

Научная статья

УДК 57:579:579.6:579.62

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107

ВОЗДЕЙСТВИЕ BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS НА ОРГАНИЗМ КОЗ

Галина Васильевна Молянова^{1✉}, Владимир Викторович Ермаков², Оксана Владимировна Семкина³, Алиса Павловна Винокурова⁴

^{1, 2, 3, 4} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹molyanova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

²vladimir_21_2010@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6683-0512>

³oks3350@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7542-1198>

⁴jaskiermirror@gmail.com <http://orcid.org/0009-0000-2132-0933>

Резюме. Цель исследования – определить влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта и продуктивность молодняка коз назначения пробиотика на основе *B. amyloliquefaciens*. Пробиотик *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-11475 в дозе 4×10^9 и 4×10^7 КОЕ, произведенный в исследовательской лаборатории Крестьянского (Фермерского) Хозяйства «Цирулев Евгений Павлович», в сублимированном виде назначали козлятам двухмесячного возраста ежедневно в течение месяца. Организм животных развивался стабильно и изученные параметры жизнедеятельности находились в пределах физиологически обусловленных рамок. Добавление к основному рациону пробиотика *Bacillus amyloliquefaciens* позволило активизировать метаболические реакции в организме за счет жизнедеятельности полезной микрофлоры. Использование пробиотика у животных привело к более быстрому восстановлению жизненно необходимой микрофлоры, что обеспечило нивелирование действия и вытеснение патогенных штаммов *Escherichia coli* из организма животных. Назначение пробиотика приводит к повышению адаптационных и продуктивных показателей мелкого рогатого скота.

Ключевые слова: козлята, микроассоциация, желудочно-кишечный тракт

Благодарности: Работа выполнена в рамках научного проекта: «Разработка и внедрение в промышленное производство Самарской области способа повышения адаптационных и продуктивных показателей мелкого рогатого скота назначением отечественного биопрепарата» № 23-26-10009.

Для цитирования: Молянова Г. В., Ермаков В. В., Семкина О. В., Винокурова А. П. Воздействие *bacillus amyloliquefaciens* на организм коз // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2024. № 3. С. 101-107. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107

Original article

THE EFFECT OF BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS ON THE BODY OF GOATS

Galina V. Molyanova^{1✉}, Vladimir V. Ermakov², Oksana V. Stmkina³, Alisa P. Vinokurova⁴

^{1, 2, 3, 4} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

¹molyanova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

²vladimir_21_2010@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6683-0512>

³oks3350@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7542-1198>

⁴jaskiermirror@gmail.com <http://orcid.org/0009-0000-2132-0933>

Abstract. The purpose of the study is to determine the effect of administering a probiotic based on *B. amyloliquefaciens* on the microflora of the gastrointestinal tract and the productivity of young goats. The probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* VKPM B-11475 at a dose of 4×10^9 and 4×10^7 CFU, produced in the research laboratory of the Peasant (Farmer) Farm «Evgeniy Pavlovich Tsirulev», was administered in freeze-dried form to two-month-old goats every day for a month. The animals' bodies developed stably and the studied vital parameters were within physiologically determined limits. Adding the probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* to the main diet made it possible to activate metabolic reactions in the body due to the vital activity of beneficial microflora. The use of a probiotic in animals led to a more rapid restoration of vital microflora, which ensured the leveling of the effect and displacement of pathogenic strains of

Escherichia coli from the animal's body. The administration of a probiotic leads to an increase in the adaptive and productive indicators of small cattle.

Key words: small goats, microassociation, gastrointestinal tract

Acknowledgements: *The work was carried out within the framework of the scientific project: «Development and introduction into industrial production of the Samara region of a method for increasing the adaptive and productive indicators of small cattle by prescribing a domestic biological product» № 23-26-10009.*

For citation: Molyanova, G. V., Ermakov, V. V., Semkina, O. V. & Vinokurova, A. P. (2024). The effect of bacillus amyloliquefaciens on the body of goats. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2024, 3, 101-107. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107

В существующих реалиях сегодняшнего дня повышается значимость условно-патогенных энтеробактерий в развитии инфекционной патологии животных. Учитывая сложившуюся ситуацию изыскание новых средств, повышение эффективности и расширение спектра действия существующих препаратов для профилактики и лечения животных приобретает решающее значение [1, 2, 3]. Роль сельского хозяйства в развитии России и повышении благосостояния россиян неуклонно возрастает, увеличивается поголовье сельскохозяйственных животных, формируются перспективные направления развития животноводства с расширением рынка продажи готовой продукции. В связи с этим задачи по сохранению и преумножению поголовья сельскохозяйственных и промысловых животных, повышению их продуктивности, качества продукции обуславливают острую необходимость внедрения в жизнь новых препаратов различного происхождения [4, 5].

