

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

А. П. КУРДЕКО

Shandong Baolai-Leelai Bio-Tech Co., Ltd
г. Тайвань, Китайская Народная Республика

(Поступила в редакцию 10.03.2025)

Ключевыми аспектами современного молочного скотоводства являются: сохранение здоровья животных; обеспечение их высокой продуктивности; получение качественных и безопасных молочных продуктов. Достичь этого возможно посредством применения микроэкологических добавок с использованием уникальных свойств пробиотических бактерий. Их действие должно быть направлено на профилактику дисбиоза рубца и метаболических заболеваний у коров, улучшение здоровья взрослых животных и телят, противостояние стресс-факторам, повышение продуктивности и оптимизацию воспроизводства. В статье представлен краткий анализ мирового рынка микроэкологических добавок и перспективы их применения в молочном скотоводстве, обоснована целесообразность разработки комплексных пробиотических продуктов для всего технологического цикла получения, выращивания и эксплуатации молочного крупного рогатого скота.

Согласно анализу Fast.MR 2024 года, ожидается рост мирового рынка кормовых пробиотиков на 9,1 %. Планируется увеличение продаж с 5 млрд долларов США в настоящее время до 12 млрд долларов в 2032 году [1]. Основными факторами такого роста являются: 1) увеличивающееся распространение болезней пищеварения и обмена веществ у молочных коров; 2) растущее внимание к здоровью животных и качеству получаемой от них продукции; 3) запрещение применения антибиотиков; 4) значительное увеличение производства комбикормов. В этой связи активно проводятся исследования по созданию новых микроэкологических продуктов на основе пробиотиков. При этом на рынке наиболее востребованы микроэкологические добавки 3 и 4 поколений – комбинированные препараты, состоящие из нескольких штаммов бактерий, которые включают другие биологически активные вещества, а также иммобилизованные на сорбенте живые бактерии [2].

Ключевые слова: *молочное скотоводство, коровы, телята, здоровье, продуктивность, микроэкологические добавки, пробиотики.*

The key aspects of modern dairy farming are: maintaining animal health; ensuring their high productivity; obtaining high-quality and safe dairy products. This can be achieved through the use of microecological additives using the unique properties of probiotic bacteria. Their action should be aimed at preventing rumen dysbiosis and metabolic diseases in cows, improving the health of adult animals and calves, resisting stress factors, increasing productivity and optimizing reproduction. The article presents a brief analysis of the world market of microecological additives and the prospects for their use in dairy farming, substantiates the

feasibility of developing complex probiotic products for the entire technological cycle of obtaining, growing and using dairy cattle.

According to the Fact.MR analysis of 2024, the global market for feed probiotics is expected to grow by 9.1%. Sales are planned to increase from \$ 5 billion currently to \$ 12 billion in 2032. The main factors of such growth are: 1) the increasing prevalence of digestive and metabolic diseases in dairy cows; 2) growing attention to animal health and the quality of products obtained from them; 3) the ban on the use of antibiotics; 4) a significant increase in the production of compound feed. In this regard, research is actively being conducted to create new microecological products based on probiotics. At the same time, the most popular microecological additives on the market are 3rd and 4th generations – combined preparations consisting of several strains of bacteria, which include other biologically active substances, as well as live bacteria immobilized on a sorbent.

Key words: *dairy cattle breeding, cows, calves, health, productivity, microecological additives, probiotics.*

Введение. В настоящее время пробиотические продукты применяют всем сельскохозяйственным и комнатным животным. Целью настоящей работы является рассмотрение состояния и перспектив применения пробиотиков крупному рогатому скоту, поскольку молочное и мясное скотоводство традиционно является одним из основных направлений сельского хозяйства во многих странах. Несмотря на то, что поголовье крупного рогатого скота в мире колеблется незначительно, в среднем от 930 до 970 млн животных, отмечается ежегодное увеличение получаемой от него продукции. По прогнозам такая динамика сохранится и в будущем с ежегодным приростом производства молока на 10–11 % (до 900 млн тонн) и говядины – на 5–6 % (до 75 млн тонн). Это происходит за счет того, что используются все более высокопродуктивные породы коров и интенсивные технологии их эксплуатации [3].

