

Создание экспериментальных образцов пробиотического препарата для сельскохозяйственных животных и определение содержания в них витамина B₁₂

(✉)Афанасьева Ю.Г., Колодина Е.В., Руппель И.А.

Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия – отдел Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий

Барнаул, Россия

(✉)e-mail: yuliya.afanaseva.9718@mail.ru

В современных реалиях особую значимость имеет идея здорового питания, что способствует увеличению спроса на экологически чистые и полноценные по своему составу продукты. В этой связи актуальными вопросами животноводства становятся снижение частоты использования антибиотиков и активное применение пробиотических добавок в основных рационах кормления. Также неотъемлемыми задачами отрасли являются сохранность молодняка и повышение продуктивности поголовья. Важнейший этап при создании пробиотика – выбор его состава. Наиболее частыми компонентами пробиотических добавок выступают лактобациллы и пропионово-кислые бактерии, поскольку данные микроорганизмы обладают необходимым набором технологически ценных свойств. Пропионовокислые бактерии являются продуцентами витамина B₁₂, который положительно влияет на белковый обмен и повышает усвояемость кормов. В полной мере потребность в витамине B₁₂ у животных не удовлетворяется, поэтому становится необходимым его включение в состав кормовых добавок. Лактобациллы обладают высокой биологической и антагонистической активностью, оказывают иммуностимулирующее действие. Во время предыдущих и текущих исследований, проведенных на базе Сибирского научно-исследовательского института сыроделия, была подобрана оптимальная питательная среда для накопления биомасс указанных микроорганизмов, а также оптимальная доза их внесения в пробиотический препарат. На основании этих данных составлены три экспериментальных образца биопрепарата для сельскохозяйственных животных. При создании образцов применено как совместное, так и раздельное культивирование. Также в ходе исследования определяли активную кислотность и содержание витамина B₁₂ во всех образцах. Содержание витамина B₁₂ варьировало от $0,70 \pm 0,01$ до $0,82 \pm 0,03$ мкг/мл. В результате проделанной работы установлено, что образец № 1 наиболее оптимален с точки зрения технологичности, а также количественного содержания витамина B₁₂.

Ключевые слова: пробиотик, витамин B₁₂, пробиотические микроорганизмы, пропионово-кислые бактерии, лактобациллы, сельскохозяйственные животные

Creation of experimental samples of a probiotic preparation for farm animals and measurement of vitamin B₁₂ content in them

(✉)Afanaseva Yu.G., Kolodina E.V., Ruppel I.A.

Siberian Research Institute of Cheese Making – Department of the Federal Altai Scientific Centre of Agro-BioTechnologies

Barnaul, Russia

(✉)e-mail: yuliya.afanaseva.9718@mail.ru

In modern realities the idea of healthy nutrition is of particular importance, this interest increases the demand of consumers for products that are ecologically clean and complete in their composition. In this regard, reduction of antibiotic use frequency and active application of probiotic additives in the main feed rations are becoming topical issues of livestock breeding. Also integral to the industry are the preservation of young stock and increasing the productivity of the herd. The most important step in creating a probiotic is choosing its composition. The most common components of probiotic supplements are lactobacillus and propionic acid bacteria, as these microorganisms have the necessary set of technologically valuable properties. Propionic acid bacteria are producers of vitamin B₁₂, which has a positive effect on protein metabolism and increases feed digestibility. Animals do not fully cover the need for vitamin B₁₂, so it becomes necessary to include it in the composition of the feed additives. Lactobacillus have high biological and antagonistic activity and exert immunostimulatory effect.

During previous and current studies conducted on the basis of the Siberian Research Institute of Cheese Making, the optimal nutrient medium for accumulation of biomasses of the above microorganisms was selected, as well as the optimal dose of their introduction into the probiotic preparation. Based on these data, three experimental samples of biopreparation for farm animals have been formulated. Both co-cultivation and separate cultivation were applied in the process of specimen creation. The study also determined the active acidity and vitamin B₁₂ content of all the samples. Vitamin B₁₂ content ranged from 0.70 ± 0.01 to 0.82 ± 0.03 µg/ml. As a result of the work done, it has been found that sample No. 1 is the most optimal in terms of processability, as well as the quantitative content of vitamin B₁₂.

