

Научная статья
УДК 636.084.4
doi:10.35694/YARCX.2024.66.2.006

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

И. Н. Сычева¹, Е. В. Казакова², Е. С. Латынина³, Д. В. Свистунов⁴, Н. С. Артюхова⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ирина Николаевна Сычева, K_marina4@mail.ru

Реферат. На сегодняшний день развитие современных технологий в сельском хозяйстве сопровождается активным производством и расширением сфер применения пробиотических препаратов, которые благодаря своим уникальным свойствам находят всё более широкое применение в практике животноводства. За последние несколько лет они были признаны альтернативами антибиотикам в животноводстве на основании того, что, применяя значительное количество определённых полезных бактерий, возможно подавлять рост патогенных бактерий и предупреждать доступ патогенов в желудочно-кишечный тракт животного, при этом они не оставляют токсичных остаточных веществ и не вызывают отрицательных побочных явлений в организме. Данный обзор направлен на изучение влияния дополнения рационов жвачных животных пробиотическими препаратами. Установлено, что эти альтернативные добавки благотворно воздействуют как на здоровье животных, так и на их продуктивность, а именно: влияют на стабилизацию среды рубца, ингибирование размножения патогенных бактерий в желудочно-кишечном тракте, модуляцию иммунного ответа, усиление ферментации, доступность и использование питательных веществ, рост животных и производство продукции. Исследователи установили, что применение пробиотиков может способствовать повышению качества молока, улучшению показателей роста, увеличению среднесуточного привеса, повышению эффективности кормления и снижению случаев диареи у жвачных. Таким образом, обогащение рационов комплексом биологически активных веществ в виде пробиотических кормовых добавок является простой и в то же время эффективной возможностью повысить продуктивность сельскохозяйственных животных. В связи с этим необходимо более глубокое изучение действия того или иного препарата, а также взаимодействия различных компонентов, входящих в состав биологически активных веществ, во избежание каких-либо побочных негативных последствий для здоровья животных или получаемого от них продукта.

Ключевые слова: пробиотики, животноводство, крупный рогатый скот, пищеварение, иммунитет, продуктивность

USE OF PROBIOTICS TO INCREASE THE PRODUCTIVE QUALITIES OF FARM ANIMALS

I. N. Sycheva¹, E. V. Kazakova², E. S. Latynina³, D. V. Svistunov⁴, N. S. Artyukhova⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

Author responsible for the correspondence: Irina N. Sycheva, K_marina4@mail.ru

Abstract. Today, the development of modern technologies in agriculture is accompanied by active production and expansion of the scope of probiotic preparations, which due to their unique properties, are increasingly used in animal husbandry practice. Over the past few years, they have been recognized as alternatives to antibiotics in animal husbandry on the basis that, using a significant amount of certain beneficial bacteria, it is possible to suppress the growth of pathogenic bacteria and prevent pathogens from entering the animal's gastrointestinal tract, while they do not leave toxic residues and do not cause negative side effects in the body. This review is aimed at studying the effect of supplementing ruminant diets with probiotic preparations. These alternative additives have been found to have beneficial effects on both animal health and

productivity, namely, stabilization of the rumen environment, inhibition of pathogenic bacteria generation in the gastrointestinal tract, modulation of the immune response, increased fermentation, availability and use of nutrients, animal growth and production. The researchers found that the use of probiotics can help increase milk quality, improve growth performance, increase the average daily weight gain, increase feed efficiency and reduce diarrhea in ruminants. Thus, enriching diets with a complex of biologically active substances in the form of probiotic feed additives is a simple and at the same time effective opportunity to increase the productivity of farm animals. In this regard, a deeper study of the effect of a particular drug, as well as the interaction of various components that make up biologically active substances, is necessary in order to avoid any negative side effects on animal health or the product obtained from them.

Keywords: *probiotics, animal husbandry, cattle, digestion, immunity, productivity*

Введение. Несомненно, кормление сельскохозяйственных животных имеет решающее значение в развитии отрасли животноводства, в связи с этим во всём мире проводятся многочисленные исследования, направленные на улучшение его эффективности, посредством применения разнообразных биологически активных кормовых добавок [3]. Кормовые добавки позволяют улучшить качество корма для сельскохозяйственных животных, повысить их продуктивность, здоровье и общее самочувствие. Вопрос об использовании стимуляторов роста и антибиотиков в качестве кормовой добавки для скота был поставлен под сомнение в связи с появлением и передачей устойчивых к противомикробным препаратам бактерий, способных создать угрозу для здоровья сельскохозяйственных животных и конечных потребителей полученной от данных животных продукции. После запрета антибиотиков в кормах европейским законодательством в 2006 году появилась потребность в других терапевтических и профилактических альтернативах. Значительный интерес многих исследователей был направлен на пробиотические, пребиотические и симбиотические средства в качестве возможной альтернативы антибиотическим препаратам в отрасли животноводства [4].

Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов определило пробиотики как кормовые добавки, которые содержат или являются естественным источником жизнеспособных микроорганизмов. Они описываются как нетоксичные, непатогенные и в целом являются безопасными. За последние несколько лет они были признаны альтернативами антибиотикам в животноводстве на основании того, что в результате применения значительного количества определённых полезных бактерий возможно подавлять рост патогенных бактерий и предупреждать доступ патогенов в желудочно-кишечный тракт животного [5], а также они не оставляют токсичных остаточных веществ и не влекут отрицательных побочных явлений в организме. Их прохождение через желудочно-кишечный тракт животных количественно и качественно влияет на кишечный микробиом, модифицируя иммунную систему и улучшая здоровье и продуктивность.

Распространённые штаммы пробиотиков и механизм их действия

Несмотря на то, что большинство микроорганизмов имеют пробиотический потенциал, наиболее распространёнными в кормлении сельскохозяйственных животных на сегодняшний день являются: *Bifidobacteria*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* и *Lactobacillus*, *Aspergillus oryzae*, *Candida pintolopesii*, *Saccharomyces cerevisiae* и *boulardii* [6; 7]. Многочисленными исследованиями также установлено, что полиштаммовые пробиотические препараты оказывают наиболее выраженный эффект на здоровье и продуктивность сельскохозяйственных животных, в сравнении с моноштаммовыми средствами [8; 9]. Полиштаммовые пробиотики продемонстрировали значительную эффективность в стимуляции иммунной системы и её функций, конкурируя с другими микроорганизмами за питательные вещества, проявляя бактерицидную и антибактериальную активность и конкурируя за место прикрепления. Примеры коммерческих полиштаммовых пробиотиков включают PoultryStar ME, содержащий *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus reuteri*, *L. salivarius* и *Enterococcus faecium*; PrimaLac, содержащий *Bifidobacterium thermophilum*, *E. faecium* и *Lactobacillus spp.*, и Microguard, содержащий различные виды *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Bifidobacterium* и *Streptococcus* [10–14].

Механизм действия пробиотических препаратов направлен на колонизацию ЖКТ животного протоцеллюлами, выполняющими неспецифический контроль условно-патогенной микрофлоры, посредством регулирования её в составе микробиота кишечника. Таким образом, использование пробиотических препаратов в кормлении сельскохозяйственных животных оказывает содействие для развития полезной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, которая, прикрепляясь к эпителиальным клеткам желудка и кишечника, обеззараживает токсины, участвует в синтезе витаминов и аминокислот, в результате чего способствует усвоению питательных веществ для повышения эффективности преобразования корма,

и, как результат, происходит повышение продуктивных качеств животного [15].

Кишечная микробиота играет решающую роль в защите своего хозяина от патогенных микробов, занимая места адгезии, производя антибактериальные вещества и потребляя питательные вещества. Когда кишечная микробиота становится ненормальной, вредные микроорганизмы чрезмерно размножаются и в конечном итоге вызывают значительный окислительный стресс. Окислительный стресс означает, что внутриклеточные уровни радикалов кислорода увеличиваются, что приводит к повреждению липидов, белков и ДНК, и это связано со многими патологическими состояниями, а также с повышенными уровнями активных форм кислорода (АФК) и липидов, перекисное окисление. Производство свободных радикалов высокого уровня в кишечнике будет оказывать цитотоксическое действие на фосфолипиды мембран эпителиальных клеток кишечника. Пробиотики могут продуцировать различные виды антиоксидантных метаболитов, такие как глутатион, бутират и фолат. Кроме того, пробиотики являются важными факторами, которые влияют на окислительный статус кишечника, проявляя прямые антиоксидантные свойства и индуцируя внутреннюю сигнальную антиоксидантную защиту организма. Установлено, что пробиотик *B. coagulans* может облегчать окислительный стресс за счёт повышения активности миелопероксидазы и антисупероксидного анион-свободного радикала, снижения содержания малонового диальдегида, контроля уровней регуляции транскрипции антиоксидантных ферментов. Сообщалось, что несколько типов тяжёлых металлов, таких как кадмий и ртуть, вызывают окислительный стресс, индуцируя выработку АФК. Одна из наиболее важных причин заключается в том, что тяжёлые металлы влияют на некоторые ключевые ферменты антиоксидантной системы, такие как супероксиддисмутаза. Некоторые пробиотики, принадлежащие к грамположительным бактериям, могут снять этот окислительный стресс, связывая тяжёлые металлы [16–18].