Сдерживающими факторами развития скотоводства являются возрастающие проблемы со здоровьем животных. Селекция коров в направлении получения высокой продуктивности сделало животных более требовательными к условиям кормления и содержания. Такие животные более уязвимы для воздействия стрессов, к заразным и незаразным заболеваниям, патологически реагируют на негативные факторы внешней среды. Поэтому на многих современных фермах, где содержатся большое поголовье коров, за год заменяется 30–40 и более процентов стада, что значительно снижает рентабельность скотоводства. Основные причины раннего выбытия из стада – это снижение молочной продуктивности, болезни вымени, гинекологические заболевания, бесплодие, хромота. Эти патологии связаны с такими массовыми метаболическими нарушениями организма, как ацидоз, кетоз, гепа-

тоз, ламинит и т.д. Причинами таких патологических состояний большинство специалистов считает скормливание коровам большого количества концентрированных кормов и возникающие при этом микробиологические нарушения [4–7].

При высококонцентратном типе кормления в большом количестве образуются ферментируемые углеводы, которые провоцируют избыточное накопление летучих жирных кислот (ЛЖК) – пропионата, ацетата, бутирата, с одновременным снижением pH. Увеличение производства лактата происходит из-за создания кислотоустойчивой популяции амилотических бактериоидов. Их доля в рубце может достигать 90–95 %, при норме 17 %. Накопление молочной кислоты в результате активности бактериоидов вызывает ацидоз, поскольку рубец не справляется с нейтрализацией и всасыванием кислот. На таком фоне подавляются другие продуценты летучих жирных кислот и целлюлозолитирующие бактерии. У здоровых животных в общем объеме микроорганизмов рубца их должно быть не менее 20–25 %. Такие условия вызывают развитие патогенов, особенно *Fusobacterium necrophorum*, использующих молочную кислоту в качестве энергетического субстрата. Доля фузобактерий в составе рубцовой микрофлоры лактирующих коров не должна превышать 2–3 %. Если доля *Fusobacterium necrophorum*, *Staphylococcus aureus* и других патогенов увеличивается, то это становится причиной развития заболеваний, снижения продуктивности, ухудшения качества мяса и молока [8].

На микрофлору преджелудков и на весь организм большое отрицательное воздействие оказывают экзо- и эндотоксины. Наиболее опасно присутствие в кормах микотоксинов, метаболиты которых обнаруживаются в молоке и мясе. Бактериальные токсины выделяются многими бактериями, которые живут в организме животного (*Escherichia coli*, *Campylobacter* sp., *Shigella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* sp., *Clostridium* sp. и др.). Они представляют опасность, поскольку поражают нервно-мышечную систему, а также разрушают клетки крови, вызывают отравление, энтеротоксемию. Эндотоксины, которые находятся в структуре клеточной стенки и высвобождаются при разрушении бактерий, провоцируют воспаление и могут вызвать септический шок. При этом анаэробные микроорганизмы, возбудители клостридиозов, широко распространены в почве и кормах, также обитают в кишечнике [5, 6].

При исследовании микрофлоры соскобов с копыт у коров с дисбиозом рубца часто диагностируются язвы подошвы и межпальцевый дерматит. Болезнь проявляется воспалением кожных слоев внутри копыта и регистрируется у 10–40 % голштинизированного скота на 3–4-м месяцах после отела. Наиболее частая причина – повышенный уровень эндотоксинов и гистамина. Отмечается повышенная концентрация условно-патогенных и патогенных фузобактерий, энтеробактерий и актиномицетов. Они при снижении резистентности организма вызывают другие болезни, например, мастит [6].