Keywords: probiotic, vitamin B₁₂, probiotic microorganisms, propionic acid bacteria, lactobacillus, farm animals

Для цитирования: Афанасьева Ю.Г., Колодина Е.В., Руппель И.А. Создание экспериментальных образцов пробиотического препарата для сельскохозяйственных животных и определение содержания в них витамина B₁₂ // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 5. С. 99–105. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-5-9>

For citation: Afanaseva Yu.G., Kolodina E.V., Ruppel I.A. Creation of experimental samples of a probiotic preparation for farm animals and measurement of vitamin B₁₂ content in them. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 5, pp. 99–105. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-5-9>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время интерес со стороны потребителей к экологически чистым и полноценным по своему составу продуктам активно растет за счет популяризации темы здорового питания. В этой связи актуальными вопросами животноводства становятся отказ от частого использования антибиотиков и активное применение пробиотических добавок в основных рационах кормления. Кроме того, важнейшими задачами отрасли являются обеспечение сохранности молодняка и получение максимальной продуктивности поголовья [1]. При этом болезни желудочно-кишечного тракта животных, обусловленные нарушением баланса нормальной микрофлоры, вызывают наибольшие потери.

Вследствие различных заболеваний у животных часто возникают дисбактериозы [2, 3]. Для предупреждения инфекций и расстройств желудочно-кишечного тракта, вызванных условно-патогенной микрофлорой, а также в качестве стимулятора роста активно применяют кормовые антибиотики.

Данные препараты борются с посторонней микрофлорой и способствуют повышению сохранности поголовья. Однако они уничтожают не только возбудителей инфекций, но и нормальную часть микрофлоры кишечника. Помимо этого, у животных развивается лекарственная резистентность [4].

На данном этапе отказ от антибиотиков и применение различных биологических добавок становятся актуальными вопросами животноводства, что отражено в научных трудах последних лет. Большое внимание уделяется использованию экологически безопасных препаратов в качестве кормовых добавок. Наиболее перспективным является применение пробиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных [1].

Пробиотики представляют собой бактериальные препараты, содержащие культуры живых микроорганизмов, которые входят в состав нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Они не вызывают аллергических реакций у животных и оказывают положительное воздействие на организм¹. Применение пробиотиков в кормлении сель-

¹Кононенко С.И. Повышение биологического потенциала птицы за счет использования пробиотиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 127. С. 527–545.

скохозайственных животных способствует нормализации естественных процессов пищеварения и всасывания питательных веществ, позволяет справиться с последствиями лечения антибиотиками. Пробиотические кормовые добавки способствуют увеличению продуктивности поголовья при сохранении высокого качества получаемой продукции².

Чаще всего в состав пробиотических препаратов входят лактобациллы (*Lactobacillus plantarum*) и пропионовокислые бактерии (*Propionibacterium freudenreichii* spp.)³.

Лактобациллы представляют собой неподвижные грамположительные палочки, которые не образуют спор. Они широко применяются при создании пробиотических препаратов [5, 6], так как являются безвредными, обладают высокой биологической и антагонистической активностью, оказывают иммуностимулирующее действие. Данные бактерии синтезируют молочную кислоту, которая способствует снижению pH содержимого тонкого кишечника, что считается оптимальным условием для функционирования остальной микрофлоры.

Пропионовокислые бактерии – одни из самых полезных микроорганизмов. Наиболее распространенными представителями пропионовокислых бактерий являются *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* и *P. freudenreichii* subsp. *freudenreichii* [7].

P. freudenreichii spp. имеют статус безопасности GRAS (Generally Recognized as Safe). Это указывает на возможность их добавления в продукты питания и корма при отсутствии генетически модифицированных микроорганизмов [8]. Кроме того, пропионовокислые бактерии отлично биосовместимы с лакто- и бифидобактериями, что способствует росту облигатной микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных⁴ [9].

Одним из самых значимых свойств пропионовокислых бактерий является их способность синтезировать витамин B₁₂ (кобаламин).

Витамин B₁₂ выступает одним из факторов роста сельскохозяйственных животных и птиц, благотворно влияет на усвоение аминокислот и белковый обмен, повышает усвояемость растительных кормов, как следствие, значительно увеличивает продуктивность [10].

У крупного рогатого скота некоторое количество витамина B₁₂ синтезируется микрофлорой кишечника. Однако полноценно потребность организма в витамине B₁₂ не удовлетворяется, поэтому дополнительное количество витамина должно поступать с кормовыми добавками. Недостаток витамина B₁₂ снижает усвояемость белка, вследствие чего наступает анемия, сопровождающаяся задержкой роста и истощением организма [7, 10].

