

УДК 619:579.62:636.592.087.7

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-392-03-27-35

Ю.А. Лысенко¹ ✉

А.В. Лунева¹

А.А. Ковтун²

Е.Ю. Марченко¹

М.Г. Яковец²

Е.С. Седлецкая¹

¹ Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

² Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

✉ yuraduban45@mail.ru

Поступила в редакцию: 24.12.2024

Одобрена после рецензирования: 10.02.2025

Принята к публикации: 24.02.2025

© Лысенко Ю.А., Лунева А.В., Ковтун А.А., Марченко Е.Ю., Яковец М.Г., Седлецкая Е.С.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-392-03-27-35

Yury A. Lysenko¹ ✉

Albina V. Luneva¹

Anastasia A. Kovtun²

Evgeny Yu. Marchenko¹

Margarita G. Yakovets²

Evgeniya S. Sedletskaia¹

¹ Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

² Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

✉ yuraduban45@mail.ru

Received by the editorial office: 24.12.2024

Accepted in revised: 10.02.2025

Accepted for publication: 24.02.2025

©Lysenko Yu.A., Luneva A.V., Kovtun A.A., Marchenko E.Yu., Yakovets M.G., Sedletskaia E.S.

Исследование безопасности и пробиотических свойств нормофлоры рода *Lactobacillus*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На сегодняшний день поиск безопасных, эффективных и перспективных штаммовых культур, проявляющих высокие пробиотические свойства, в качестве основных компонентов фармакологических микробных средств является актуальным направлением. В статье представлены результаты по изучению пробиотических свойств и показателя безопасности нормофлоры рода *Lactobacillus*.

Материалы и методы. В качестве штаммов-пробионтов исследовали свойства *Ligilactobacillus agilis*, *Lacticaseibacillus paracasei* и *Ligilactobacillus salivarius*, которые были выделены из слепых отростков кишечника индеек. Из пробиотически значимых свойств полезной микрофлоры анализировали антагонистическое действие по отношению к патогенным микроорганизмам, адгезивные и антиадгезивные свойства на клеточных моделях (эритроциты крови барана и энтероциты кишечника крысиных эмбрионов). Безопасность штаммов-пробионтов оценивали по способности продуцировать ими гемолизин путем их посева на плотную питательную среду с дефибрированной кровью барана, а также при внутрибрюшинном введении убитой прогреванием взвеси испытуемого микроорганизма в максимальной его концентрации.

Результаты. Комплекс микробиологических исследований продемонстрировал, что исследуемые полезные штаммы в той или иной степени проявляют пробиотические свойства. Результаты изучения антагонистических свойств показали, что зона задержки роста условно-патогенных микроорганизмов варьировала в пределах 4–14 мм в зависимости от тест-культуры. При анализе адгезивности и антиадгезивности наилучшие результаты были продемонстрированы у штаммов *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracasei*. При оценке безопасности установлено, что исследуемые представители молочнокислых бактерий не образуют зоны гемолиза на питательной среде, а при внутрибрюшинном введении лабораторным животным не вызывают признаков нарушения их здоровья и потери массы тела.

Ключевые слова: нормофлора, пробиотические свойства, антагонизм, условно-патогенная микрофлора, адгезия, антиадгезия, безопасность

Для цитирования: Лысенко Ю.А., Лунева А.В., Ковтун А.А., Марченко Е.Ю., Яковец М.Г., Седлецкая Е.С. Исследование безопасности и пробиотических свойств нормофлоры рода *Lactobacillus*. *Аграрная наука*. 2025; 392(03): 27–35. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-27-35>

Study of safety and probiotic properties of normal flora of the genus *Lactobacillus*

ABSTRACT

Relevance. Today, the search for safe, effective and promising strain cultures exhibiting high probiotic properties as the main components of pharmacological microbial agents is a relevant area. The article presents the results of the study of probiotic properties and safety indicators of the normal flora of the genus *Lactobacillus*.

Materials and methods. The properties of *Ligilactobacillus agilis*, *Lacticaseibacillus paracasei* and *Ligilactobacillus salivarius*, which were isolated from the caecum of turkeys, were studied as probiotic strains. Of the probiotically significant properties of beneficial microflora, the antagonistic effect on pathogenic microorganisms, adhesive and anti-adhesive properties were analyzed in cellular models (ram blood erythrocytes and intestinal enterocytes of rat embryos). The safety of the probiotic strains was assessed by their ability to produce hemolysin by seeding them on a dense nutrient medium with defibrinated ram blood, as well as by intraperitoneal administration of a suspension of the test microorganism killed by heating in its maximum concentration.

Results. A set of microbiological studies demonstrated that the studied beneficial strains exhibit probiotic properties to varying degrees. The results of studying the antagonistic properties showed that the growth inhibition zone of opportunistic microorganisms varied within 4–14 mm depending on the test culture. When analyzing adhesiveness and anti-adhesion, the best results were demonstrated by the strains *Ligilactobacillus agilis* and *Lacticaseibacillus paracasei*. When assessing the safety, it was found that the studied representatives of lactic acid bacteria do not form a hemolysis zone on the nutrient medium, and when intraperitoneally administered to laboratory animals, they do not cause signs of impairment of their health or loss of body weight.

Key words: normal flora, probiotic properties, antagonism, opportunistic microflora, adhesion, anti-adhesion, safety

For citation: Lysenko Yu.A., Luneva A.V., Kovtun A.A., Marchenko E.Yu., Yakovets M.G., Sedletskaia E.S. Study of safety and probiotic properties of normal flora of the genus *Lactobacillus*. *Agrarian science*. 2025; 392(03): 27–35 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-27-35>

Введение/Introduction

Птицеводство в России — одна из ключевых отраслей сельского хозяйства. Играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и реализации программы импортозамещения [1–3]. Благодаря коротким срокам производства, высокой рентабельности и доступности продукции оно занимает лидирующую позицию в животноводстве, обеспечивая население мясом птицы [4–6] и яйцами, которые ценятся за питательные свойства [7, 8] и доступную цену.

Интенсивное применение современных технологий [9, 10], поддержка государства и высокий экспортный потенциал способствуют динамичному развитию отрасли. При комплексной поддержке и инвестициях птицеводство в России продолжает развиваться, сочетая экономическую выгоду с укреплением продовольственной безопасности [11–15].