Применение пробиотических препаратов в кормлении жвачных животных

Установлено, что пищеварительный тракт полигастрических животных содержит порядка пяти тысяч разнообразных видов бактерий, при этом их рубец населяют, многочисленные популяции анаэробных микроорганизмов [19]. Различные проблемы со здоровьем у скота могут быть связаны с нездоровым или несбалансированным микробиомом их кишечника. На сегодняшний день изучается множество новых подходов к улучшению состояния микробиома пищеварительного тракта жвачных животных, в частности рубца.

Предполагается, что применение пробиотиков может способствовать повышению качества молока, улучшению показателей роста, увеличению среднесуточного привеса, повышению эффективности кормления и снижению случаев диареи у жвачных. Так, применение мультивидового пробиотического препарата, в состав которого входит пять различных штаммов бактерий: *E. faecium*, *P. acidilactici*, *B. bifidum*, *L. casei* и *L. Acidophilus*, смесь ферментов и натуральный ароматизатор, экстракты мёртвых дрожжей и пептидов, а также сухая сыворотка – нормализовало состояние молочных телят, страдающих диареей и повысило их среднесуточные привесы [20–22]. В эксперименте на буйволах после добавления полиштаммового пробиотика, содержащего шесть бактериальных штаммов (*Streptococcus faecium*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus lactis*) и два штамма дрожжей (*Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces cerevisiae*), не наблюдалось значительных изменений в отношении показателей прироста их живой массы и потребления корма, однако был установлен высокий среднесуточный удой и сниженный коэффициент конверсии корма [23].

Кроме того, Kembabazi et al. [24] обнаружили, что смесь *Lactobacilli plantarum* и *Saccharomyces cerevisiae* способствуют устойчиво низкой концентрации лактата в рубце, тем самым обеспечивая среду с низким рН для активности *S. cerevisiae*, которая часто увеличивает количество бактерий в рубце, конкурируя с бактериями, утилизирующими крахмал, и создавая благоприятные условия для целлюлозолитической активности бактерий, что в результате приводит к увеличению использования корма.

В другом исследовании Olchoway et al. [25] было изучено влияние жидких распыляемых пробиотиков, содержащих мультивидовые, мультиштаммовые бактерии и дрожжи – *Lactobacillus spp.* (*L. parafarraginis*, *L. buchneri*, *L. rafi*, *L. Zeae*, минимальная концентрация каждого штамма составляла 10^6 КОЕ/мл), *Acetobacter fabarum* (минимальная концентрация 10^5 КОЕ/мл) и *Candida ethanolica* (минимальная концентрация 10^6 КОЕ/мл) – в качестве подкормки пастбищ для лактирующих молочных коров, на качественные и количественные показатели их молока. Было установлено, что коровы, содержащиеся на данных пастбищах, давали значительно больший объём молока высокого качества (по содержанию белка и жира). Немного ранее Deng Q. et al. [26] оценили влияние интравагинального введения пробиотиков (смеси молочнокислых бактерий, содержащей *Lactobacillus samei*, *P. acidilactici FUA3138*

и *P. acidilactici*) перед отёлом на метаболический статус и увеличение молочной продуктивности молочных коров в переходный период [27; 28].

Тем не менее, несмотря на клиническую результативность пробиотических средств, также должна быть обеспечена безопасность применяемых микроорганизмов. Это говорит о том, что оценке факторов риска конкретного штамма необходимо уделять должное внимание. Большинство пробиотических штаммов получили статус «общепризнанных безопасных» (GRAS) из-за продолжительного времени использования их в качестве пробиотиков [29], однако нельзя исключать, что каждый новый пробиотик может обладать нежелательными свойствами, такими как факторы вирулентности, переносимая устойчивость к противомикробным препаратам, гемолитический потенциал и производство токсичных биохимических веществ [30]. Кроме того, адекватного внимания заслуживает оценка идентичности штамма в сочетании со способом идентификации штам-

ма. Следует также тщательно изучить потенциал трансмиграции штамма через желудочно-кишечный барьер, что может привести к инвазивной оппортунистической инфекции [31]. Среди других потенциальных факторов риска, на которые следует обратить внимание, относится способность передавать приобретённую устойчивость к противомикробным препаратам, возможность стимулирования вредных метаболических эффектов, чрезмерная иммунная стимуляция, детерминанты вирулентности и токсигенность конкретного штамма, уровень чистоты продукта и колонизация, а также генетическая стабильность штамма во времени [32; 33].