Медведева П. И. с коллегами создали пробиотический препарат на основе *Bacillus Amyloliquefaciens* – уникальное действующее вещество, являющееся антагонистом патогенных микроорганизмов, таких как: *Escherichia coli*, *Salmonella* и другие. Авторы использовали пробиотический препарат препарата на основе *Bacillus Amyloliquefaciens* для сельскохозяйственной птицы. Препарат показал высокую эффективность при исследованиях в опыте с концентрацией лиофилизированной массы спорообразующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* в количестве не менее 1×10^7 КОЕ/г. Рекомендуется к использованию в птицеводстве с целью повышения продуктивности и качества мяса сельскохозяйственной птицы [6].

Результаты исследования Jubair Al-Rashid and his colleagues убедительно свидетельствуют о потенциале биоконтроля *Bacillus amyloliquefaciens* FH1-RS1 и *Bacillus cereus* R19, демонстрируя значительное противогрибковое действие в отношении *Verticillium dahliae* V991, зависящее от объема. Это явление имеет решающее значение для определения оптимальных концентраций, необходимых для достижения максимальной эффективности биоконтроля, и согласуется с другими сообщениями о дозозависимых реакциях препаратов для биоконтроля [7].

В связи с вышеизложенным, изучение применения в козоводстве пробиотика на основе *B. Amyloliquefaciens* для улучшения метаболизма продуктивных животных является актуальной темой.

Цель исследований – определить влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта и продуктивность молодняка коз назначения пробиотика на основе *B. Amyloliquefaciens*

Задачи исследований – анализ основных показателей крови козлят; выделение и идентификация микрофлоры желудочно-кишечного тракта; определение факторов патогенности и персистенции микроорганизмов при применении микробиологического препарата на основе *Bacillus Amyloliquefaciens*; идентификация микрофлоры желудочно-кишечного тракта козлят, выявление факторов патогенности и персистенции выявленной микрофлоры.

Материал и методы исследования. Пробиотик на основе *Bacillus Amyloliquefaciens* ВКПМ В-11475 (*B. amyloliquefaciens*) произведен в исследовательской лаборатории индивидуального предпринимателя, главы Крестьянского (Фермерского) Хозяйства «Цирулев Евгений Павлович» [8]. Препарат представляет собой жидкость светло-коричневого цвета, средняя концентрация составляет 4×10^9 КОЕ (КОЕ – колониеобразующая единица). Препарат имеет положительное экспертное заключение по токсиколого-гигиенической оценке штамма *B. amyloliquefaciens* от 19.06.2023 г от Самарской

испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ». При проведении исследований *in vitro* препарат показал стойкие антагонистические способности в отношении бактериальных и грибных фитопатогенов в концентрации 4×10^7 КОЕ [8].

Научно-производственный опыт проводили на ферме по производству и переработке козьего молока КФХ «Семкина О.В.» Приволжского района Самарской области. Козлята были подобраны по принципу пар аналогов по 10 голов в группе 2-месячного возраста. Для проведения эксперимента создали три группы животных по 10 голов в каждой [8]. В контрольную группу входили козлята, имеющие основной рацион кормления. Козлята I опытной группы принимали пробиотик в дозе 4×10^9 , II опытной — 4×10^7 за 30 мин до кормления по 1 капсуле на голову 1 раз в сутки в течение месяца при помощи болусодаввателя.

Суспензию биоматериала для получения роста культур бактерий высевали на дифференциально-диагностические и селективно-элективные питательные среды. Суспензию биоматериала высевали на питательный агар с эозинметиленовым синим Левина, на дифференциально-диагностическую коммерческую питательную среду: лактозный агар Дригальского, на модифицированный нами лактозный агар Дригальского. Наряду с выше указанными средами, эшерихии выделяли на средах Эндо и кровяном агаре [9, 10].