Использование биотехнологических разработок, в первую очередь современных микрoэкологических продуктов, способно значительно улучшить здоровье высокопродуктивных коров и качество получаемых от них продуктов. Наиболее изученные и широко используемые препараты – бактериальные пробиотики.

В оптимальных условиях существует баланс между выработкой молочной кислоты в рубце, ее поступлением с кормом, использованием бактериями рубца и ее выходом из рубца. В рубце обнаружено несколько групп бактерий, таких как *Megasphaera elsdenii*, *Propionibacterium freudenreichii* и других, которые ферментируют молочную кислоту. Тем самым они эффективно повышают pH содержимого рубца. Однако бактерии, усваивающие молочную кислоту, растут в несколько раз медленнее микроорганизмов, которые метаболизируют крахмал до молочной кислоты. Ее образуется избыточное количество при высококонцентратном типе кормления, в результате чего в рубце наблюдается нарушение метаболических процессов, что приводит к размножению патогенных микроорганизмов и риску внутреннего отравления.

В январе 2024 года опубликован обзор профессоров Лучано да Силва Кабрала (Бразилия) и Пола Дж. Веймера (США) по изучению бактерии *Megasphaera elsdenii* [9], которая сбраживает молочную кислоту с образованием пропионовой кислоты. Они провели анализ более 140 публикаций на основании которых сделали заключение, что в условиях, когда коров кормят большим количеством концентрированных кормов, имеющихся в рубце бактерий *Megasphaera elsdenii* недостаточно, чтобы переработать избыток молочной кислоты, что приводит к развитию ацидоза рубца. Также они утверждают, что штаммы этой бактерии можно использовать жвачным животным со следующими целями: как пробиотик для предотвращения ацидоза рубца у жи-

вотных, которых содержат на рационах с высоким содержанием злаков; как фактор, способствующий улучшению продуктивности жвачных животных; как пробиотик для стимуляции развития рубца у молочных телят.

Высокопродуктивным молочным коровам перспективно применение пробиотика на основе штамма *Enterococcus faecium* 1–35, который вырабатывает большое количество биологически активных веществ. Они повышают переваримость клетчатки, поддерживают микробное равновесие и целостность слизистой оболочки рубца, защищают организм от патогенов и токсинов, участвуют в регуляции метаболизма. Этот штамм работает подобно кормовым ферментам, разрушая труднопереваримые полисахариды кормов растительного происхождения. Однако если в мультienzимных композициях каждая ферментная молекула работает в растворе по отдельности, то *Enterococcus spp.* собирает их в блоки на мембранах, что позволяет им разрушать даже плотные клеточные оболочки [7, 10].

Результаты молекулярных исследований позволили установить, что введение в рацион дойных коров пробиотика на основе *Enterococcus faecium* 1–35 эффективно восстанавливает состав микроорганизмов рубца, нарушенный скормливанием большого количества концентрированных кормов. Количество амилалитических бактериоидов и лактобактерий, создающих кислое содержимое рубца, а также опасных фузобактерий снижается. Пробиотик образует биологически активные вещества, которая способствует росту целлюлозолитической микрофлоры. Возрастает содержание полезных целлюлозолитических руминококков, лакноспир, а также грибов-хитридиомикетов. С учетом того, что грибы разрушают лигнин клеточных стенок растений, то доступными для пищеварения становятся внутриклеточные полисахариды. Усиление целлюлозолитической активности микробиома в рубце жвачных животных при добавлении ферментативного пробиотика *Enterococcus faecium* 1–35 повышает активность расщепления целлюлозы в рубцовой жидкости на 26 %. У коров, получавших этот пробиотик, улучшается аппетит и удой возрастает на 5–10 % при одновременном подавлении развития патогенных микроорганизмов. У животных реже регистрировали гепатоз и ацидоз рубца, стабилизировалось содержание жира и белка в молоке, обеспечивалось снижение количества соматических клеток, повышался аппетит и иммунитет животных, улучшались показатели воспроизводства [7, 10].