Выводы. Результаты анализа литературных источников по эффективности применения пробиотических препаратов свидетельствуют о том, что включение последних в рационы сельскохозяйственных животных сопровождается повышением их продуктивных качеств, при отсутствии негативно-го воздействия.

Список источников

1. Alayande K. A., Aiyegoro O. A., Ateba C. N. Probiotics in Animal Husbandry: Applicability and Associated Risk Factors // Sustainability. 2020. № 12 (3). P. 1087. DOI 10.3390/su12031087.
2. Дускаев Г. К., Левахин Г. И., Королёв В. Л. [и др.] Использование пробиотиков и растительных экстрактов для улучшения продуктивности жвачных животных (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102, № 1. С. 136–148. DOI 10.33284/2658-3135-102-1-136.
3. Hu Y., Cheng H., Tao S. Environmental and human health challenges of industrial livestock and poultry farming in China and their mitigation // Environment International. 2017. № 107. P. 111–130. DOI 10.1016/j.envint.2017.07.003.
4. Cholewińska P., Czyż K., Nowakowski P. [et al.] The microbiome of the digestive system of ruminants – a review // Animal Health Research Reviews. 2020. № 21 (1). P. 3–14. DOI 10.1017/S1466252319000069.
5. Khan R. U., Naz S., Dhama K. [et al.] Direct-Fed Microbial: Beneficial Applications, Modes of Action and Prospects as a Safe Tool for Enhancing Ruminant Production and Safeguarding Health // International Journal of Pharmacology. 2016. Vol. 12, Is. 3. P. 220–231. DOI 10.3923/ijp.2016.220.231.
6. Llewellyn M. S., Boutin S., Hoseinifar S. H. [et al.] Teleost microbiomes: the state of the art in their characterization, manipulation and importance in aquaculture and fisheries // Frontiers in microbiology. 2014. Vol. 5:207. DOI 10.3389/fmicb.2014.00207.
7. Mookiah S., Siew C. C., Ramasamy K. [et al.] Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2014. № 94 (2). P. 341–348. DOI 10.1002/jsfa.6365.
8. Doan H. V., Hoseinifar S. H., Dawood M. A. O. [et al.] Effects of Cordyceps militaris spent mushroom substrate and Lactobacillus plantarum on mucosal, serum immunology and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) // Fish & Shellfish Immunology. 2017. Vol. 70. P. 87–94. DOI 10.1016/j.fsi.2017.09.002.
9. Zorriehzakra M. J., Delshad S. T., Adel M. [et al.] Probiotics as beneficial microbes in aquaculture: an update on their multiple modes of action: a review // Veterinary Quarterly. 2016. Vol. 36, Is. 4. P. 228–241. DOI 10.1080/01652176.2016.1172132.
10. Douillard F. P., Mora D., Eijlander R. T. [et al.] Comparative genomic analysis of the multispecies probiotic-marketed product VSL#3 // PLoS ONE. 2018. № 13 (2). e0192452. DOI 10.1371/journal.pone.0192452.
11. Soltani S., Hammami R., Cotter P. D. [et al.] Bacteriocins as a new generation of antimicrobials: toxicity aspects and regulations // FEMS Microbiology Reviews. 2021. Vol. 45, Is. 1. fuaa039. DOI 10.1093/femsre/fuua039.
12. Melo-Bolívar J. F., Ruiz Pardo R. Y., Hume M. E. [et al.] Multistrain probiotics use in main commercially cultured freshwater fish: a systematic review of evidence // Reviews in Aquaculture. 2021. Vol. 13, Is. 4. P. 1758–1780. DOI 10.1111/raq.12543.