Кобальт, входящий в состав витамина B₁₂, необходим для жизнеобеспечения животного, однако в избытке может быть токсичен. В желудочно-кишечном тракте кобальт стимулирует рост микроорганизмов, синтезирующих витамины группы B [11]. Одним из вариантов получения витамина B₁₂ является микробный синтез, для которого используют пропионовокислые бактерии.

Таким образом, перечисленные полезные свойства лактобацилл и пропионовокислых бактерий позволяют рекомендовать их в качестве основы пробиотических препаратов, используемых в сельском хозяйстве.

Цель исследования – создание экспериментальных образцов пробиотического препарата для сельскохозяйственных животных и определение содержания в них витамина B₁₂.

Задачи исследования:

1) создание образцов пробиотического препарата для сельскохозяйственных животных с применением различных способов культивирования;

2) количественное определение витамина B₁₂ и технологически ценных свойств (активная кислотность) во всех экспериментальных образцах препарата.

²Соколенко Г.Г., Лазарев Б.П., Миньченко С.В. Пробиотики в рациональном кормлении животных // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. № 1 (5). С. 72–78.

³Морозова Л.А., Миколойчик И.Н., Достовалов Е.В. Гематологические показатели и микробиоценоз желудочно-кишечного тракта телят при скармливании кормовой добавки «Лактур» // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. № 1. С. 76–82.

⁴Драчева Л.В., Дорожко Е.В., Аврамчук О.А., Короткова Е.И., Рыжкова Е.П., Хао Ли, Данилова И.В. Изучение антиоксидантной активности пропионовокислых бактерий // Пищевая промышленность. 2009. № 2. С. 12–13.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на базе Сибирского научно-исследовательского института сыроделия (СибНИИС). Объектами изучения стали три экспериментальных образца пробиотического препарата для сельскохозяйственных животных на основе *L. plantarum* и *P. freudenreichii* spp. из Сибирской коллекции микроорганизмов СибНИИС.

Ранее были подобраны оптимальные питательные среды для накопления биомассы используемых пробиотических культур и пробиотика в целом. Нами были выбраны наиболее ценные по своим свойствам питательные среды: для пропионовокислых бактерий – среда на основе молочной сыворотки, для лактобацилл – среда на основе зерновых отрубей. Также была подобрана доза внесения пробиотических микроорганизмов – 1,0%.

В ходе исследования применяли как совместное, так и раздельное культивирование, так как для выбора образца с наилучшим проявлением необходимых характеристик имеет смысл рассматривать оба варианта культивирования.

Наличие в опытных образцах витамина B₁₂, синтезируемого пропионовокислыми бактериями, определяли количественно-диффузионным методом с помощью тест-организма – мутанта *Escherichia coli* 113-3 DSM 1900 (Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов ФГБНУ «ГосНИИгенетика») согласно установленной методике⁵. Используемый метод основан на установлении интенсивности роста тест-организма на агаровой среде вокруг лунок, в которые внесен определенный объем пропионовокислых бактерий, выращенных на жидкой питательной среде. В качестве контроля выступает стандартный раствор витамина B₁₂ в разных концентрациях. Развитие тест-организма (в миллиметрах зон

роста) зависит от количества витамина B₁₂ в данном объеме пропионовокислых бактерий.

Активную кислотность образцов определяли потенциометрически с помощью рН-метра Testo 205 (Германия).

Содержание *Lactobacillus* spp. в готовых образцах биопрепарата устанавливали методом предельных разведений путем глубинного посева в агаризованную среду Рогоза с инкубацией в течение 72 ч при 30 °С, количество *Propionibacterium* spp. – методом глубинного посева в твердую лактатную среду по Биргеру с инкубацией в течение 10 сут при 30 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования были составлены три экспериментальных образца пробиотика для сельскохозяйственных животных.

Наиболее оптимальным вариантом питательной среды для лактобацилл и пропионовокислых бактерий являлась среда, состоящая из деминерализованной сыворотки и отрубного отвара в соотношении 50 : 50%. Также в питательную среду добавляли дрожжевой автолизат в качестве дополнительного ростового фактора и хлористый кобальт (5 мг/1 дм³ среды), необходимый для синтеза витамина B₁₂ пропионовокислыми бактериями. Для заквашивания 1 л питательной среды использовали 10 мл пробиотических микроорганизмов в жидкой форме.