Пробиотические микроорганизмы являются неотъемлемой частью устойчивого и эффективно-го птицеводства, способствуя здоровью птиц, повышению продуктивности и экологической безопасности производства [16–18]. Такие микроорганизмы поддерживают баланс кишечной микрофлоры, подавляя рост патогенных бактерий, что снижает риск инфекций [19–22]. Пробиотики усиливают иммунную систему сельскохозяйственных птиц, повышая их устойчивость к заболеваниям и стрессам [23–25]. Кроме того, пробионты улучшают пищеварение и усвоение питательных веществ, способствуя ферментации неперевариваемых компонентов корма и синтезу витаминов группы В и К [26–30]. Это приводит к ускоренному росту и улучшению откорма, а также к оптимизации конверсии корма, что выгодно с экономической точки зрения [31].

Использование пробиотиков на основе симбиотической микрофлоры снижает необходимость применения антибиотиков, что уменьшает риск развития устойчивых к антибиотикам бактерий и способствует экологической безопасности, снижая загрязнение окружающей среды патогенами [32–35]. Пробиотики доступны в различных формах, что облегчает их добавление в корм или воду [36–39].

Научные исследования продолжают развивать новые штаммы и комбинации пробиотиков, делая их неотъемлемой частью устойчивого и эффективного птицеводства [40–42].

Цель работы — изучение показателя безопасности и пробиотических свойств полезных штаммов рода *Lactobacillus*, выделенных из кишечного тракта индеек.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперименты осуществлялись в январе — марте 2024 г. на кафедре ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ—МСХА им. К.А. Тимирязева, а также на базе Центра биотехнологии при ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ».

Объектом исследований являлись штаммы-пробионты (*Ligilactobacillus agilis*, *Lactocaseibacillus paracasei* и *Ligilactobacillus salivarius*), выделенные из слепых отростков кишечника индеек, а микробиологическими и масс-спектрометрическими методами — идентифицированные до вида^{1–4} [43, 44].

Изучение безопасности выделенных лактобактерий осуществляли путем исследования продукции ими гемолизина на плотных питательных средах (кровяном агаре) (ООО «Биовитрум», Россия) и внутрибрюшинным введением лабораторным животным (линейным лабораторным мышам BALB/C, крысам линейным Wistar) (ООО «СМК СТЕЗАР», Россия) инактивированных штаммов-пробионтов согласно требованиям⁵.

Для изучения токсичности штаммов-пробионтов *in vivo* проводили тестирование путем внутрибрюшинного введения взвеси испытуемого штамма, термически обработанной при 100 °С в течение 30 минут, с максимальной концентрацией микробных клеток.

Одним из тестов, используемых для оценки безвредности испытуемых штаммов-пробионтов, является тест на продукцию ими гемолизина (*in vitro*). Некоторые бактерии продуцируют гемолизины (вещества, разрушающие эритроциты), относящиеся к факторам патогенности [45–49]. В связи с этим продукция гемолизина во многих случаях является маркером вирулентности.

На кровяном агаре выросшие колонии окружают зоны просветления. Образование гемолизинов (и, соответственно, размеры зон гемолиза) может быть переменным, и для адекватного определения гемолитической активности следует просматривать чашки с посевами против источника света [50–52].

Активность гемолизинов может проявляться в полном или неполном разрушении эритроцитов [53, 54].

¹ Яруллина Д.Р. Бактерии рода *Lactobacillus*: общая характеристика и методы работы с ними: учебно-методическое пособие / Д.Р. Яруллина, Р.Ф. Фахруллин. Казань: Казанский университет. 2014; 51.

² МУК 4.2.2602-10 Система предрегистрационного доклинического изучения безопасности препаратов. Отбор, проверка и хранение производственных штаммов, используемых при производстве пробиотиков: методические указания (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 21.04.2010). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2010; 60.

³ ОФС.1.2.4.0002.18 Микробиологическая чистота. 1.2.4. Методы биологического анализа. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Приказ Минздрава России от 31.10.2018 № 749 с 01.12.2018.

⁴ Цапиева А.Н. Микробиологический и молекулярно-генетический анализ молочнокислых бактерий как перспективных пробиотиков: автореф. дисс. канд. биол. наук: 03.02.03 / А.Н. Цапиева. Санкт-Петербург. 2020; 24.

⁵ МУ 2.3.2.2789-10 Методические указания по санитарно-эпидемиологической оценке безопасности и функционального потенциала пробиотических микроорганизмов, используемых для производства пищевых продуктов. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2011; 104.

Исследования с лабораторными животными проводились с соблюдением биоэтических принципов⁶⁻⁹.

Антагонистические свойства исследуемых объектов определяли путем наличия (отсутствия) ингибирующей активности у исследуемых штаммов к патогенным тест-микроорганизмам⁵.

Штаммы микроорганизмов из коллекции Кубанского ГАУ, которые были взяты как условно-патогенные, — *Escherichia coli* IV, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Escherichia coli* II, *Enterococcus avium*, *Salmonella spp.* (в табл. 1 данные штаммы условно-патогенных микроорганизмов представлены под номерами 1–8 соответственно).

Исследуемые полезные культуры микроорганизмов были нанесены на плотную агаризированную питательную бифидум-среду (ФБУН «ГНЦ ПМБ», Россия), культивировались при температуре 36 ± 1 °C, содержание углекислоты в атмосфере — 5%, 24 ч. (компактный CO₂ инкубатор S-Bt Smart Biotherm, Biosan, Латвия), затем перпендикулярно росту полезных микроорганизмов были нанесены суточные штаммы условно-патогенных микроорганизмов оптической плотностью бактериальной суспензии, денситометрически соответствующей 0,5 по МакФаранду (денситометр DEN-1, Biosan, Латвия), с последующей инкубацией при температуре 36 ± 1 °C в аэробных условиях (оборудование — компактный CO₂ инкубатор S-Bt Smart Biotherm, Biosan, Латвия).

Учет ингибирующей активности осуществляли через 24 часа. Измерение зоны ингибирующей активности осуществляли линейкой-шаблоном для оценки размеров зон задержки роста микроорганизмов PW297 (HiMedia, Индия).

Для изучения пробиотических свойств полезных штаммов микроорганизмов проводили анализ на проявление ими адгезивной и антиадгезивной активности согласно рекомендациям⁵. Для этого использовали суточные культуры штаммов-пробионтов. Объектами для исследования адгезии и антиадгезии служили эритроциты крови барана и энтероциты кишечника эмбрионов крыс, полученные самостоятельно согласно рекомендациям⁵.

Учет реакции адгезивности проводили по среднему показателю адгезии (СПА) согласно рекомендациям⁵. При СПА от 0 до 1,0 ед. микроорганизм считали неадгезивным, от 1,01 до 2,00 ед. — низкоадгезивным, от 2,01 до 4,00 ед. — среднеадгезивным, от 4,01 ед. и более — высокоадгезивным.