13. Astolfi M. L., Protano C., Schiavi E. [et al.] A prophylactic multi-strain probiotic treatment to reduce the absorption of toxic elements: In-vitro study and biomonitoring of breast milk and infant stools // Environment International. 2019. Vol. 130. 104818. DOI 10.1016/j.envint.2019.05.012.
14. Daisley B. A., Monachese M., Trinder M. [et al.] Immobilization of cadmium and lead by *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 mitigates apical-to-basolateral heavy metal translocation in a Caco-2 model of the intestinal epithelium // Gut Microbes. 2019. Vol. 10, Is. 3. P. 321–333. DOI 10.1080/19490976.2018.1526581.
15. Rahman M. M., Sykiotis G. P., Nishimura M. [et al.] Declining signal dependence of Nrf2-MafS-regulated gene expression correlates with aging phenotypes // Aging Cell homepage. 2013. Vol. 12, Is. 3. P. 554–562. DOI 10.1111/accel.12078.
16. Zhou Y., Zeng Z., Xu Y. [et al.] Application of Bacillus coagulans in Animal Husbandry and Its Underlying Mechanisms // Animals. 2020. Vol. 10, Is. 3. P. 454. DOI 10.3390/ani10030454.
17. Hoseinifar S. H., Sun Y.-Z., Wang A. [et al.] Probiotics as Means of Diseases Control in Aquaculture, a Review of Current Knowledge and Future Perspectives // Frontiers in Microbiology. 2018. Vol. 9. 2429. DOI 10.3389/fmicb.2018.02429.
18. Mbarga M. J. Arsène, Anytoulou K. L. Davares, Smolyakova L. A. [et al.] The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics // Veterinary World. 2021. № 14 (2). P. 319–328. DOI 10.14202/vetworld.2021.319-328.
19. Liu K., Zhang Y., Yu Z. [et al.] Ruminant microbiota-host interaction and its effect on nutrient metabolism // Animal Nutrition. 2021. Vol. 7, Is. 1. P. 49–55. DOI 10.1016/j.aninu.2020.12.001.
20. Renaud D. L., Kelton D. F., Weese J. S. [et al.] Evaluation of a multispecies probiotic as a supportive treatment for diarrhea in dairy calves: A randomized clinical trial // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102, Is. 5. P. 4498–4505. DOI 10.3168/jds.2018-15793.
21. Сычева И. Н. Свойства шерсти волгоградских овец с разным цветом жиропота // Овцы, козы, шерстяное дело. 2007. № 4. С. 51. EDN ОКЕТСР.
22. Проскурнина А. Н., Сычева И. Н. Молочная продуктивность альпийской и англо-нубийской пород коз в условиях экофермы «Милкин дом» Московской области // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 4. С. 33–35. EDN XDNFBJ.
23. Naidu Y., Ananda Rao K., Venkata Seshaiha Ch. [et al.] Effect of Feeding Multi-Strain Probiotic on Feed Intake and Milk Production Performance in Murrah Buffaloes // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2021. Vol. 10, Is. 5. P. 409–417. DOI 10.20546/ijcmas.2021.1005.048.
24. Kembabazi B., Ondiek J. O., Migwi P. K. Effect of single or mixed strain probiotics on milk yield of dairy cows // Livestock Research for Rural Development. 2021. Vol. 33 (1). URL: <https://www.lrrd.org/lrrd33/1/brend3307.html> (дата обращения: 04.03.2024).
25. Olchowoy T. W. J., Soust M., Alawneh J. The effect of a commercial probiotic product on the milk quality of dairy cows // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102, Is. 3. P. 2188–2195. DOI 10.3168/jds.2018-15411.
26. Deng Q., Odhiambo J. F., Farooq U. [et al.] Intravaginal probiotics modulated metabolic status and improved milk production and composition of transition dairy cows1 // Journal of Animal Science. 2016. Vol. 94, Is. 2. P. 760–770. DOI 10.2527/jas.2015-9650.
27. Maamouri O., Selmi H., M'hamdi N. Effects of Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Feed Supplement on Milk Production and its Composition in Tunisian Holstein Friesian Cows // Scientia Agriculturae Bohemica. 2014. № 45. P. 170–174. DOI 10.2478/sab-2014-0104.
28. Ayad M. A., Benallou B., Saim M. S. [et al.] Impact of Feeding Yeast Culture on Milk Yield, Milk Components, and Blood Components in Algerian Dairy Herds // Journal of Veterinary Science and Technology. 2013. № 4 (2). P. 135–140. DOI 10.4172/2157-7579.1000135.
29. Plessas S., Nouska C., Karapetsas A. [et al.] Isolation, characterization and evaluation of the probiotic potential of a novel Lactobacillus strain isolated from Feta-type cheese // Food Chemistry. 2017. Vol. 226. P. 102–108. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.01.052.
30. Lee S., Lee J., Jin Y.-I. [et al.] Probiotic characteristics of Bacillus strains isolated from Korean traditional soy sauce // LWT – Food Science and Technology. 2017. Vol. 79. P. 518–524. DOI 10.1016/j.lwt.2016.08.040.
31. Huys G., Botteldoorn N., Delvigne F. [et al.] Microbial characterization of probiotics-Advisory report of the Working Group “8651 Probiotics” of the Belgian Superior Health Council (SHC) // Molecular Nutrition Food Research. 2013. Vol. 57, Is. 8. P. 1479–1504. DOI 10.1002/mnfr.201300065.
32. Chang X., Lambo M. T., Liu D. [et al.] The study of the potential application of nanofiber microcapsules loading lactobacillus in targeted delivery of digestive tract in vitro // LWT. 2021. Vol. 148. 111692. DOI 10.1016/j.lwt.2021.111692.
33. Sornplang P., Piyadeatsoontorn S. Probiotic isolates from unconventional sources: a review // Journal of Animal Science Technology. 2016. № 58. P. 26. DOI 10.1186/s40781-016-0108-2.