Опытный образец № 1 предполагал совместное культивирование микроорганизмов, № 2 и 3 – раздельное. Культивирование осуществляли в суховоздушном термостате ТВ-80-1 при 30 °С в колбах объемом 2000 мл.

На этапе наращивания биомассы, применявшейся для дальнейшего составления опытных образцов, микроорганизмы культивировали раздельно в колбах по 250 мл при 30 °С: три штамма пропионовокислых бактерий – 72 ч, два штамма лактобацилл – 24 ч. В качестве питательной среды для пропио-

⁵Практикум по микробиологии: учеб. пособие / под ред. Н.С. Егорова. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1976. 308 с.

новокислых бактерий использовали деминерализованную сыворотку, для лактобацилл – отрубной отвар.

При создании образца № 1 в 1000 мл питательной среды вносили 1,0% (10 мл) наращенной биомассы пропионовокислых бактерий. Затем проводили культивирование в течение 48 ч при 30 °С. Далее наращенную биомассу пропионовокислых бактерий раскисляли до pH = 6,5–6,8 для последующего внесения 1,0% (10 мл) наращенной биомассы лактобацилл. После осуществляли культивирование в течение 24 ч при 30 °С. В готовом варианте образца № 1 содержание *L. plantarum* составило $(7,80 \pm 1,29) \cdot 10^8$ КОЕ/см³, *P. freudenreichii* spp. – $(7,23 \pm 2,58) \cdot 10^8$ КОЕ/см³.

Для образца № 2 наращивание биомассы микроорганизмов производили отдельно. *P. freudenreichii* spp. и *L. plantarum* культивировали при 30 °С в течение 72 и 24 ч соответственно. Затем наращенные биомассы смешивали в соотношении 1 : 1 (500 : 500 мл). Содержание лактобацилл в готовом образце составило $(6,70 \pm 0,32) \cdot 10^8$ КОЕ/см³, пропионовокислых бактерий – $(6,31 \pm 1,59) \cdot 10^8$ КОЕ/см³.

В процессе создания образца № 3 осуществляли раздельное культивирование пробиотических микроорганизмов при 30 °С. *P. freudenreichii* spp. культивировали в течение 72 ч, *L. plantarum* – в течение 24 ч. Затем

в 1000 мл наращенной биомассы пропионовокислых бактерий вносили 10% (100 мл) биомассы лактобацилл. Численность лактобацилл в готовом образце составила $(1,43 \pm 0,41) \cdot 10^8$ КОЕ/см³, пропионовокислых бактерий – $(3,73 \pm 1,35) \cdot 10^8$ КОЕ/см³.

На каждом этапе составления опытных образцов пробиотика измеряли активную кислотность. На завершающем этапе изготовления вносили натрий лимоннокислый для поддержания буферной емкости. Данные по изучению кислотообразующей активности образцов представлены на рис. 1.

Согласно рис. 1, все опытные образцы биопрепарата обладают достаточно высокой активной кислотностью, при этом наименьшее значение pH отмечено у образца № 2 ($4,39 \pm 0,14$).

Ввиду того, что пропионовокислые бактерии являются продуцентами витамина B₁₂, для включения их в состав пробиотика необходимо было оценить уровень указанного витамина во всех экспериментальных образцах (см. рис. 2).

Полученные результаты подтвердили наличие витамина B₁₂ во всех исследуемых образцах. Данный факт указывает на проявление биологической активности разрабатываемого биопрепарата. При этом уровень витамина B₁₂ в образце № 1 был больше, чем в образцах № 2 и 3, на 14,6% и составил $0,82 \pm 0,03$ мкг/мл.