Для расчета антиадгезивных свойств в препаратах подсчитывают число тест-культур патогенного штамма (*Staphylococcus aureus*), прикрепившихся к 50 эритроцитам (энтероцитам) в одном поле зрения микроскопа («Биомед 6» в комплекте с цифровым дисплеем, ООО «Биомед сервис», Россия). Параллельно подсчитывают количество микроорганизмов тест-штамма, прикрепившихся к клеточным культурам в параллельной пробе, в которую добавляли лактобактерии. Сравнивают полученные данные и проводят учет результатов в процентах. Если количество клеток патогенного тест-штамма, прикрепившихся к 50 эритроцитам (энтероцитам) в смешанной с культурами лактобацилл, меньше, чем в чистой пробе, считается, что культуры лактобацилл обладают антиадгезивными свойствами.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При изучении безопасности штаммов-пробионтов путем анализа ими продукции гемолизина *in vitro* на кровяном агаре установлено, что зоны гемолиза (просветления) вокруг колоний обнаружены не были, что позволило классифицировать гемолитические свойства объекта исследований как отрицательные.

Результаты оценки токсичности исследуемых лактобацилл сведены в таблицу 1.

В ходе исследования токсичности штаммов во всех опытных группах была зафиксирована полная выживаемость подопытных животных. У мышей и крыс отсутствовали признаки токсикоза, нарушения здоровья и потери массы тела к завершению эксперимента. Эти результаты свидетельствуют о том, что штаммы *Ligilactobacillus salivarius*, *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracase* являются нетоксичными и, следовательно, безопасными в максимально используемой концентрации (в пределах $\times 10^9$ КОЕ/мл).

Таблица 1. Токсичность штаммов-пробионтов на лабораторных животных (n = 10)

Table 1. Toxicity of probiotic strains on laboratory animals (n = 10)

Группа	Вид животного	Объем вводимой жидкости (доза), способ введения	Результат испытаний, гол.		
			заболело	пало	выжило
1-я опытная	мыши	1,0 мл убитой взвеси <i>Ligilactobacillus salivarius</i> , внутривбрюшинно	0	0	10
	крысы				10
2-я опытная	мыши	1,0 мл убитой взвеси <i>Ligilactobacillus agilis</i> , внутривбрюшинно	0	0	10
	крысы				10
3-я опытная	мыши	1,0 мл убитой взвеси <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> , внутривбрюшинно	0	0	10
	крысы				10

⁶ European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS 123). Strasbourg. 1986.

⁷ Guide for the care and use of laboratory animals. National Academy press. Washington, D.C. 1996.

⁸ Директива 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях. 2010.

⁹ Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 14 ноября 2023 года № 33 «О руководстве по работе с лабораторными (экспериментальными) животными при проведении доклинических (неклинических) исследований». 40 с.

Ценным показателем пробиотических свойств представителей рода *Lactobacillus* является способность их продуцировать биологически активные компоненты, обладающие бактерицидным действием в отношении условно-патогенной и патогенной микрофлоры. Данные свойства штаммов-пробионтов были охарактеризованы при проведении экспериментов *in vitro* на антагонизм путем посева культур микроорганизмов на плотную питательную среду. Результаты антагонистического воздействия изучаемых штаммов лактобацилл на тест-культуры условно-патогенных микроорганизмов представлены в таблице 2 и отображены на рисунках 1, 2.

Установлено, что *Ligilactobacillus salivarius*, *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracasei* продуцируют метаболиты в питательной среде, обладающие антибактериальным действием, но степень влияния у штаммов-пробионтов различна. Так, выявлены следующие зоны задержки роста тест-культур условно-патогенной микрофлоры по влиянию на них *Ligilactobacillus salivarius*, *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracasei*: подавление роста *Escherichia coli IV* на 9,5, 12,0 и 11,0 мм, *Staphylococcus aureus* — на 7,5, 10,0 и 9,5 мм, *Staphylococcus epidermidis* — на 4,0, 9,5 и 7,5 мм, *Pseudomonas aeruginosa* — 5,5, 10,0 и 11,0 мм, *Staphylococcus haemolyticus* — на 6,5, 9,5 и 9,0 мм, *Escherichia coli II* — на 9,5, 11,5 и 12,5 мм, *Enterococcus avium* — на 12,5, 14,0 и 13,0 мм, *Salmonella spp.* — на 7,5, 12,0 и 12,0 мм соответственно.

Оценка адгезивности по отношению к эритроцитам крови барана показала следующие результаты:

- *Ligilactobacillus salivarius* — 1,52 ед., что соответствует значению от 1,01 до 2,00 ед. (штамм проявляет низкоадгезивное свойство);
- *Ligilactobacillus agilis* — 4,35 ед. (более 4,01 ед.), соответственно, штамм высокоадгезивный;
- *Lacticaseibacillus paracasei* — 4,42 ед., штамм-пробионт с высокоадгезивными свойствами.

Были проведены исследования адгезивности по отношению к энтероцитам кишечника эмбриона крысы. Полученные в результате исследования данные показали, что высокоадгезивные свойства продемонстрировали *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracasei*, так как значение их СПА составило 4,40 и 4,10 ед., при этом показатель СПА *Ligilactobacillus salivarius* оказался самым низким — 1,70 ед., что соответствует уровню проявления низкоадгезивной активности.

Результаты показателя адгезии *Staphylococcus aureus*, прикрепившегося к эритроцитам, в исследованиях по изучению антиадгезивности лактобактерий следующие:

- *Staphylococcus aureus* — показатель адгезии 0,64 ед. (контроль, без штамма-пробионта);
- *Ligilactobacillus salivarius* — показатель адгезии *Staphylococcus aureus* составил 0,64 ед.,

Таблица 2. Антагонистические свойства исследуемых штаммов-пробионтов

Table 2. Antagonistic properties of the studied probiotic strains

Исследуемые микроорганизмы	Задержка роста в отношении исследуемых штаммов, мм*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ligilactobacillus salivarius</i>	9,5	7,5	4,0	5,5	6,5	9,5	12,5	7,5
<i>Ligilactobacillus agilis</i>	12,0	10,0	9,5	10,0	9,5	11,5	14,0	12,0
<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>	11,0	9,5	7,5	11,0	9,0	12,5	13,0	12,0

Примечание — * *Escherichia coli IV* (1), *Staphylococcus aureus* (2), *Staphylococcus epidermidis* (3), *Pseudomonas aeruginosa* (4), *Staphylococcus haemolyticus* (5), *Escherichia coli II* (6), *Enterococcus avium* (7), *Salmonella spp.* (8)

Рис. 1. Зона задержки роста тест-культур под влиянием *Ligilactobacillus agilis*

Fig. 1. Zone of growth inhibition of test cultures under the influence of *Ligilactobacillus agilis*



Рис. 2. Зона задержки роста тест-культур под влиянием *Lacticaseibacillus paracasei*

Fig. 2. Zone of growth inhibition of test cultures under the influence of *Lacticaseibacillus paracasei*



соответственно, штамм-пробионт не проявил антиадгезивных свойств;

- *Ligilactobacillus agilis* — адгезия тест-культуры к эритроцитам составила 0,46 ед., штамм-пробионт проявляет антиадгезивное действие;
- *Lacticaseibacillus paracasei* — показатель адгезии *Staphylococcus aureus* составил 0,32 ед., штамм с антиадгезивными свойствами.