Протеи выделяли на агар П-1 с полимиксином и солями желчных кислот, на скошенном МПА и кровяном МПА, клебсиеллы выделяли на агаре Плоскирёва и кровяном МПА. Сальмонеллы выделяли на висмут-сульфитном агаре и железо-сульфитном агаре, в селенитовой среде Leifson (коммерческой и модифицированной), а также в магниевой среде, тетратионатовой среде Мюллера и среде Мюллера-Кауфмана, на сальмонелла-шигелла агаре. Иерсинии выделяли на дифференциально-диагностическом СБТС-агаре и селективном CIN-агаре, на глюкозо-кровяном агаре, морганеллы — на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, гафнии — на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, эрвинии — на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, энтеробактеры — на эозинметиленовом агаре, серрации — на пептон-глицериновом агаре, клейверы — на глюкозо-кровяном агаре, цитробактеры — на висмут-сульфитном агаре и агаре Плоскирева, провиденции — на глюкозо-кровяном агаре, шигеллы выделяли на сальмонелла-шигелла агаре. Суспензию материала распределяли одноразовым стерильным микробиологическим г-образным шпателем по поверхности среды в чашке Петри и инкубировали в термостате при 25-30°C, 37°C 48-72 ч [6, 7]. Чистые культуры микроорганизмов идентифицировали по морфологическим, тинкториальным, культуральным, биохимическим, серологическим свойствам, а также в ходе проведения ПЦР анализа. Количество выросших колоний микроорганизмов на плотных питательных средах проводили общепринятым методом на приборе ПСБ (прибор счёта бактерий).

Определение факторов патогенности энтеробактерий проводили по общепринятым методам. Гемолитическую и желатиназную, каталазную активность культур энтеробактерий выявляли в ходе культивирования микроорганизмов на обогащённых средах и путём постановки биохимических тестов. Активность протеаз культур энтеробактерий определяли по убыли альбумина после совместной инкубации с исследуемыми микроорганизмами биуретовым методом. Определение факторов персистенции микроорганизмов осуществляли общепринятыми методами. Антилизозимную и антикарнозиновую активность определяли фотометрическим методом. Способность микроорганизмов к образованию биоплёнок выявляли по степени связывания микроорганизмами кристаллического фиолетового в полистироловых планшетах. Биохимические свойства энтеробактерий изучали постановкой пёстрого ряда со средами Гисса, в пластинах ПБДЭ (пластина для биохимической дифференциации энтеробактерий) и в других специфических тестах. Серологические свойства энтеробактерий изучали в реакциях со специфическими диагностическими сыворотками в реакциях, агглютинации, связывания комплемента, преципитации. Математическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью специальных компьютерных программ.

Результаты исследования. Исследование выявило тенденцию к повышению основных биохимических показателей сыворотки крови у животных принимающих пробиотик *B. amyloliquefaciens* в дозе 4×10^9 и 4×10^7 , относительно контрольных данных. Все показатели находились в пределах физиологической нормы (табл. 1).

Таблица 1

Показатели крови козлят

Показатели	Группы животных		
	контрольная группа	первая опытная	вторая опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	12,16±0,18	17,55±0,34	13,06±0,24
Гемоглобин, г/л	91,12±0,44	99,24±1,18	92,64±0,94
Лейкоциты, $10^9/л$	10,08±0,42	12,64±0,28	10,68±0,74
Сегментоядерные нейтрофилы, $10^9/л$	4,08±0,03	6,40±0,04	4,34±0,08
Лимфоциты, $10^9/л$	5,72±0,06	6,22±0,03	5,34±0,10
Фагоцитарная активность нейтрофилов, %	36,22±1,08	50,46±0,26	38,86±1,56
Фагоцитарное число	1,14±0,04	2,62±0,04	1,38±0,08
Лизоцимная активность, %	34,12±0,30	43,16±0,48	35,68±0,42
Бактерицидная активность, %	44,18±0,38	52,64±1,06	45,18±0,34
Общий белок, г/л	62,28±0,70	67,06±0,86	63,08±1,46
Гамма-глобулины, г/л	7,14±0,10	8,34±0,16	7,84±0,32

В ходе лабораторного микробиологического исследования зафиксировано наличие в желудочно-кишечном тракте козлят облигатных и временных представителей микробного мира. В образцах, отобранных от опытных козлят, идентифицировано повышение количества микробных ассоциаций, состоящих из энтерококков, бифидобактерий и лактобацилл. У козлят с дисфункцией желудочно-кишечного тракта в начале исследования преобладали патогенные штаммы *Escherichia coli*, что сопровождалось существенным снижением концентрации облигатных микроассоциаций. Затем по достижению трехмесячного возраста произошла коррекция микробиоты желудочно-кишечного тракта (табл. 2).