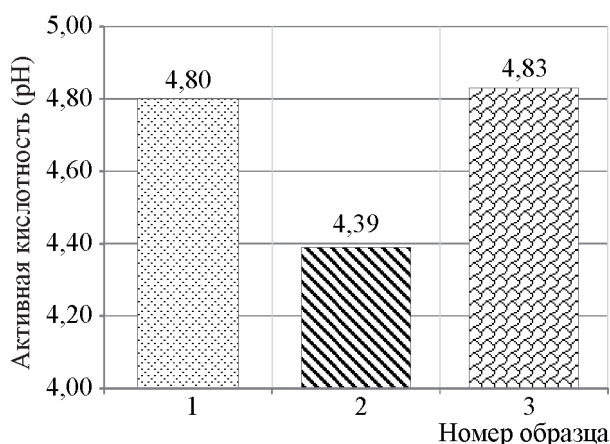


Рис. 1. Активная кислотность опытных образцов
Fig. 1. Active acidity of experimental samples

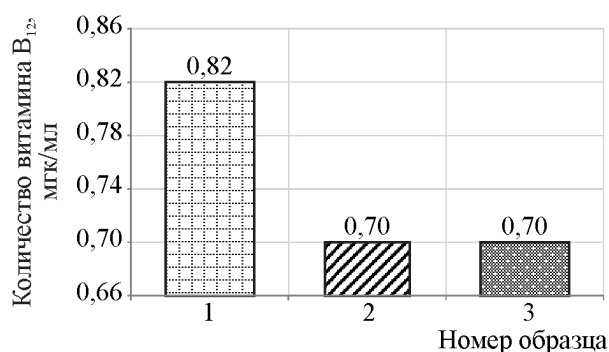


Рис. 2. Количество витамина B₁₂ в экспериментальных образцах

Fig. 2. The amount of vitamin B₁₂ in the experimental samples

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования на основе лактобацилл и пропионовокислых бактерий были составлены три опытных образца пробиотического препарата для сельскохозяйственных животных. Содержание *L. plantarum* в готовых образцах составило от $(1,43 \pm 0,41) \cdot 10^8$ до $(7,80 \pm 1,29) \cdot 10^8$ КОЕ/см³, *P. freudenreichii* spp. – от $(3,73 \pm 1,35) \cdot 10^8$ до $(7,23 \pm 2,58) \cdot 10^8$ КОЕ/см³. Наибольшее количество пробиотических микроорганизмов отмечено в опытном образце № 1. На каждом этапе было проведено измерение активной кислотности. Уровень pH варьировал от 4,39 до 4,83, что считается оптимальной кислотностью для проявления специфических свойств пробиотика. Все изучаемые образцы содержали витамин B₁₂, количество которого варьировало от $0,70 \pm 0,01$ до $0,82 \pm 0,03$ мкг/мл. При этом в образце № 1 содержание указанного витамина составило $0,82 \pm 0,03$ мкг/мл, что превышает его количество в образцах № 2 и 3 на 14,6%. Таким образом, наиболее оптимальным вариантом биопрепарата с точки зрения технологичности, проявления микробиологических, физико-химических свойств и количественного содержания витамина B₁₂ является опытный образец № 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буйров В.С., Мальцева М.А., Алдобаева Н.А. Научно-практическое обоснование применения пробиотиков в молочном скотоводстве и мясном птицеводстве // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. Т. 2. № 23. С. 79–86.
2. Функ И.А. Эффективность использования пробиотического препарата Плантариум в кормлении сукозных коз // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (64). С. 134–141. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-64-3-134-141.
3. Платонов А.В., Смирнова Ю.М., Лептев Г.Ю., Хоштария Е.Е. Опыт применения кормовой добавки «Румит» в рационах лактирующих коров // Зоотехния. 2024. № 8. С. 13–17. DOI: 10.25708/ZT.2024.54.20.003.
4. Васильева О.А., Нуффер А.И., Шацких Е.В. Альтернативные пути замены кормовых антибиотиков // Эффективное животноводство. 2019. № 4 (152). С. 13–15.

5. Функ И.А., Отт Е.Ф., Орлова Т.Н., Дорофеев Р.В., Шевченко К.Е. Лактобациллы и их применение в биотехнологии // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 19–21. DOI: 10.31515/1019-8946-2020-06-19-21.
6. Орлова Т.Н., Отт Е.Ф. Изучение перспективных штаммов *Lactobacillus plantarum* для дальнейшего их использования в животноводстве и птицеводстве // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 10. С. 85–88. DOI: 10.53083/1996-4277-2021-204-10-85-88.
7. Орлова Т.Н., Отт Е.Ф. Возможность использования пропионовокислых бактерий в рационах сельскохозяйственных животных и птиц в качестве источника витамина B₁₂ // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 8. С. 135–138.
8. Логвинова Т.И. Использование пропионовокислых микроорганизмов: от теории к практике // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 4. С. 164–177. DOI: 10.33284/2658-3135-106-4-164.
9. Орлова Т.В. Изучение биологической активности пропионовокислых бактерий // The Scientific Heritage. 2021. № 79-2 (79). С. 31–33. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-79-2-31-33.
10. Марченко М.В., Подволоцкая А.Б., Фищенко Е.С. Изучение возможности использования «диких» штаммов бактерий как возможных продуцентов витамина B₁₂ (кобаламина) // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 109–113. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10719.
11. Свиридов М.Л. Функции кобальта в организме сельскохозяйственных животных // Вестник науки. 2022. Т. 1. № 1 (46). С. 147–156.