Полученные данные показывают, что антиадгезивные свойства по отношению к *Staphylococcus aureus* проявили штаммы-пробионты *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracasei*, при этом значение показателя адгезии тест-штамма патогенной культуры на эритроцитах было ниже контроля на 28,1% и 50,0 % соответственно. Штамм *Ligilactobacillus salivarius* показал аналогичный показатель адгезии тест-культуры по отношению к контролю, что говорит о его низких антиадгезивных свойствах.

Результаты изучения антиадгезивности исследуемых штаммов-пробионтов по отношению к *Staphylococcus aureus*, прикрепившимся к энтероцитам, показали следующее:

- *Staphylococcus aureus* (контроль) — степень адгезии тест-культуры без штаммов-пробионтов составила 5,58 ед.;
- *Ligilactobacillus salivarius* — степень адгезии условно-патогенного микроорганизма была на уровне контроля и составила 5,58 ед., соответственно, штамм-пробионт не проявляет антиадгезивного действия;
- *Ligilactobacillus agilis* — адгезия *Staphylococcus aureus* составила 4,84 ед., штамм проявляет антиадгезивные свойства;
- *Lacticaseibacillus paracasei* — показал адгезию тест-культуры на уровне 5,08 ед., что говорит о проявлении полезным штаммом антиадгезивных свойств.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что штаммы *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracasei* являются наиболее перспективными для дальнейшего изучения, так

как продемонстрировали антиадгезивную активность по отношению к тест-культуре условно-патогенного микроорганизма (*Staphylococcus aureus*), прикрепившегося к энтероцитам кишечника эмбриона крыс, на уровне 13,3% и 9,0 %, при этом *Ligilactobacillus salivarius* не проявил желаемых свойств и уровень адгезии тест-микрофлоры остался в пределах контроля.

Выводы/Conclusions

Исследования показали, что полезные штаммы-пробионты (*Ligilactobacillus agilis*, *Lacticaseibacillus paracasei* и *Ligilactobacillus salivarius*), выделенные из желудочно-кишечного тракта индеек, являются безопасными, поскольку по результатам проведенных авторами исследований не продуцируют токсин гемолизин и не оказывают токсического воздействия на лабораторных животных. Данные лактобактерии в разной степени проявляют антагонистические свойства, а в условиях *in vitro* адгезивное свойство по отношению к клеточным моделям, и у них также выявлено антиадгезивное действие по отношению к *Staphylococcus aureus*, что говорит о формировании метаболитов, препятствующих адгезии условно-патогенных и патогенных тест-культур.

По совокупности проведенных авторами исследований были отобраны два штамма-пробионта лактобактерий — *Ligilactobacillus agilis* и *Lacticaseibacillus paracasei*, которые проявили максимальные пробиотические свойства и в дальнейшем войдут в состав разрабатываемого авторами биопрепарата микробного происхождения.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены при поддержке гранта АО «Россельхозбанк» для представителей научного сообщества аграрных вузов по направлению «Кормовые добавки» (договор от 19.10.2023 № РСХБ-1).

FUNDING

The research was carried out with the support of a grant from JSC Rosselkhozbank (Russian Agricultural Bank) for representatives of the scientific community of agricultural higher educational institutions in the field of "Feed additives" (agreement dated 19.10.2023 No. RSHB-1).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б. Факториальная дисперсия показателей онтогенеза на продуктивные качества поголовья товарного стада птицы мясного кросса. *Всё о мясе*. 2024; (4): 58–64. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-4-58-64>
2. Муртазаев К.Н., Кошчаев А.Г., Лысенко Ю.А., Лунева А.В., Жолобова И.С., Меренкова Н.В. Влияние способа выращивания и кормления с применением кормовой добавки на мясную продуктивность и качество продукции перепеловодства. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2022; 250: 139–149. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_250_139
3. Lysenko Y., Koshchayev A., Luneva A., Omarov R., Shlykov S. Organic meat production of broiler chickens Hubbard Redbro cross. *International Journal of Veterinary Science*. 2021; 10(1): 25–30. <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2020.021>
4. Ребезов Я.М. Мясная продуктивность индейки породы Хайбрид. Качество продукции, технологий и образования. *Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова*. 2019; 136–139. <https://www.elibrary.ru/nxbucl>

REFERENCES

1. Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B. Factorial dispersion of ontogenesis indicators on the productive qualities of a commercial herd of meat cross poultry. *Vsyo o myase*. 2024; (4): 58–64 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-4-58-64>
2. Murtazaev K.N., Koshchaev A.G., Lysenko Yu.A., Luneva A.V., Zholobova I.S., Merenkova N.V. The influence of the method of cultivation and feeding with the use of feed additives on meat productivity and the quality of quail products. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2022; 250: 139–149 (in Russian). https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_250_139
3. Lysenko Y., Koshchayev A., Luneva A., Omarov R., Shlykov S. Organic meat production of broiler chickens Hubbard Redbro cross. *International Journal of Veterinary Science*. 2021; 10(1): 25–30. <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2020.021>
4. Rebezov Ya.M. Meat productivity of Hybrid turkey. *Quality of products, technologies and education. Proceedings of the XIV International scientific and practical conference*. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2019; 136–139 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/nxbucl>