Наиболее перспективным направлением исследований в сельскохозяйственной биотехнологии является разработка комбинированных и сорбированных пробиотиков. Комбинации пробиотических штаммов могут продуцировать различные ферменты, биологически активные вещества, которые дополняют друг друга по своей биологической активности. Для этого также комбинируют комплексы пробиотиков с пребиотиками. К прогрессивным формам препаратов нового поколения относятся и сорбированные формы пробиотиков. Они содержат бактерии, иммобилизованные на частицах сорбента. За счет этого бактерии лучше выживают и быстрее заселяют кишечник. Это важно, поскольку, например, лиофильно высушенные бифидо- и лактобактерии, при прохождении через желудок теряют более 90 % активности. Важно и то, что композиции, например, цеолиты + пробиотик, обладают выраженными иммунокорректирующими свойствами, нормализуют микробиоценоз желудочно-кишечного тракта, повышают неспецифическую резистентность организма, стимулируют функциональную деятельность пищеварительной системы, обладают детоксикационными свойствами. При этом для сорбированных пробиотиков можно применять меньшие дозы бактерий [11].

Так, при применении крупному рогатому скоту *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bifidobacterium globosum*, *Enterococcus faecium* совместно с лактозой и мальто-декстрином, увеличивается не только продуктивность, но и уменьшается содержание в молоке соматических клеток. Также улучшается функция печени, нормализуется минеральный обмен и микробиоценоз рубца. Об этом свидетельствовало увеличение концентрации летучих жирных кислот и количества инфузорий в содержимом. Связано это с тем, что *B. subtilis* и *B. licheniformis* вырабатывают ферменты, расщепляют полисахариды и белки, смещают рН содержимого в щелочную сторону и подавляют условно-патогенную микрофлору. *Bifidobacterium* нормализуют микробиоценоз кишечника, участвуют в повышении всасывания и расщеплении жиров, белков, минералов, синтезируют витамины. *Enterococcus* поддерживают на оптимальном уровне бродильные процессы в рубце, расщепляют полисахариды [10].

Имеется ряд сведений о хорошей эффективности для крупного рогатого скота препарата, который содержит два штамма бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium* и среднепеченные органические кислоты, которые обладают синергетическим эффектом. При его разработке

использован метод полногеномного секвенирования. Более 10 % генома штаммов имеют свойства, не обнаруженные у других бактерий, даже тех же видов. Введение в рацион коровам *Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium* поддерживает оптимальный состав рубцовой микробиоты с уменьшением патогенной и увеличением нормальной микрофлоры, например, численность клостридий уменьшается в 2,5 раза [10, 11, 12].

Перспективными направлениями исследований в микроэкологии является разработка препаратов для борьбы с микотоксинами, которые наносят молочному животноводству большой ущерб. Поэтому в последние годы ученые многих стран и крупных биотехнологических компаний разрабатывают новые способы борьбы с микотоксинами. Каждый год на рынке появляются новые продукты, способные бороться с микотоксинами. Большинство из них содержат продукты для их физической адсорбции и реже используют методы биodeградации микотоксинов. Вместе с тем, комплексных препаратов для разложения микотоксинов на рынке мало. Например, штаммы *Bacillus spp.* и других микроорганизмов используются в продуктах австрийско-немецкой компании “Biomim”, бельгийской компании “Imprextraco”, американской компании “Alltech” и российской компании “Biotech”. Выбранные ими штаммы в основном вызывают биотрансформацию одного или двух микотоксинов, что недостаточно для эффективной борьбы с микотоксинами в условиях интенсивного комплексного загрязнения кормов плесенью [13].