Таблица 2

Микрофлора желудочно-кишечного тракта козлят

Показатели	Период исследования, возраст животных (дни)		
	Контрольная группа	Первая опытная	Вторая опытная
<i>Enterococcus faecium</i>	$3,52 \times 10^8 \pm 0,22$	$6,52 \times 10^8 \pm 0,12$	$4,33 \times 10^8 \pm 0,54$
<i>Enterococcus faecalis</i>	$4,08 \times 10^8 \pm 0,08$	$6,58 \times 10^8 \pm 0,20$	$4,76 \times 10^8 \pm 0,14$
<i>Enterococcus flavescens</i>	$1,06 \times 10^8 \pm 0,04$	$2,46 \times 10^8 \pm 0,08$	$1,30 \times 10^8 \pm 0,06$
<i>Bacteroides fragilis</i>	$4,26 \times 10^6 \pm 0,16$	$3,14 \times 10^6 \pm 0,08$	$4,08 \times 10^6 \pm 0,46$
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$3,92 \times 10^{10} \pm 0,70$	$8,40 \times 10^{10} \pm 0,78$	$4,84 \times 10^{10} \pm 0,84$
<i>Bifidobacterium thermophilum</i>	$4,06 \times 10^{10} \pm 0,38$	$8,18 \times 10^{10} \pm 0,96$	$4,62 \times 10^{10} \pm 0,74$
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	$4,12 \times 10^{10} \pm 0,54$	$7,54 \times 10^{10} \pm 0,48$	$4,38 \times 10^{10} \pm 0,46$
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	$4,20 \times 10^{10} \pm 0,33$	$7,38 \times 10^{10} \pm 0,74$	$4,62 \times 10^{10} \pm 0,28$
<i>Micrococcus luteus</i>	$4,63 \times 10^4 \pm 0,06$	$4,26 \times 10^4 \pm 0,08$	$4,08 \times 10^4 \pm 0,14$
<i>Escherichia coli</i>	$7,32 \times 10^6 \pm 0,42$	$5,16 \times 10^6 \pm 0,14$	$6,88 \times 10^6 \pm 0,72$
<i>Serratia marcescens</i>	$4,92 \times 10^4 \pm 0,54$	$4,42 \times 10^4 \pm 0,34$	$4,56 \times 10^4 \pm 0,66$

В ходе исследования биохимических и серологических свойств у культур энтерококков желатиназная и гемолитическая активность не выявлена. Это свидетельствует об отсутствии данных факторов патогенности (вирулентности) у выделенных энтерококков. Высокая активность протеолитических ферментов у представителей рода *Enterococcus* является важнейшим инструментом антагонистической способности по отношению к патогенным микроорганизмам. Все выделенные и идентифицированные культуры энтерококков обладали протеолитической активностью (табл. 3). У козлят контрольной группы протеолитическая активность энтерококков была более выражена, чем у энтерококков козлят опытной группы.

Таблица 3

Протеолитическая активность культур энтерококков у козлят

Культура <i>Enterococcus</i> sp.	Протеолитическая активность мг·мл/мин		
	Контрольная группа	Первая опытная	Вторая опытная
<i>Enterococcus faecium</i>	1,42±0,008	0,66±0,004	0,60±0,003
<i>Enterococcus hirae</i>	1,14±0,006	0,52±0,006	0,55±0,004
<i>Enterococcus faecalis</i>	1,72±0,009	0,64±0,003	0,66±0,005
<i>Enterococcus flavescens</i>	1,34±0,007	0,58±0,006	0,62±0,002
<i>Enterococcus casseliflavus</i>	1,68±0,006	0,46±0,008	0,54±0,002

Основными показателями, определяющими персистентные свойства микроорганизмов, являются антилизоцимная активность, антикарнозиновая активность и способность к образованию биоплёнок. Среди факторов персистенции антилизоцимная и антикарнозиновая активность выявлены нами в контрольной группе животных у *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* и у культур энтерококков.

Бактерии *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* проявили наиболее высокие показатели антилизоцимной активности. В результате исследования антилизоцимной активности у представителей рода *Enterococcus* было выявлено, что данный признак встречался у 100% изолятов выделенных нами от козлят. Среди энтерококков уровень проявления антилизоцимной активности был более высоким у изолятов *Enterococcus hirae*, а наименьшим у изолятов *Enterococcus casseliflavus*. При этом у козлят контрольной группы антилизоцимная активность энтерококков и *Escherichia coli* была меньше по сравнению с аналогичными микроорганизмами у козлят опытной группы.