5. Rebezov Ya.M., Khayrullin M.F., Bezhinar T.I., Zinina O.V., Sereda T.I., Drapeko E.E. Technological solution for turkey meat processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012120. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012120>
6. Ребезов Я.М., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Убойные качества индеек разных породных групп. *Вестник Курганской ГСХА*. 2019; (4): 39–43. <https://www.elibrary.ru/dnkzbm>
7. Igenbayev A. *et al.* Fatty Acid Composition of Female Turkey Muscles in Kazakhstan. *Journal of World's Poultry Research*. 2019; 9(2); 78–81. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2019.9>
8. Морарь М.А., Вайскрובה Е.С., Ребезов Я.М. Мясо индейки как лечебно-профилактический продукт в питании. *Качество продукции, технологий и образования. Материалы XII Международной научно-практической конференции*. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. 2017; 53–56. <https://www.elibrary.ru/ziniel>
9. Ребезов Я.М., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Анатомический и морфологический состав мяса индеек тяжелых кроссов. *АгроНаука-2020. Труды Международной научной онлайн-конференции*. Новосибирск: Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. 2020; 191–194. <https://www.elibrary.ru/jckcdl>
10. Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Bezhinar T.I., Safronov S.L., Vinogradova N.D., Maryanovskaya Yu.V. Features of protein metabolism in turkeys of different genotypes and age. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012119. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012119>
11. Неверова О.П. и др. Влияние биотехнологической добавки на весовой рост цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2023; (11): 70–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>
12. Козерод Ю.М., Воробьева Н.В. Современное состояние птицеводства России: проблемы и решения. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2021; (5): 114–121. <https://doi.org/10.33938/215-114>
13. Янкина О.Л., Приходько А.Н., Ким Н.А. Современные тенденции кормления птицы. *Аграрный вестник Приморья*. 2020; (2): 64–67. <https://www.elibrary.ru/ugamfs>
14. Погодаев В.А., Ребезов М.Б. Продуктивность и динамика метаболических процессов в организме молодняка индеек при использовании в рационе пробиотиков на основе бифидобактерий штамма *Bifidobacterium bifidum*. *Всё о мясе*. 2023; (3): 36–47. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-3-36-47>
15. Ребезов Я.М., Горелик О.В., Харлап С.Ю. Оценка безопасности мяса индеек. *Всё о мясе*. 2020; (5S): 292–296. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-292-296>
16. Boysinova N., Ibragimov F., Yunusov K., Achilov O., Rasulov U. The effectiveness of using probiotics, their effect on growth and chemical composition of broiler chicken meat. *BIO Web of Conferences*. 2024; 95: 01013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501013>
17. Latypova E., Shatskikh E. The effect of phytobiotic preparations on the digestibility of macronutrients by laying hens. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 03002. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410803002>
18. Nasimov S., Mamatova Z., Sattorov J., Safarov X., Azimova D. Effect of the use of a probiotic Innoprovet on the growth parameters of broiler chickens (Uzbekistan). *BIO Web of Conferences*. 2024; 95: 01035. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501035>
19. Zhivoderova A., Samoylenko V., Ozheredova N., Pyanov B., Lapina A. The effect of the developed complex symbiotic composition on the immune and cytokine profile in young cattle in neonatal ontogenesis. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 02012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302012>
20. Vibe V. *et al.* Effect of growth medium composition on the efficiency of non-ribosomal synthesis in bacteria of the genus *Bacillus*. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 02020. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302020>
21. Yuldasheva M., Narziev B., Mamatova Z., Khaydarova S., Shomakhshudov A. Effect of probiotic bacteria of the genus *Bacillus* on gnorobic pathogens of surgical infections. *BIO Web of Conferences*. 2024; 95: 01033. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501033>
5. Rebezov Ya.M., Khayrullin M.F., Bezhinar T.I., Zinina O.V., Sereda T.I., Drapeko E.E. Technological solution for turkey meat processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012120. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012120>
6. Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Slaughter qualities of different turkey breeds. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2019; (4): 39–43 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/dnkzbm>
7. Igenbayev A. *et al.* Fatty Acid Composition of Female Turkey Muscles in Kazakhstan. *Journal of World's Poultry Research*. 2019; 9(2); 78–81. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2019.9>
8. Morar M.A., Vayskrobova E.S., Rebezov Ya.M. Turkey meat as a therapeutic and prophylactic product in nutrition. *Quality of products, technologies and education. Proceedings of the XII International scientific and practical conference*. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2017; 53–56 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ziniel>
9. Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Anatomical and morphological composition of turkey meat of heavy crosses. *AgroScience-2020. Proceedings of the International scientific online conference*. Novosibirsk: State Public Scientific and Technical Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 2020; 191–194 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jckcdl>
10. Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Bezhinar T.I., Safronov S.L., Vinogradova N.D., Maryanovskaya Yu.V. Features of protein metabolism in turkeys of different genotypes and age. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012119. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012119>
11. Neverova O.P. *et al.* Influence of a biotechnological additive on the weight growth of broiler chickens. *Agrarian science*. 2023; (11): 70–75 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>
12. Kozerod lu.M., Vorobyeva N.V. The current state of Russian poultry production: problems and solutions. *Economy, labor, management in agriculture*. 2024; (5): 114–121 (in Russian). <https://doi.org/10.33938/215-114>
13. Yankina O.L., Prikhodko A.N., Kim N.A. Current trends of poultry feeding. *Agrarnyy vestnik Primor'ya*. 2020; (2): 64–67 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ugamfs>
14. Pogodaev V.A., Rebezov M.B. Productivity and dynamics of metabolic processes in the body of young turkeys when using eubiotics based on the *Bifidobacterium bifidum* strain in the diet. *Vsyo o myase*. 2023; (3): 36–47 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-3-36-47>
15. Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu. Evaluation of safety of meat of turkeys. *Vsyo o myase*. 2020; (5S): 292–296 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-292-296>
16. Boysinova N., Ibragimov F., Yunusov K., Achilov O., Rasulov U. The effectiveness of using probiotics, their effect on growth and chemical composition of broiler chicken meat. *BIO Web of Conferences*. 2024; 95: 01013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501013>
17. Latypova E., Shatskikh E. The effect of phytobiotic preparations on the digestibility of macronutrients by laying hens. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 03002. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410803002>
18. Nasimov S., Mamatova Z., Sattorov J., Safarov X., Azimova D. Effect of the use of a probiotic Innoprovet on the growth parameters of broiler chickens (Uzbekistan). *BIO Web of Conferences*. 2024; 95: 01035. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501035>
19. Zhivoderova A., Samoylenko V., Ozheredova N., Pyanov B., Lapina A. The effect of the developed complex symbiotic composition on the immune and cytokine profile in young cattle in neonatal ontogenesis. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 02012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302012>
20. Vibe V. *et al.* Effect of growth medium composition on the efficiency of non-ribosomal synthesis in bacteria of the genus *Bacillus*. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 02020. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302020>
21. Yuldasheva M., Narziev B., Mamatova Z., Khaydarova S., Shomakhshudov A. Effect of probiotic bacteria of the genus *Bacillus* on gnorobic pathogens of surgical infections. *BIO Web of Conferences*. 2024; 95: 01033. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249501033>

