/biotekhnologiya-sozdaniya-iz-biomassy-mikrovodorosley-hlorella-i-hitozana-kormovoy-dobavki?ysclid=lu19qial3v927231238> (дата обращения: 25.04.2023).
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. Сборник научных статей. 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://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-suspenzii-hlorely-v-pitanii-remontnyh-telok-chno-pestroy-porody-v-molochnyy-period?ysclid=lu1a5s8nee911600296> (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, А. В. Зарубин, А. А. Богданова // Вестник АПК Верхневолжья. 2012. № 1. С. 46–49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17973630&ysclid=lu1aqn1f94781962928> (дата обращения: 28.03.2023).
25. Энергия роста цыплят-бройлеров при использовании натуральной кормовой добавки «Альгавет» / Н. А. Садовом, Л. В. Шульга, К. Л. Медведева [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2021. № 24–1. С. 160–166. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energiya-rosta-tsyplyat-broylerov-pri-ispolzo-vanii-naturalnoy-kormovoy-dobavki-algavet?ysclid=lu281j9xqg755031437> (дата обращения: 28.03.2023).
26. Mikyoung Jung, Young-Eun Kim, Nakyong Lee, Hyeji Yu, Jiye Lee, Soo Youn Lee, Young-Chul Lee, You-Kwan Oh. Simultaneous enhancement of lipid biosynthesis and solvent extraction of Chlorella using aminoclay nanoparticles // Bioresource Technology. 2023. Vol. 384. P. 129314.
27. Min-Jeong Kim, Su-Hyun Kim, Ye-Rin Kim, Tae-Jin Choi. Enhancement of Chlorella transformation efficacy by insert fragmentation // Algal Research. 2023. Vol. 72. P. 103146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103146>
28. Seon Hyung Lee, Gna Ahn, Woo-Ri Shin, Jae-Won Choi, Yang-Hoon Kim, Ji-Young Ahn. Synergistic outcomes of Chlorella-bacterial cellulose based hydrogel as an ethylene scavenger // Carbohydrate Polymers. 2023. Vol. 321. P. 121256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.121256>
29. Yingying Ke, Jun Chen, Taotao Dai, Ruihong Liang, Wei Liu, Chengmei Liu, Lizhen Deng. Developing industry-scale microfluidization for cell disruption, biomolecules release and bioaccessibility improvement of Chlorella pyrenoidosa // Bioresource Technology. 2023. Vol. 387. P. 129649. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129649>
30. Zhila Heydari Koochi, Kourosh Ghodrat Jahromi, Gholamreza Kavooosi, Asghar Ramezani. Fortification of Chlorella vulgaris with citrus peel amino acid for improvement biomass and protein quality // Biotechnology Reports. 2023. Vol. 39. P. e00806. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2023.e00806>

Статья поступила в редакцию 16.01.2024 г.; одобрена после рецензирования 15.02. 2024 г.; принята к публикации 20.02.2024 г.

About the authors

Суфьянова Лилия Маратовна

аспирант, кафедра технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), Smolentsev82@mail.ru