References

1. Alayande K. A., Aiyegoro O. A., Ateba C. N. Probiotics in Animal Husbandry: Applicability and Associated Risk Factors // Sustainability. 2020. № 12 (3). P. 1087. DOI 10.3390/su12031087.
2. Duskaev G. K., Levakhin G. I., Korolev V. L. [i dr.] Ispol'zovanie probiotikov i rastitel'nyh jekstraktov dlja uluchsheniya produktivnosti zhvachnyh zhivotnyh (obzor) // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2019. T. 102, № 1. S. 136–148. DOI 10.33284/2658-3135-102-1-136.
3. Hu Y., Cheng H., Tao S. Environmental and human health challenges of industrial livestock and poultry farming in China and their mitigation // Environment International. 2017. № 107. P. 111–130. DOI 10.1016/j.envint.2017.07.003.
4. Cholewińska P., Czyż K., Nowakowski P. [et al.] The microbiome of the digestive system of ruminants – a review // Animal Health Research Reviews. 2020. № 21 (1). P. 3–14. DOI 10.1017/S1466252319000069.
5. Khan R. U., Naz S., Dhama K. [et al.] Direct-Fed Microbial: Beneficial Applications, Modes of Action and Prospects as a Safe Tool for Enhancing Ruminant Production and Safeguarding Health // International Journal of Pharmacology. 2016. Vol. 12, Is. 3. P. 220–231. DOI 10.3923/ijp.2016.220.231.
6. Llewellyn M. S., Boutin S., Hoseinifar S. H. [et al.] Teleost microbiomes: the state of the art in their characterization, manipulation and importance in aquaculture and fisheries // Frontiers in microbiology. 2014. Vol. 5:207. DOI 10.3389/fmicb.2014.00207.
7. Mookiah S., Siew C. C., Ramasamy K. [et al.] Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2014. № 94 (2). P. 341–348. DOI 10.1002/jsfa.6365.
8. Doan H. V., Hoseinifar S. H., Dawood M. A. O. [et al.] Effects of Cordyceps militaris spent mushroom substrate and Lactobacillus plantarum on mucosal, serum immunology and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) // Fish & Shellfish Immunology. 2017. Vol. 70. P. 87–94. DOI 10.1016/j.fsi.2017.09.002.
9. Zorriehzaha M. J., Delshad S. T., Adel M. [et al.] Probiotics as beneficial microbes in aquaculture: an update on their multiple modes of action: a review // Veterinary Quarterly. 2016. Vol. 36, Is. 4. P. 228–241. DOI 10.1080/01652176.2016.1172132.
10. Douillard F. P., Mora D., Eijlander R. T. [et al.] Comparative genomic analysis of the multispecies probiotic-marketed product VSL#3 // PLoS ONE. 2018. № 13 (2). e0192452. DOI 10.1371/journal.pone.0192452.
11. Soltani S., Hammami R., Cotter P. D. [et al.] Bacteriocins as a new generation of antimicrobials: toxicity aspects and regulations // FEMS Microbiology Reviews. 2021. Vol. 45, Is. 1. fuaa039. DOI 10.1093/femsre/fuaa039.
12. Melo-Bolívar J. F., Ruiz Pardo R. Y., Hume M. E. [et al.] Multistrain probiotics use in main commercially cultured freshwater fish: a systematic review of evidence // Reviews in Aquaculture. 2021. Vol. 13, Is. 4. P. 1758–1780. DOI 10.1111/raq.12543.
13. Astolfi M. L., Protano C., Schiavi E. [et al.] A prophylactic multi-strain probiotic treatment to reduce the absorption of toxic elements: In-vitro study and biomonitoring of breast milk and infant stools // Environment International. 2019. Vol. 130. 104818. DOI 10.1016/j.envint.2019.05.012.
14. Daisley B. A., Monachese M., Trinder M. [et al.] Immobilization of cadmium and lead by *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 mitigates apical-to-basolateral heavy metal translocation in a Caco-2 model of the intestinal epithelium // Gut Microbes. 2019. Vol. 10, Is. 3. P. 321–333. DOI 10.1080/19490976.2018.1526581.
15. Rahman M. M., Sykiotis G. P., Nishimura M. [et al.] Declining signal dependence of Nrf2-MafS-regulated gene expression correlates with aging phenotypes // Aging Cell homepage. 2013. Vol. 12, Is. 3. P. 554–562. DOI 10.1111/accel.12078.
16. Zhou Y., Zeng Z., Xu Y. [et al.] Application of Bacillus coagulans in Animal Husbandry and Its Underlying Mechanisms // Animals. 2020. Vol. 10, Is. 3. P. 454. DOI 10.3390/ani10030454.
17. Hoseinifar S. H., Sun Y.-Z., Wang A. [et al.] Probiotics as Means of Diseases Control in Aquaculture, a Review of Current Knowledge and Future Perspectives // Frontiers in Microbiology. 2018. Vol. 9. 2429. DOI 10.3389/fmicb.2018.02429.
18. Mbarga M. J. Arsène, Anyutoulou K. L. Davares, Smolyakova L. A. [et al.] The use of probiotics in animal feeding for safe production and as potential alternatives to antibiotics // Veterinary World. 2021. № 14 (2). P. 319–328. DOI 10.14202/vetworld.2021.319-328.
19. Liu K., Zhang Y., Yu Z. [et al.] Ruminal microbiota-host interaction and its effect on nutrient metabolism // Animal Nutrition. 2021. Vol. 7, Is. 1. P. 49–55. DOI 10.1016/j.aninu.2020.12.001.
20. Renaud D. L., Kelton D. F., Weese J. S. [et al.] Evaluation of a multispecies probiotic as a supportive treatment for diarrhea in dairy calves: A randomized clinical trial // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102, Is. 5. P. 4498–4505. DOI 10.3168/jds.2018-15793.
21. Sycheva I. N. Svoystva shersti volgogradskih ovec s raznym cvetom zhiropota // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2007. № 4. S. 51. EDN OKETCP.