REFERENCES

1. Buyarov V.S., Maltseva M.A., Aldobaeva N.A. Scientific and practical rationale of probiotics application in dairy cattle and meat poultry breeding. *Agrarniy vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian Journal of Upper Volga region*, 2018, vol. 2, no. 23, pp. 79–86. (In Russian).
2. Funk I.A. The efficiency of using the probiotic drug Plantarium in feeding gestation goats. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University*, 2022, no. 3 (64), pp. 134–141. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2022-64-3-134-141.

3. Platonov A.V., Smirnova Yu.M., Laptev G.Yu., Hoshtariya E.E. The experience of using "Rumit" feed additive in the diets of lactating cows. *Zootekhnika = Zootechnika*, 2024, no. 8, pp. 13–17. (In Russian). DOI: 10.25708/ZT.2024.54.20.003.
4. Vasil'eva O.A., Nufer A.I., Shatskih E.V. Alternative ways to replace feed antibiotics. *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient animal husbandry*, 2019, no. 4 (152), pp. 13–15. (In Russian).
5. Funk I.A., Ott E.F., Orlova T.N., Dorofeev R.V., Shevchenko K.E. Lactobacilli and their use in biotechnology. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*, 2020, no. 6, pp. 19–21. (In Russian). DOI: 10.31515/1019-8946-2020-06-19-21.
6. Orlova T.N., Ott E.F. Study of promising strains of *Lactobacillus plantarum* for their further use in animal husbandry and poultry farming. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2021, no. 10, pp. 85–88. (In Russian). DOI: 10.53083/1996-4277-2021-204-10-85-88.
7. Orlova T.N., Ott E.F. The possibility of using propionic bacteria in farm animal and poultry diets as a source of vitamin B₁₂. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2019, no. 8, pp. 135–138. (In Russian).
8. Logvinova T.I. The use of propionic acid microorganisms: from theory to practice. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*, 2023, vol. 106, no. 4, pp. 164–177. (In Russian). DOI: 10.33284/2658-3135-106-4-164.
9. Orlova T.V. The study of biological activity of propionic acid bacteria. *The Scientific Heritage = The Scientific Heritage*, 2021, no. 79-2 (79), pp. 31–33. (In Russian). DOI: 10.24412/9215-0365-2021-79-2-31-33.
10. Marchenok M.V., Podvolotskaya A.B., Fishchenko E.S. Study of the possibility of using "wild" bacterial strains as possible producers of vitamin B₁₂ (cobalamin). *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, vol. 34, no. 7, pp. 109–113. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10719.
11. Sviridov M.L. Functions of cobalt in agricultural animals. *Vestnik nauki = Bulletin of Science*, 2022, vol. 1, no. 1 (46), pp. 147–156. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Афанасьева Ю.Г.**, младший научный сотрудник; SPIN-код 7781-7933; **адрес для переписки:** Россия, 656910, Барнаул, п. Научный городок, 35; e-mail: yuliya.afanaseva.9718@mail.ru

Колодина Е.В., младший научный сотрудник; SPIN-код 8002-9935

Руппель И.А., старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук; SPIN-код 3055-0502

AUTHOR INFORMATION

✉ **Yuliya G. Afanaseva**, Junior Researcher; SPIN-code 7781-7933; **address:** 35, Nauchny Gorodok, Barnaul, 656910, Russia; e-mail: yuliya.afanaseva.9718@mail.ru

Ekaterina V. Kolodina, Junior Researcher; SPIN-code 8002-9935

Irina A. Ruppel, Senior Researcher, Candidate of Science in Agriculture; SPIN-code 3055-0502

Дата поступления статьи / Received by the editors 02.10.2024
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 19.12.2024
Дата публикации / Published 16.06.2025