Необходимо также отметить, что у высокоудойных коров уровень оплодотворяемости часто снижается, для них характерны трудные отелы, длительная послеродовая реабилитация репродуктивной системы. По многочисленным данным в среднем у 50 % коров голштинской породы с продуктивностью свыше 9000 кг молока в год возникают клинические эндометриты в послеотельный период. При этом установлено, что благоприятный состав микрофлоры репродуктивной системы напрямую влияет на репродуктивное здоровье и плодовитость. Микробиом во многом определяет ход процесса инволюции половых органов после отела, ритм половых циклов, pH среды полости матки, что, в свою очередь, связано с плодотворностью осеменений и эмбриональной выживаемостью [12].

Для борьбы с этими болезнями все чаще используют комплексные пробиотические препараты. Например, описано положительное дей-

ствие на организм коров пробиотика, содержащего штаммы *Enterococcus spp.* и смесь экстрактов натуральных эфирных масел. По данным разработчиков препарат сочетает в себе пробиотическую активность, выраженное антимикробное, противовоспалительное и антиоксидантное действие. При его применении в составе микрофлоры цервико-вагинальных выделений у коров снижается количество фузобактерий, бактероидов, энтеробактерий, актиномицетов, которые приводят к возникновению эндометритов [12, 13]. Эффект связан с общим восстановлением организма коров, а также оздоровлением рубцовой и кишечной микрофлоры, которая и является первичным источником патогенов репродуктивной системы коров.

Также имеются данные о хорошей эффективности кормовой добавки, содержащей штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* RP-1705. Связано это с тем, что сахаромикеты активно поглощают кислород в рубце и сдерживают размножение аэробов, стимулируют рост бактерий, утилизирующих молочную кислоту, повышают pH рубца до физиологических значений, создают условия для нормальной жизнедеятельности целлюлозолитической микрофлоры. Помимо дрожжевых микроорганизмов с положительным эффектом изучен аэробный микрогрибок *Aspergillus oryzae*. Он продуцирует много разных ферментов, благодаря чему увеличивается переваримость клетчатки кормов. Его целесообразно применять животным одновременно с другими микроэкологическими препаратами, например, совместно с дрожжевым пробиотиком, что оказывает синергичный эффект на ферментную активность целлюлозолитических бактерий [14].

При рассмотрении вопросов борьбы с наиболее актуальными болезнями высокопродуктивных коров необходимо учитывать не только полноценность, но и качество кормов, особенно грубых. В настоящее время практически во всех странах при заготовке силосованных кормов используют микробиологические биоконсерванты. Преимущество отдается гетероферментативным бактериям, которые вырабатывают практически в равной мере молочную и уксусную кислоту. Это *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus praeacasei* и другие, которые метаболизируют глюкозу, способны подавлять развитие нежелательной микрофлоры, выступают в качестве катализатора силосования, продуцируют ряд ферментов - протеазы, амилазы, липазы, целлюлазы, что также является благоприятным для силосования [15].

Однако в настоящее время на рынке есть много биопрепаратов без доказанной эффективности. Из-за этого консерванты не оказывают необходимого действия или даже плохо влияют на силосование корма. Так, имеют широкое распространение биоконсерванты на основе высушенных штаммов лактобактерий. Лиофильное высушивание – это стресс для лактобактерий. Штаммы, входящие в состав таких препаратов, медленно восстанавливают свою активность в силосе и являются неконкурентоспособными во внешней среде. Такие консерванты не учитывают и тот факт, что растительный корм часто поражен плесневыми грибами, метаболиты которых являются токсичными соединениями. В корме микотоксины часто присутствуют в комбинациях, что усиливает их суммарную токсичность при его поедании животными. Поэтому перспективным является разработка биоконсервантов, механизм действия которых направлен на: 1) сохранение питательных веществ корма, 2) подавление патогенной микрофлоры, 3) биотрансформацию микотоксинов.