Выживание условно-патогенных бактерий реализуется через их способность к адаптации и инактивации защитных свойств макроорганизма. Дипептид природного происхождения карнозин (β -аланил L-гистидин) является одним из основных факторов неспецифической реактивности организма человека и животных. Все изоляты *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, энтерококков, выделенные нами от козлят, обладали антикарнозиновой активностью. Бактерии *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis* показали относительно невысокие значения антикарнозиновой активности по сравнению с *Escherichia coli* и энтерококками. Изоляты *Escherichia coli* проявили достаточно высокую антикарнозиновую активность у животных контрольной и опытных групп. Среди энтерококков уровень проявления антикарнозиновой активности был более высоким у изолятов *Enterococcus hirae*, а наименьшим у изолятов *Enterococcus casseliflavus*. При этом антикарнозиновая активность энтерококков у козлят контрольной группы была менее выраженной по сравнению с энтерококками козлят опытной группы.

Микроассоциации, состоящие из облигатных энтерококков, бифидобактерий и лактобацилл формировали так называемые функциональные биопленки на слизистой желудочно-кишечного тракта животных с самого рождения. Этот процесс завершается у козлят к месячному возрасту. У животных опытных групп, судя по специфическим показателям, биопленкообразования складывались быстрее, чем у животных контрольной группы. Назначение пробиотика на основе *B. amyloliquefaciens* в дозе 4×10^9 и 4×10^7 КОЕ козлятам ежедневно положительно повлияло на микробиоту животных.

Наряду с этим, величины показателей биопленкообразования у бифидобактерий и лактобацилл были наиболее высокими. Менее выражена была способность образовывать биопленки у бактерий, серраций, эшерихий и других энтеробактерий.

Заключение. У козлят трехмесячного возраста, находящихся в одинаковых условиях содержания в хозяйстве и получающих основной рацион кормления, организм развивался стабильно и изученные параметры жизнедеятельности находились в пределах физиологически обусловленных рамок. Добавление же к основному рациону пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* позволило активизировать метаболических реакций в организме за счет жизнедеятельности полезной микрофлоры. Использование пробиотика способствовало более быстрому восстановлению жизненно необходимой микрофлоры, что обеспечило нивелирование действия и вытеснение патогенных штаммов *Escherichia coli* из организма животных.

Список источников

1. Ермаков, В. В., Молянова, Г. В. Применение телятам синбиотика «МИКРОБАЦИЛАБ» // Актуальные проблемы лечения, и профилактики болезней молодняка : мат. конф. Витебск, 2021. С. 229-234.
2. Ермаков, В.В. Биологические свойства представителей микробиоценоза домашних кошек и собак в г. Самара // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сборник научных трудов. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016. С. 194-198.
3. Ermakov V., Titov N. An innovative modification of the nutrient medium formulation for the isolation and differentiation of enterobacteria // BIO Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. Т. 37. С. 00063.
4. Конищева А. С., Плешакова В. И., Лещева Н. А. Микробиом кишечника телят при дисбактериозе // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. №. 3 (43). С. 70-77.
5. Самойленко В. С., Ожередова Н. А., Светлакова Е. В. Влияние опытного образца синбиотического средства на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта телят в раннем постнатальном онтогенезе // Ветеринарная патология. 2021. №. 2 (76). С. 53-58.
6. Патент N2766706 C1 Российская Федерация МПК A23K 10/00(2016.01). Пробиотический препарат для сельскохозяйственной птицы №2021106807 заяв. 2021.03.15: опубликовано 2022.03.15 Бюл. №8 / Медведева П.И., Кошчаев И.А., Мезинова К.В., Рядинская А.А., Ордина Н.Б., заявитель ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 5 с.
7. Jubair Al-Rashid, Jingjing Wang, Xiaoxia Zhang, Qianqian Chai and Zhiyong Huang (2024). Optimal amount of *Bacillus amyloliquefaciens* FH1-RS1 and *Bacillus cereus* R19 to inhibit the growth of *Verticillium dahlia* BIO Web of Conferences 100, 02015 (IFBioScFU 2024) doi: 10.1051/bioconf/202410002015
8. Молянова Г. В., Ермаков В. В., Семкина О. В., Винокурова А. П. Биохимические параметры крови козлят зааненской породы при применении препарата на основе *Bacillus amyloliquefaciens* // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 79-86. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_79
9. Патент № 184921 Российская Федерация, МПК B01L 9/06, A 61B 10/02 Ермаков, В.В., Котов, Д.Н. Штатив для уленгуттовских и микроцентрифужных пробирок / Ермаков В.В., Котов, Д.Н. № 2018125607 ; заявл.12.07.2018 ; опубл.14.11.2018, Бюл. № 18.
10. Патент № 163081 Российская Федерация, МПК C12M 1/14, A 61B 10/02 Одноразовый стерильный микробиологический г-образный шпатель / Ермаков В.В. № 2016100537/14 ; заявл.11.01.2016 ; опубл.10.07.2016, Бюл. № 19.