22. Gorelik O.V., Rebezov M.B., Dolmatova I.A. Scientific approaches to feeding agricultural poultry. *The future is ours: a view of young scientists on the innovative development of society. Collection of scientific articles of the 2nd All-Russian youth scientific conference.* Kursk: Southwest State University. 2021; 4: 63–66 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wuknhp>
23. Sofronova O., Polyakova L. Immunomodulatory Effect of Lactic Acid Bacteria Glycopeptides on the Body of Rabbits. Muratov A., Ignatieva S. (eds.). *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021).* *Agricultural Innovation Systems.* Cham: Springer. 2022; 2: 626–632. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_69
24. Terekhov V., Tishchenko A., Pimenov N., Ivannikova R. Immunobiological resistance and humoral protection factors in animals. *AIP Conference Proceedings.* 2022; 2467(1): 070067. <https://doi.org/10.1063/5.0092550>
25. Ryabchik I., Stepanishin V., Petrova Y., Ryabchik M. Levucell SB: live yeast — healthy digestion of broiler chickens. *E3S Web of Conferences.* 2022; 363: 03067. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303067>
26. Zelenkova G. Zelenkov A., Kochetkova N. Feed additives with probiotics: development and application in bird feeding. *E3S Web of Conferences.* 2022; 363: 03063. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303063>
27. Gracheva O.A. et al. Breeding Store Pigs with Probiotics. Beskopylny A., Shamtsyan M., Artiukh V. (eds.). *XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022". Global Precision Ag Innovation 2022.* Cham: Springer. 2023; 1: 1836–1843. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21432-5_200
28. Smolentsev S. et al. Effect of probiotics on height and weight parameters of young cattle. *BIO Web of Conferences.* 2024; 113: 02010. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302010>
29. Norboyev K.N., Rakhmanov U.A., Ata-Kurbanov A.E., Eshburiyev S.B. The use of Vitatonik feed additives and Bio-S3 probiotic on the productivity and resistance of laying hens. *E3S Web of Conferences.* 2023; 462: 01009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346201009>
30. Osepchuk D., Semenenko M., Kuzminova E., Semenenko K. Influence of probiotic preparations on metabolic processes, enterobiasis and the level of endogenous intoxication of animals. *E3S Web of Conferences.* 2022; 363: 03061. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303061>
31. Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Григорьева Е.В., Ребезов М.Б. Влияние пробиотиков на продуктивность цыплят-бройлеров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* 2014; (2): 143–145. <https://www.elibrary.ru/sfsctr>
32. Павлыш А.В., Галунова Т.Ю., Качанов Д.А., Лапкина Г.Я. Пробиотики. Обзор современного состояния проблемы с позиций клинической фармакологии и доказательной медицины. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии.* 2024; 22(1): 97–105. <https://doi.org/10.17816/RCF321186>
33. Тюрин Д.Г. et al. Развитие антибиотикорезистентности микроорганизмов у цыплят-бройлеров под влиянием ветеринарных антибиотиков и пробиотика. *Аграрная наука.* 2024; (3): 85–91. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91>
34. Mosolov A.A. et al. Efficiency of the use of probiotics in comparison with antibiotics in pig breeding. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021; 848: 012067. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012067>
35. Slozhenkina M.I., Fedotova A.M., Knyazhechenko O.A., Fedotova G.V., Mosolov A.A., Frolova M.V. Improving the quality of broiler chicken meat without the use of antibiotics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2022; 965: 012033. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/965/1/012033>
36. Куванов Т.К., Пименов Н.В. Метапробиотики в промышленном птицеводстве. *Global Issues Conference 2024: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Agriculture, Pedagogical And Philological Sciences.* Материалы II Международной научно-практической конференции. М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина. 2024; 270–273. <https://www.elibrary.ru/yizgz>
37. Щорсова А.А., Курманбай А.Б., Сагындыков У.З. Пробиотики. *Омаровские чтения: Биология и биотехнология XXI века. Сборник материалов Международного научного форума.* Астана: Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. 2024; 16–23. <https://www.elibrary.ru/bguccr>
22. Gorelik O.V., Rebezov M.B., Dolmatova I.A. Scientific approaches to feeding agricultural poultry. *The future is ours: a view of young scientists on the innovative development of society. Collection of scientific articles of the 2nd All-Russian youth scientific conference.* Kursk: Southwest State University. 2021; 4: 63–66 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wuknhp>
23. Sofronova O., Polyakova L. Immunomodulatory Effect of Lactic Acid Bacteria Glycopeptides on the Body of Rabbits. Muratov A., Ignatieva S. (eds.). *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021).* *Agricultural Innovation Systems.* Cham: Springer. 2022; 2: 626–632. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_69
24. Terekhov V., Tishchenko A., Pimenov N., Ivannikova R. Immunobiological resistance and humoral protection factors in animals. *AIP Conference Proceedings.* 2022; 2467(1): 070067. <https://doi.org/10.1063/5.0092550>
25. Ryabchik I., Stepanishin V., Petrova Y., Ryabchik M. Levucell SB: live yeast — healthy digestion of broiler chickens. *E3S Web of Conferences.* 2022; 363: 03067. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303067>
26. Zelenkova G. Zelenkov A., Kochetkova N. Feed additives with probiotics: development and application in bird feeding. *E3S Web of Conferences.* 2022; 363: 03063. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303063>
27. Gracheva O.A. et al. Breeding Store Pigs with Probiotics. Beskopylny A., Shamtsyan M., Artiukh V. (eds.). *XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022". Global Precision Ag Innovation 2022.* Cham: Springer. 2023; 1: 1836–1843. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21432-5_200
28. Smolentsev S. et al. Effect of probiotics on height and weight parameters of young cattle. *BIO Web of Conferences.* 2024; 113: 02010. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302010>
29. Norboyev K.N., Rakhmanov U.A., Ata-Kurbanov A.E., Eshburiyev S.B. The use of Vitatonik feed additives and Bio-S3 probiotic on the productivity and resistance of laying hens. *E3S Web of Conferences.* 2023; 462: 01009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346201009>
30. Osepchuk D., Semenenko M., Kuzminova E., Semenenko K. Influence of probiotic preparations on metabolic processes, enterobiasis and the level of endogenous intoxication of animals. *E3S Web of Conferences.* 2022; 363: 03061. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303061>
31. Topuria G.M., Topuria L.Yu., Grigoryeva E.V., Rebezov M.B. Effect of probiotics on broiler-chickens productivity. *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2014; (2): 143–145 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sfsctr>
32. Pavlysh A.V., Galunova T.Yu., Kachanov D.A., Lapkina G.Ya. Probiotics: Review of the current state of the problem from the standpoint of clinical pharmacology and evidence-based medicine. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy.* 2024; 22(1): 97–105. <https://doi.org/10.17816/RCF321186>
33. Tyurin D.G. et al. The development of antimicrobial resistance in broilers affected by veterinary antimicrobials and a probiotic administration. *Agrarian science.* 2024; (3): 85–91 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91>
34. Mosolov A.A. et al. Efficiency of the use of probiotics in comparison with antibiotics in pig breeding. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021; 848: 012067. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012067>
35. Slozhenkina M.I., Fedotova A.M., Knyazhechenko O.A., Fedotova G.V., Mosolov A.A., Frolova M.V. Improving the quality of broiler chicken meat without the use of antibiotics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2022; 965: 012033. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/965/1/012033>
36. Kuvanov T.K., Pimenov N.V. Metaprobiotics in industrial poultry farming. *Global Issues Conference 2024: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Agriculture, Pedagogical And Philological Sciences.* Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Moscow: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin. 2024; 270–273 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yizgz>
37. Shchorsova A.A., Kurmanbay A.B., Sagyndykov U.Z. Probiotics. *Omarovsky Readings: Biology and Biotechnology of the 21st Century. Collection of Materials of the International Scientific Forum.* Astana: L.N. Gumilyov Eurasian National University. 2024; 16–23 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/bguccr>