Частично такими свойствами обладают молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus faecium*, которые, работая в синергизме, обладают повышенным кислотообразованием. Это позволяет обеспечить эффективное протекание процессов ферментации и быстрое подкисление зеленой массы, а также предотвратить вторичную ферментацию готового корма. Штаммы этих бактерий также обеспечивают высокую ингибирующую активность по отношению к плесневым грибам и дрожжам, обеспечивают аэробную стабильность корма при вскрытии кормового хранилища. Использование молочнокислых бактерий при силосовании позволяет увеличить сырой протеин с 12,5 % до 13,4 %, увеличить уровень растворимых углеводов и обменной энергии корма. Применение пробиотиков позволяет увеличить продуктивность коров: удой – на 8,6 %, количество молочного жира – на 11,4 % [15].

Получение и выращивание здоровых телят является одной из главных задач молочного животноводства. Оптимальным показателем является получение в год от каждой коровы одного здорового теленка. Тогда обеспечивается эффективная технология молочного скотоводства. Однако при выращивании телят необходимо учитывать, что они в первые месяцы жизни фактически не являются жвачными животными. В первые 3–4 недели жизни теленок совершенно не способен использовать крахмал и, следовательно, недополучает продукты его распада –

высокоценные летучие жирные кислоты. Его организм достаточно долго не в состоянии самостоятельно стабилизировать pH рубца. Эта проблема равносильна ацидозу у взрослого жвачного животного. Как следствие, снижается иммунитет, возникают диарея и респираторные заболевания. Расстройства системы пищеварения, вызванные бактериальными патогенами, становятся причиной более чем половины случаев гибели телят в раннем возрасте [16].

Поэтому быстрое созревание рубца через формирование правильного состава микробиома у телят является важным фактором обеспечения здоровья и будущей высокой продуктивности. Конкретные сроки формирования микробиома во многом зависят от выбора пробиотика. Установлено, что более раннее приучение телят к зерновому корму способствует развитию рубцового пищеварения. Имеются сведения, что лиофилизированная живая культура спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* 1–85 с лактозой способствует ускоренной активации пищеварительной системы и ее микробиома, а также повышает высвобождения питательных веществ из структурной клетчатки растительных кормов за счет ферментативной активности бактерий.

Похожими свойствами обладают пробиотические продукты, созданные с использованием методов полногеномного секвенирования. Так, имеются сведения по применению телятам двух штаммов микроорганизмов *Bacillus spp.* и *Enterococcus spp.* Они активируют нормофлору пищеварительной системы с возрастанием количества целлюлозолитиков, что позволяет телятам быстрее начать использовать для пищеварения все четыре отдела желудка. Двукратное увеличение популяции лактатферментирующих бактерий в рубце благоприятствует активному синтезу летучих жирных кислот, которые отвечают за быстрое развитие эпителия рубца. Образующиеся уксусная и пропионовая кислоты всасываются через стенку рубца и превращаются в метаболиты, которые теленок использует в качестве источников энергии, т.е. молодняк быстрее растет и развивается. Также происходит подавление патогенов – патогенных клостридий, кишечной палочки, сальмонеллы и других, что снижает риск возникновения диареи и респираторных заболеваний [16, 17, 18].

Заключение. Индустриализация молочного животноводства способствует большой восприимчивости высокопродуктивных животных к различным заболеваниям. В условиях современных молочных ферм состав рубцовой микрофлоры у коров имеет критически важное значе-