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

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: mater. X nauchno-prakticheskoi konferentsii v ramkakh XII Vserossiiskogo festivalya nauki* = 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-biokhicheskie 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 zhivotnykh [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., Kurilova N. M. Vliyanie skarmlivaniya mikrovdoroslei na molochnyu 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 zhivotnogo proiskhozhdeniya: 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 [Application of non-conventional food in the diets of farm poultry]. *Agrarnaya nauka i proizvodstvo: realizatsiya innovatsionnykh tekhnologii agropromyshlennogo kompleksa: sb. statei, podgotovlenni v ramkakh vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Agrarian science and production: implementation of innovative technologies of the agro-industrial complex: collection of articles prepared within the framework of the All-Russian scientific and practical conference, Yekaterinburg, 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 [Chlorella 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., Naumov N. M., Kalacheva G. S., Gribovskaya I. V., Shvetsov N. N., Niyazov N. S. A. Effektivnost' kormovoi dobavki "Al'gavet" i ee rol' v innovatsionnom razvitiі 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. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47941692> (accessed 04.03.2023). (In Russ.).
10. Glebova I. V., Nikolaenko E. I., Lukina D. V. Sovremennyye 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, Publ. house of Volgograd State Agrarian University, 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., Moskovets M. V., Toropov A. Yu. Ispol'zovanie suspensii khlorelly v perepelovodstve i vliyanie ee na vyvodimost' i sokhrannost' perepelyat [Use of the chlorella suspension in hares 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., Loschinin S. O., Avdeenko V. S., Molchanov A. V., Kalyuzniy I. I. Profilaktika zabolevaniy 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., Avdeenko V. S., Pereryadkina S. P. Sostoyanie novorozhdennykh telyat posle primeneniya korovam-materyam suspenzii mikrovdoroslei planktonnogo shtamma *Chlorella vulgaris* IFR № S-111 [Condition of newborn calves cows after application of a suspension mater of planktonic microalgae *Chlorella vulgaris* IFR № strain C-111 to mother cows]. *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., Maslyuk A. N. Praktika primeneniya vdoroslei v kormlenii zhivotnykh 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., Ptitsyna L. A., Toropov A. Yu. Suspenziya khlorelly kak biostimulyator v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Chlorella suspension as biostimulyator in feeding of young growth of cattle]. *Agrarnopishchevye 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., Ptitsyna L. A., Toropov A. Yu. 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, no. 4 (52), pp. 178–184. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37001539> (accessed 13.05.2023). (In Russ.).
19. Yakhtanigova Zh. M., Fedorchuk E. G., Miroshnichenko I. V., Navalneva I. A. 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, no. 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., Gendugova R. M., Zhidkov R. S., Beremukhova M. A. 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=lu19qial3v927231238> (accessed 11.05.2023). (In Russ.).
22. Tyuleneva T. A., Petryakov V. V. Veterinarno-sanitarnaya otsenka kachestva myasa kur pri primeneni v ratsionakh mikrovdorosli khlorelly [Veterinary and sanitary evaluation of chicken meat quality with nutritional intervention of Chlorella microalgae]. *Nauka i innovatsii: vektory razvitiya: mater. mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh* = Science and Innovation: Vectors of Development: materials of the International scientific and practical conference of young scientists. Collection of scientific articles, 2018, pp. 282–284. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37324941> (accessed 29.04.2023). (In Russ.).
23. Mekhanikova M. V., Tretyakov 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://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-suspenzii-hlorelly-v-pitanii-remontnyh-telok-cherno-pestroy-porody-v-molochnyy-period?ysclid=lu1a5s8nee911600296> (accessed: 31.03.2023). (In Russ.).
24. Konovalov A. V., Flyorova E. A., Zarubin A. V., Bogdanova A. A. 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://www.elibrary.ru/item.asp?id=17973630&ysclid=lu1aqn1f94781962928> (accessed 03.28.2023). (In Russ.).

25. Sadomov N. A., Shulga L. V., Medvedeva K. L., Lantsov A. V., Bueva Yu. 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://cyberleninka.ru/article/n/energiya-rosta-tsyplyat-broylerov-pri-ispolzovanii-naturalnoy-kormovoy-dobavki-algavet?ysclid=lu281j9xqg755031437> (accessed 28.03.2023). (In Russ.).
26. Mikyoung Jung, Young-Eun Kim, Nakyeong Lee, Hyoji Yu, Jiye Lee, Soo Youn Lee, Young-Chul Lee, You-Kwan Oh. Simultaneous enhancement of lipid biosynthesis and solvent extraction of *Chlorella* using aminoclay nanoparticles. *Bioresource Technology*, 2023, vol. 384, p. 129314. (In Eng.).
27. Min-Jeong Kim, Su-Hyun Kim, Ye-Rin Kim, Tae-Jin Choi. Enhancement of *Chlorella* transformation efficacy by insert fragmentation. *Algal Research*, 2023, vol. 72, p. 103146. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103146>
28. SeonHyung Lee, Gna Ahn, Woo-Ri Shin, Jae-Won Choi, Yang-Hoon Kim, Ji-Young Ahn. Synergistic outcomes of *Chlorella*-bacterial cellulose based hydrogel as an ethylene scavenger. *Carbohydrate Polymers*, 2023, vol. 321, p. 121256. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.121256>
29. Yingying Ke, Jun Chen, Taotao Dai, Ruihong Liang, Wei Liu, Chengmei Liu, Lizhen Deng. Developing industry-scale microfluidization for cell disruption, biomolecules release and bioaccessibility improvement of *Chlorella pyrenoidosa*. *Bioresource Technology*, 2023, vol. 387, p. 129649. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129649>
30. Zhila Heydari Koochi, Kourosh Ghodrat Jahromi, Gholamreza Kavooosi, Asghar Ramezani. Fortification of *Chlorella vulgaris* with citrus peel amino acid for improvement biomass and protein quality. *Biotechnology Reports*, 2023, vol. 39, p. e00806. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2023.e00806>

The article was submitted 16.01.2024; approved after reviewing 15.02.2024; accepted for publication 20.02.2024.

Об авторax

Liliya M. Sufyanova

Postgraduate student, Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), Smolentsev82@mail.ru

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

All authors have read and approved the final manuscript.