38. Жаркова Д.Ю., Захаров Т.А. Пробиотики в рационе птиц. *Аграрная наука и производство в условиях становления цифровой экономики Российской Федерации. Материалы Международной научно-практической конференции. Персиановский: Донской государственный аграрный университет. 2024; 2: 158–161.* <https://www.elibrary.ru/hravvg>
39. Мармурова О.М. Применение про- и пребиотиков в птицеводстве. Современные проблемы и достижения ветеринарной морфологии и патологии в сохранении здоровья животных. *Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сулейманова С.М. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I. 2024; 162–165.* <https://www.elibrary.ru/chqgfd>
40. Ребезов Я.М., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Химический состав мяса индеек разных породных групп. *Обеспечение технологического суверенитета АПК: подходы, проблемы, решения. Сборник статей Международной научно-методической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2023; 193–195.* <https://www.elibrary.ru/qnyotj>
41. Шагивалеев Б.Р., Хазиахметов Ф.С. Пробиотики при выращивании молодняка уток и гусей. *Основы и перспективы органических биотехнологий. 2020; (4): 53–57.* <https://www.elibrary.ru/brclcx>
42. Ребезов М.Б., Топурия Л.Ю., Фатеева О.О. Влияние пробиотиков на минеральный состав крови уток. *Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2020; 225–227.* <https://www.elibrary.ru/nwxtrf>
43. Буряко И.А., Астапович Н.И., Стефанович Л.И., Сафонова М.Е. Выделение и отбор бактерий рода *Lactobacillus* — основы пробиотических препаратов. *Пробиотики, пребиотики, синбиотики и функциональные продукты питания. Современное состояние и перспективы. Сборник материалов Международной конференции. М. 2004; 18–19.*
44. Васильев Д.А., Феоктистова Н.А., Мاستиленко А.В., Сульдина Е.В. Установление видовой принадлежности штаммов энтеро-бактерий методом MALDI-ToF MS. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018; (2): 110–113.* <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-2-110-113>
45. Ветрова О.С. и др. Взаимодействие антител против с-терминального домена гемолизина II *Bacillus cereus* с полноразмерным токсином выявляет особенности пространственной структуры токсина. *Биология — наука XXI века. Сборник тезисов 26-й Пушчинской школы-конференции молодых ученых с международным участием. Пушчино: Пушчинский научный центр биологических исследований Российской академии наук. 2023; 16–17.* <https://www.elibrary.ru/zwnryx>
46. Саидов А.А. К вопросу получения отечественного гемолизина для реакции связывания комплемента. *Охрана окружающей среды — основа безопасности страны. Сборник статей по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной 100-летию КубГАУ. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет. 2022; 55–56.* <https://www.elibrary.ru/azhmmi>
47. Колеватых Е.П., Катаев А.Ю. Разработка метода получения метабиотических препаратов на основе внеклеточных везикул бактерий. *Актуальные проблемы социально-экономического развития современного общества. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Киров: Кировский государственный медицинский университет. 2023; 538–543.* <https://www.elibrary.ru/uonnzy>
48. Миннуллина Л.Ф., Мишеева П.С., Мухтарова Г.И., Шарипова М.Р., Марданова А.М. Особенности биосинтеза гемолизина *Morganella morgani*. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2023; 176(8): 210–215.* <https://doi.org/10.47056/0365-9615-2023-176-8-210-215>
49. Борисова М.П. Роль с-терминального домена *Bacillus cereus* гемолизина II в проявлении гемолитической активности. *Теоретическая и экспериментальная биофизика. Материалы конференции. Пушчино: Синхробук. 2022; 19–20.* <https://www.elibrary.ru/jpkctp>
38. Zharkova D.Yu., Zaharov T.A. Probiotics in the diet of birds. *Agricultural science and production in the context of the formation of the digital economy of the Russian Federation: materials of the International scientific and practical conference. Persyanovskiy: Don State Agrarian University. 2024; 2: 158–161 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/hravvg>
39. Marmurova O.M. Application of pro- and prebiotics in poultry finding. *Modern problems and achievements of veterinary morphology and pathology in maintaining animal health. Proceedings of the National scientific and practical conference dedicated to the anniversary of Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation Suleyman M. Suleymanov. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. 2024; 162–165 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/chqgfd>
40. Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Chemical composition of meat of turkeys of different breed groups. *Ensuring technological sovereignty of the agro-industrial complex: approaches, problems, solutions. Collection of articles of the International scientific and methodological conference dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. 2023; 193–195 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/qnyotj>
41. Shagivaleev B.R., Khaziahmetov F.S. Probiotics for growing young ducks and goose. *Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologii. 2020; (4): 53–57 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/brclcx>
42. Rebezov M.B., Topuria L.U., Fateeva O.O. Effect of probiotics on mineral composition of duck blood. *Prospects for the development of the industry and enterprises of the agro-industrial complex: domestic and international experience. Collection of materials of the International scientific and practical conference. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2020; 225–227 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/nwxtrf>
43. Buryako I.A., Astapovich N.I., Stefanovich L.I., Safonova M.E. Isolation and selection of bacteria of the genus *Lactobacillus* — the basis of probiotic preparations. *Probiotics, prebiotics, synbiotics and functional foods. Current status and prospects. Proceedings of the International conference. Moscow. 2004; 18–19 (in Russian).*
44. Vasiliev D.A., Feoktistova N.A., Mastilenko A.V., Sulдина E.V. Species identification of enterobacteria strains by means of MALDI-ToF MS. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2018; (2): 110–113 (in Russian).* <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-2-110-113>
45. Vetrova O.S. et al. Interaction of antibodies against the c-terminal domain of hemolysin II of *Bacillus cereus* with a full-length toxin reveals the features of the spatial structure of the toxin. *Biology — science of the XXI century. Collection of abstracts of the 26th Pushchino School-Conference of Young Scientists with international participation. Pushchino: Pushchino Research Center for Biological Research of the Russian Academy of Sciences. 2023; 16–17 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/zwnryx>
46. Saidov A.A. On the issue of obtaining domestic hemolysin for the complement fixation reaction. *Environmental protection is the basis of national security. Collection of articles based on the materials of the International Scientific Environmental Conference dedicated to the 100th anniversary of the KubSAU. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2022; 55–56 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/azhmmi>
47. Kolevatykh E.P., Katayev A.Yu. Development of a method for obtaining metabiotic preparations based on extracellular vesicles of bacteria. *Actual problems of socio-economic development of modern society: Collection of articles of the IV International scientific and practical conference. Kirov: Kirov State Medical University. 2023; 538–543 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/uonnzy>
48. Minnullina L.F., Misheeva P.S., Mukhtarova G.I., Sharipova M.R., Mardanova A.M. Features of hemolysin biosynthesis by *Morganella morgani*. *Bulletin of experimental biology and medicine. 2023; 176(8): 210–215 (in Russian).* <https://doi.org/10.47056/0365-9615-2023-176-8-210-215>
49. Borisova M.P. The role of the c-terminal domain of *Bacillus cereus* hemolysin II in the manifestation of hemolytic activity. *Theoretical and experimental biophysics. Conference proceedings. Pushchino: Synchrobook. 2022; 19–20 (in Russian).* <https://www.elibrary.ru/jpkctp>