ние для их здоровья. Для разработки и коммерциализации микробиологических добавок необходимы исследования по их конструированию с использованием уникальных свойств пробиотических бактерий. Их действие должно быть направлено, прежде всего, на профилактику дисбиоза рубца и метаболических заболеваний у коров, улучшение здоровья взрослых животных и телят, противостояние стресс-факторам, повышение продуктивности и оптимизацию воспроизводства. В этой связи целесообразно для молочного крупного рогатого скота разрабатывать линейку пробиотических продуктов для всего технологического цикла, которая включает препараты: 1) для телят молочного периода выращивания; 2) для оптимизации микробиома рубца у коров; 3) для предупреждения метаболических нарушений у коров; 4) для лечения животных при мастите, эндометрите, ламините и других актуальных болезнях; 5) для биологического консервирования кормов. Такой комплекс микробиологических добавок, включенный в технологию молочного скотоводства, будет способствовать значительному росту эффективности отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прогноз рынка пробиотиков для кормов для животных (с 2024 по 2034 год): Fact.MR <https://www.factmr.com/report/2891/animal-feed-probiotics-market> (дата обращения: 28.02.2025).
2. Probiotics in Animal Feed Market by Livestock, Source, Form and region – Global Forecast to 2025 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://marketsandmarkets.com>. – Date of access: 23.04.2024.
3. Состояние молочного и мясного скотоводства в мире / Т. В. Остапчук, Р. Р. Мухаметзянов, Г. К. Джанчарова [и др.] // Московский экономический журнал. – 2021. – № 12. – С. 219–243.
4. Ключевые проблемы современного скотоводства и их решение / Г. Лаптев, Е. Ёылдырым, Н. Новикова [и др.] // Ценовик. – 2023, сентябрь. – С. 40–44.
5. Pillai D. K., Amachawadi R. G., Baca G., Narayanan S., Nagaraja T.G. Leukotoxic activity of *Fusobacterium necrophorum* of cattle origin. *Anaerobe*, 2019, 56: 51–56 (doi: 10.1016/j.anaerobe.2019.02.009).
6. Курдеко, А. П. Современные представления о кетозе и жировом гепатозе у коров / А. П. Курдеко // Школа молока КЛИМ : сборник статей. – Минск, 2018. – С. 3–10.
7. Садонов, Н. А. Биологические стимуляторы в животноводстве и птицеводстве. Монография / Н. А. Садонов. – Dusseldorf, 2018. – 386 с.
8. Kleen, J. L., Upgang, L. & Rehage, J. Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. *Acta Vet Scand* 55, 48 (2013). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-48>.
9. Cabral LDS, Weimer PJ. *Megasphaera elsdenii*: Its Role in Ruminant Nutrition and Its Potential Industrial Application for Organic Acid Biosynthesis. *Microorganisms*. 2024 Jan 21;12(1):219. doi: 10.3390/microorganisms12010219. PMID: 38276203; PMCID: PMC10819428.

10. Пробиотики в кормлении / Е. А. Ёылдырым, Г. Ю. Лаптев, Л. А. Ильина [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Том 55, № 6. – С. 1204–1219.
11. Использование макропористых сорбентов для усиления и стабилизации пробиотических свойств кормовых синбиотиков / А. В. Чижаева, Г. Н. Дудикова, М. Т. Велямов [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 3. – С. 71–75.
12. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения / Н. А. Ушакова, Р. В. Некрасов, В. Г. Правдин [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 184–192.
13. Кучинский, М. П. Современные проблемы контаминации кормов микотоксинами и подходы к профилактике микотоксикозов животных / М. П. Кучинский, Г. М. Кучинская // Экология и животный мир. – 2023. – № 2. – С. 57–65.
14. Маммаева, Т. Дрожжевые пробиотики // Комбикорма. – 2023. – № 3. – С. 41–44.
15. Лавренова, В. Инновационные разработки для заготовки силоса / В. Лавренова // Ценовик. – 2023. – № 4. – С. 28–33.
16. Какие проблемы решают пробиотики / Е. Ёылдырым, Ю. Лаптев, Л. Ильина [и др.] // Комбикорма. – 2024. – №1. – С. 56–62.
17. Эффективность применения новых пробиотикоферментных добавок в кормлении телят / Р. В. Некрасов, Н. И. Анисова, А. А. Овчинников [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – № 8. —С. 39-42.
18. Миколайчик, И. Н. Практические аспекты применения микробиологических добавок в молочном скотоводстве / И. Н. Миколайчик, Л. А. Морозова, И. В. Арзин // Аграрный вестник. – 2018. – № 03 (170). – С. 37–41.