22. Proskurnina A. N., Sycheva I. N. Molochnaja produktivnost' al'pijskoj i anglo-nubijskoj porod koz v uslovijah jekofermy «Milkin dom» Moskovskoj oblasti // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 4. С. 33–35. EDN XDNFBJ.
23. Naidu Y., Ananda Rao K., Venkata Seshaiiah Ch. [et al.] Effect of Feeding Multi-Strain Probiotic on Feed Intake and Milk Production Performance in Murrah Buffaloes // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2021. Vol. 10, Is. 5. P. 409–417. DOI 10.20546/ijcmas.2021.1005.048.
24. Kembabazi B., Ondiek J. O., Migwi P. K. Effect of single or mixed strain probiotics on milk yield of dairy cows // Livestock Research for Rural Development. 2021. Vol. 33 (1). URL: <https://www.lrrd.org/lrrd33/1/brend3307.html> (дата обращения: 04.03.2024).
25. Olchoway T. W. J., Soust M., Alawneh J. The effect of a commercial probiotic product on the milk quality of dairy cows // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102, Is. 3. P. 2188–2195. DOI 10.3168/jds.2018-15411.
26. Deng Q., Odhiambo J. F., Farooq U. [et al.] Intravaginal probiotics modulated metabolic status and improved milk production and composition of transition dairy cows // Journal of Animal Science. 2016. Vol. 94, Is. 2. P. 760–770. DOI 10.2527/jas.2015-9650.
27. Maamouri O., Selmi H., M'hamdi N. Effects of Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Feed Supplement on Milk Production and its Composition in Tunisian Holstein Friesian Cows // Scientia Agriculturae Bohemica. 2014. № 45. P. 170–174. DOI 10.2478/sab-2014-0104.
28. Ayad M. A., Benallou B., Saim M. S. [et al.] Impact of Feeding Yeast Culture on Milk Yield, Milk Components, and Blood Components in Algerian Dairy Herds // Journal of Veterinary Science and Technology. 2013. № 4 (2). P. 135–140. DOI 10.4172/2157-7579.1000135.
29. Plessas S., Nouska C., Karapetsas A. [et al.] Isolation, characterization and evaluation of the probiotic potential of a novel Lactobacillus strain isolated from Feta-type cheese // Food Chemistry. 2017. Vol. 226. P. 102–108. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.01.052.
30. Lee S., Lee J., Jin Y.-I. [et al.] Probiotic characteristics of Bacillus strains isolated from Korean traditional soy sauce // LWT – Food Science and Technology. 2017. Vol. 79. P. 518–524. DOI 10.1016/j.lwt.2016.08.040.
31. Huys G., Botteldoorn N., Delvigne F. [et al.] Microbial characterization of probiotics-Advisory report of the Working Group “8651 Probiotics” of the Belgian Superior Health Council (SHC) // Molecular Nutrition Food Research. 2013. Vol. 57, Is. 8. P. 1479–1504. DOI 10.1002/mnfr.201300065.
32. Chang X., Lambo M. T., Liu D. [et al.] The study of the potential application of nanofiber microcapsules loading lactobacillus in targeted delivery of digestive tract in vitro // LWT. 2021. Vol. 148. 111692. DOI 10.1016/j.lwt.2021.111692.
33. Sornplang P., Piyadeatsoontorn S. Probiotic isolates from unconventional sources: a review // Journal of Animal Science Technology. 2016. № 58. P. 26. DOI 10.1186/s40781-016-0108-2.