References

1. Ermakov, V. V. & Molyanova, G. V. (2021). Application of the synbiotic "MICROBACILAB" to calves. Current problems of treatment and prevention of diseases of young animals: mat. conf. Vitebsk, 229-234. (in Russ.).
2. Ermakov, V. V. (2016). Biological properties of representatives of the microbiocenosis of domestic cats and dogs in Samara. Current problems of agricultural science and ways to solve them'16: collection of scientific papers. (pp. 194-198). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
3. Ermakov, V., & Titov, N. (2021). An innovative modification of the nutrient medium formulation for the isolation and differentiation of enterobacteria. *BIO Web of Conferences*, 37, 00063). EDP Sciences.
4. Konishcheva, A. S., Pleshakova, V. I., & Leshcheva, N. A. (2021). Gut microbiome of calves with dysbiosis. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*, (3 (43)), 70-77. (in Russ.).
5. Samoylenko, V. S., Ozheredova, N. A., & Svetlakova, E. V. (2021). Influence of the synbiotic prototype on the microbiocenosis of the gastrointestinal tract of calves in early postnatal ontogenesis. *Veterinary pathology*, (2 (76)), 53-58. (in Russ.).
6. Patent №2766706 C1 Russian Federation IPC A23K 10/00(2016.01). Probiotic preparation for poultry №2021106807 Application 2021.03.15: Published 2022.03.15 Byul. №8 / Medvedeva P.I., Koshchaev I.A., Mesinova K.V., Ryadinskaya A.A., Ordina N.B., applicant Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin. 5. (in Russ.).
7. Jubair Al-Rashid, Jingjing Wang, Xiaoxia Zhang, Qianqian Chai and Zhiyong Huang (2024). Optimal amount of *Bacillus amyloliquefaciens* FH1-RS1 and *Bacillus cereus* R19 to inhibit the growth of *Verticillium dahlia* BIO Web of Conferences 100, 02015 (IFBioScFU 2024). doi: 10.1051/bioconf/202410002015
8. Molyanova, G. V., Yermakov, V. V. Semkina, O. V. & Vinokurova, A. P. (2023). Biochemical parameters of the blood of goats of the Zaanen breed when using a drug based on *Bacillus amyloliquefaciens* /G.V. Molyanova, V.V. Ermakov, O.V. Semkina, A.P. Vinokurova // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (*Bulletin Samara state agricultural academy*), 4. 79-86. (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_79

9. Patent № 184921 Russian Federation, IPC B01L 9/06, A 61B 10/02 Ermakov, V.V., Kotov, D.N. Stand for Ulengut and microcentrifuge tubes / Ermakov V.V., Kotov, D.N. No 2018125607; application 07/12/2018; publ.11/14/2018, Bull. No. 18. (in Russ.).

10. Patent № 163081 Russian Federation, MPK S12M 1/14, A 61B 10/02 Disposable sterile microbiological L-shaped spatula / Ermakov V.V. No. 2016100537/14; announced 11.01.2016; publ.07.10.2016, Bull. No. 19. (in Russ.).

Информация об авторах

Г. В. Молянова — доктор биологических наук, профессор;

В. В. Ермаков — кандидат биологических наук, доцент;

О. В. Семкина — аспирант;

А. П. Винокурова — член научного коллектива.

Author information

G. V. Molyanova – Doctor of Biological Sciences, Professor;

V. V. Ermakov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;

O. V. Stmkina – graduate student;

A. P. Vinokurova – member of the scientific team.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 6.06.2024; одобрена после рецензирования 17.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.

The article was submitted 6.06.2024; approved after reviewing 17.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.