50. Чернигова С.В., Дочилова Е.С., Зубкова Н.В. Мониторинг системы гемостаза у животных при проведении гемосорбции. *Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО «Омский ГАУ»*. Серия: Ветеринария. Сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. 2021; 914–915. <https://www.elibrary.ru/pdancz>

51. Белорукова Т.А. Физиологическое значение гемолиза у животных. *Теоретические и прикладные основы ветеринарной науки. Сборник трудов научно-практической конференции студентов Института ветеринарной медицины и биотехнологии Новосибирского ГАУ*. Новосибирск: Золотой колос. 2024; 28–31. <https://www.elibrary.ru/pjvdmr>

52. Михайлова Д.М. и др. Экзогенный гемин и гематин вызывают сферизацию и гемолиз эритроцитов. *Системная биология и физиология*. 2022; (S1): 42. <https://www.elibrary.ru/dclrfh>

53. Кувардин Н.В., Ниязи Ф.Ф. Действие сверхмалых доз гемолизирующего раствора на мембраны эритроцитов. *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 2007; 50(8): 53–56. <https://www.elibrary.ru/iapnvw>

54. Гагаро М.А. Коррекция нарушений гемостаза и липопероксидации при активации свертывания крови. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2007; 27(5): 122–125. <https://www.elibrary.ru/jvmdnb>

ОБ АВТОРАХ

Юрий Андреевич Лысенко¹

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины
yuraduban45@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2629-2334>

Альбина Владимировна Лунева¹

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины
albina.luneva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4863-3590>

Анастасия Алексеевна Ковтун²

аспирант кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы и зоогиены
nastasyakovtun86@yandex.ru

Евгений Юрьевич Марченко¹

кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры ветеринарной медицины
marchenko.vet@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4863-3590>

Мargarита Геннадиевна Яковец²

аспирант кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики
margoyakovets@mail.ru

Евгения Сергеевна Седлецкая¹

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной медицины
esedletsкая@rgau-msha.ru

¹Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

²Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, ул. им. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Россия

50. Chernigova S.V., Dochilova E.S., Zubkova N.V. Monitoring of the hemostasis system in animals during hemosorption. *Catalog of scientific and innovative developments of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Omsk State Agrarian University"*. Series: Veterinary Science. Collection of materials based on the results of research activities. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2021; 914–915 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pdancz>

51. Belorukova T.A. Physiological significance of hemolysis in animals. *Theoretical and applied foundations of veterinary science. Collection of works of the scientific and practical conference of students of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology of the Novosibirsk State Agrarian University*. Novosibirsk: Zolotoy kolos. 2024; 28–31 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pjvdmr>

52. Mikhaylova D.M. et al. Exogenous gemini hematin causes erythrocyte spherification and hemolysis. *Systems biology and physiology*. 2022; (S1): 42 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/dclrfh>

53. Kuvardin N.V., Niyazi F.F. Action of hyper small doses of hemolyzing solution on erythrocytes membranes. *Russian journal of chemistry and chemical technology*. 2007; 50(8): 53–56 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/iapnvw>

54. Gagaro M.A. Correction of hemostasis derangements and lipoperoxidation at activation of blood coagulation. *Bulletin Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2007; 27(5): 122–125 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jvmdnb>

ABOUT THE AUTHORS

Yury Andreevich Lysenko¹

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Veterinary Medicine
yuraduban45@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2629-2334>

Albina Vladimirovna Luneva¹

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Veterinary Medicine
albina.luneva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4863-3590>

Anastasia Alekseevna Kovtun²

Postgraduate Student of the Department of Parasitology, Veterinary Sanitary Expertise and Zoohygiene
nastasyakovtun86@yandex.ru

Evgeny Yuryevich Marchenko¹

Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer, Department of Veterinary Medicine
marchenko.vet@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1529-9039>

Margarita Gennadievna Yakovets²

Postgraduate Student of the Department of Biotechnology, Biochemistry and Biophysics
margoyakovets@mail.ru

Evgeniya Sergeevna Sedletsкая¹

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine
esedletsкая@rgau-msha.ru

¹Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

²Kuban State Agrarian University, 13 Kalinin Str., Krasnodar, 350044, Russia