Сведения об авторах

Ирина Николаевна Сычева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 7049-6721.

Екатерина Владимировна Казакова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 9254-5064.

Евгения Сергеевна Латынина – кандидат ветеринарных наук, преподаватель кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 7750-5826.

Дмитрий Валерьевич Свистунов – ассистент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 4250-7506.

Наталья Сергеевна Артюхова – старший преподаватель кафедры русского языка как иностранного и общетеоретических дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 5807-4126.

Information about the authors

Irina N. Sycheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, spin-code: 7049-6721.

Ekaterina V. Kazakova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", spin-code: 9254-5064.

Evgeniya S. Latynina – Candidate of Veterinary Sciences, Lecturer at the Department of Veterinary Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", spin-code: 7750-5826.

Dmitriy V. Svistunov – assistant of the Department of Veterinary Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", spin-code: 4250-7506.

Nataliya S. Artyukhova – senior lecturer of the Department of Russian as a Foreign Language and General Theoretical Disciplines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", spin-code: 5807-4126.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2022 ГОДУ ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ

Е. В. ЕГОРАШИНА, Р. В. ТАМАРОВА

ПОВЫШЕНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ

В монографии представлены результаты обширных и глубоких научных исследований по повышению молочной продуктивности коров разводимых в Ярославской области пород, с использованием самых современных методов зоотехнической науки – ДНК-тестирования и генетического маркирования, для улучшения качества молока и молочных продуктов, повышения эффективности и рентабельности отрасли. Исследования проведены в одном из лучших племязаводов – ЗАО «Агрофирма «Пахма», на поголовье коров племядра айрширской, голштинской и ярославской улучшенной пород, с изучением частоты встречаемости генетических маркеров признаков удоев и белковомолочности коров, их взаимосвязей, реализации генотипов животных разных пород в единых средовых условиях, продуктивного долголетия коров. Впервые выявлены наиболее эффективные сочетания комплексных генотипов по белкам молока каппа-казеину и бета-лактоглобулину. Намечены перспективы дальнейшей селекции по качественному совершенствованию стада ЗАО «Агрофирма «Пахма». Монография предназначена для научных сотрудников, преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов, руководителей и специалистов племенной службы, может использоваться в учебном процессе и практической работе с племенными стадами молочного скота

УДК 636.271.082.2; ББК 45.3; ISBN 978-5-98914-256-9

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ
ПО АДРЕСУ:

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru