

ISSN 1029-8940 (Print)
ISSN 2524-230X (Online)
УДК 579.852.11-579.62
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2026-71-2-125-131>

Поступила в редакцию 16.02.2026
Received 16.02.2026

Е. А. Самбук, Э. И. Коломиец

*Государственное научно-производственное объединение «Химический синтез и биотехнологии»,
Минск, Республика Беларусь*

ВЫДЕЛЕНИЕ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ РОДА *BACILLUS*, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАТОГЕННОЙ МИКРОБИОТЫ РЫБ

Аннотация. В последние годы внимание исследователей и практиков концентрируется на использовании в аквакультуре пробиотических препаратов, характеризующихся высокой антимикробной активностью к целевым патогенам и оказывающих выраженное стимулирующее действие на рыбопродуктивность. С целью разработки таких препаратов нами проведен скрининг изолятов спорообразующих бактерий рода *Bacillus*, выделенных из кишечника карпа и вод рыбоводных прудов. Отобраны два наиболее активных штамма бактерий-антагонистов, изучены их морфологические и физиолого-биохимические свойства. С помощью амплификации со специфическими праймерами выявлено наличие генов, ответственных за синтез основных антимикробных метаболитов.

Ключевые слова: Бактерии рода *Bacillus*, пробиотики, антагонистическая активность, ферментативная активность, антимикробные метаболиты

Для цитирования: Самбук, Е. А. Выделение штаммов бактерий-антагонистов рода *Bacillus*, перспективных для контроля патогенной микробиоты рыб / Е. А. Самбук, Э. И. Коломиец // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2026. – Т. 71, № 2. – С. 125–131. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2026-71-2-125-131>

Ekaterina A. Sambuk, Emilia I. Kolomiets

State Scientific and Production Enterprise “Chemical Synthesis and Biotechnology”, Minsk, Republic of Belarus

ISOLATION OF BACTERIAL ANTAGONISTIC STRAINS OF THE GENUS *BACILLUS*, WITH POTENTIAL FOR THE CONTROL OF FISH PATHOGENIC MICROBIOTA

Abstract. In recent years, the attention of researchers and practitioners has been focused on the use of probiotic drugs in aquaculture, which are characterized by high antimicrobial activity against target pathogens and have a pronounced stimulating effect on fish productivity. In order to develop such drugs, we screened isolates of spore-forming bacteria of the genus *Bacillus* isolated from the intestines of carp and waters of fish ponds. Two of the most active strains of antagonist bacteria were selected, and their morphological, physiological, and biochemical properties were studied. Amplification with specific primers revealed the presence of genes responsible for the synthesis of major antimicrobial metabolites.

Keywords: bacteria of the genus *Bacillus*, probiotics, antagonistic activity, enzymatic activity, antimicrobial metabolites

For citation: Sambuk E. A., Kolomiets E. I. Isolation of bacterial antagonistic strains of the genus *Bacillus*, with potential for the control of fish pathogenic microbiota. *Vesti Natsyonal'nai akademii nauk Belarusi. Seriya biyalagichnykh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2026, vol. 71, no. 2, pp. 125–131 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2026-71-2-125-131>

Введение. Рыбоводство – одна из быстро развивающихся отраслей промышленности. При интенсивном типе выращивания рыб в аквакультуре большую проблему представляют заболевания, вызванные патогенными бактериями и приводящие к высоким показателям смертности гидробионтов, что не только наносит огромный экономический ущерб, но и может вызвать нехватку продовольствия [1].

В различных литературных источниках охарактеризовано около 25 родов бактерий – патогенов пресноводных и морских рыб. К основным возбудителям болезней прудовых рыб относятся бактерии родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Mycobacterium* и др. Так, представители *Aeromonas hydrophila* вызывают брюшную водянку, образование язв, серозно-геморрагический дерматит [2, 3].

Широкое использование антибиотиков в аквакультуре привело к возникновению устойчивых форм патогенов, что на сегодняшний день представляет собой одну из основных проблем рыбного хозяйства. Первым зарегистрированным возбудителем заболеваний рыб, проявляющим устойчивость к противомикробным препаратам (к сульфатиозолу и тетрациклину), были бактерии вида *A. salmonicida*. В настоящее время антибиотикорезистентные патогены выделены из многих выращиваемых рыб и ракообразных по всему миру.

По данным ВОЗ, объем используемых антимикробных препаратов в животноводстве в настоящее время в 2 раза превышает объем антибиотиков, применяемых в медицине. Так, только в странах ЕС в 2022 г. в ветеринарных целях было применено 3 794,2 т противомикробных препаратов [4]. Характерно, что практически все антимикробные средства, используемые в сельском хозяйстве, аналогичны по структуре или идентичны тем, которые применяются в медицине, что способствует формированию полирезистентных штаммов патогенных бактерий и перекрестной резистентности [5–7].

По мере того как мы приближаемся к тому моменту, который, согласно заявлению ВОЗ, может стать «пост-антибиотической эрой», растет интерес к альтернативным инструментам, которые позволят сократить применение антибиотиков. Одной из рассматриваемых альтернатив возможного решения проблемы устойчивости к противомикробным препаратам является использование пробиотиков.

Пробиотики – бактериальные препараты на основе микробных культур, эффективность которых связана со способностью вызывать благоприятные метаболические изменения в организме (повышение сопротивляемости, улучшение усвояемости питательных веществ), а также с антагонистическим действием на вредную для организма микробиоту. Они не вызывают побочных реакций, не имеют противопоказаний к применению и в комплексе с ветеринарно-санитарными мероприятиями могут положительно влиять на микробиоценоз в животноводческих помещениях. Использование пробиотиков в аквакультуре позволяет не только контролировать развитие патогенной микробиоты, но и эффективно бороться с органическими загрязнениями, обеспечивая высокое качество воды [8, 9].

Таким образом, в задачи настоящего исследования входили выделение и скрининг штаммов пробиотических бактерий с высокими показателями антимикробной и ферментативной активности, перспективных для использования в аквакультуре, а также изучение их морфологических и физиолого-биохимических свойств.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись изоляты спорообразующих микроорганизмов с высокой антагонистической активностью к возбудителям болезней рыб – бактериям *A. salmonicida*.

Выделение культур бактерий-антагонистов проводили из микробиома кишечника рыбы (карп), а также из водных образцов путем посева проб на мясо-пептонный агар (МПА) после предварительного прогрева при температуре 80–85 °С в течение 15 мин. Культивирование осуществляли при температуре 28 °С. Отбор наиболее активных изолятов проводили с использованием метода точечного тестирования.

Способность изолятов утилизировать углеводы и спирты определяли путем их культивирования на средах Гисса с сахарозой, глюкозой, лактозой, маннитом и мальтозой [10].

Изучение антагонистической активности наиболее активных изолятов проводили методом лунок [11]. В агаризованной питательной среде (нижний слой – 2%-й бульон Хоттингера (БХ), верхний слой – 1,2%-й БХ + тест-культура патогена) сверлом делали лунки диаметром 10 мм, в которые заливали по 100 мкл 48-часовой культуральной жидкости бактерий, выращенной на среде Мейнелла с мелассой.

У отобранных изолятов изучали спектр антагонистической активности в отношении 11 патогенов рыб: *Escherichia coli* К3, *E. coli* 39А, *Staphylococcus aureus* 1528, *St. aureus* 1844, *Aeromonas bestiarum* БИМ В-1803, *A. salmonicida* БИМ В-1816, *A. veronii* БИМ В-1855, *A. veronii* БИМ В-1856, *A. salmonicida* 56, *Pseudomonas* sp. 55, *Shewanella putrefaciens*. Патогены предоставлены Институтом рыбного хозяйства НАН Беларуси и Белорусской коллекцией непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси.

Предварительную (качественную) оценку ферментативной активности отобранных изолятов проводили чашечным методом на агаризованных питательных средах с такими специфическими субстратами, как картофельный крахмал – для определения α -амилазной активности, Na-КМЦ и казеин – для определения целлюлолитической и протеолитической активности соответственно. Об уровне продукции ферментов судили по появлению зон гидролиза вокруг выросших колоний после 72 ч культивирования при 28 °С. Для визуализации результатов использовали краситель Конго красный (Na-КМЦ-азная активность) и раствор Люголя (α -амилазная активность) [11].

Количество продуцируемых бактериями гидролитических ферментов определяли после 24 ч культивирования. Измерение протеазы проводили методом Ансона в модификации И. С. Петровой и М. М. Винцюнайте [12], основанным на ферментативном гидролизе казеината натрия до пептидов и аминокислот; α -амилазную и целлюлазную активности исследовали фотометрически по способности гидролизовать хромогенные субстраты (деполимеризованный крахмал, окрашенный Procion Red MX-5B (Red-starch)) и карбоксиметилцеллюлозу (Azo-СМ-Cellulose, Megazyme, Ирландия) до окрашенных низкомолекулярных фрагментов.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований из кишечника рыбы и вод рыбоводных прудов выделили 78 бактериальных изолятов, из числа которых отобрали 14 культур с высокой антимикробной активностью в отношении бактерий *A. salmonicida* – возбудителей аэромоноза рыб (зоны задержки роста *A. salmonicida* – 17–27 мм).

Дальнейшие исследования были направлены на отбор изолятов с комплексной антимикробной и ферментативной активностями. Согласно полученным результатам (табл. 1) максимальными показателями комплексной ферментативной и антагонистической активностей из 14 исследуемых культур обладали изоляты 14 и 17, у которых зоны задержки роста тест-объектов составляли 27–28 мм, что находится на уровне контрольного штамма *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-1878 Г – основы кормовой добавки «Аквабациллин». Вместе с тем ферментативная активность выделенных изолятов превышала показатели контрольного штамма.

С помощью системы для масс-спектрального анализа «АЛМАСС Био 200» (ООО «Альгимед Техно», Российская Федерация) провели идентификацию наиболее активных изолятов. Выявлено, что изолят 14 относится к виду *Bacillus mojavensis*, а изолят 17 – к виду *B. vallismortis*.

Таблица 1. Сравнительная характеристика отобранных бактериальных изолятов и коллекционного штамма – основы пробиотической кормовой добавки «Аквабациллин»
Table 1. Comparative characteristics of the selected bacterial isolates and the collection strain – the basis of the probiotic feed additive Aquabacillin

Изолят	Ферментативная активность* (диаметр зоны гидролиза субстрата), мм			Антимикробная активность (диаметр зоны задержки роста <i>A. salmonicida</i>), мм
	амилолитическая (крахмал)	протеолитическая (казеин)	целлюлолитическая (Na-КМЦ)	
1	21 ± 0,1	17 ± 0,2	21 ± 0,1	20 ± 0,3
2	24 ± 0,3	18 ± 0,3	17 ± 0,2	20 ± 0,2
6	13 ± 0,2	16 ± 0,2	7 ± 0,1	17 ± 0,1
12	15 ± 0,2	15 ± 0,2	3 ± 0,3	19 ± 0,5
13	22 ± 0,2	19 ± 0,1	18 ± 0,2	23 ± 0,1
14	23 ± 0,1	22 ± 0,1	36 ± 0,1	27 ± 0,2
17	20 ± 0,1	37 ± 0,2	26 ± 0,2	28 ± 0,1
21	19 ± 0,2	19 ± 0,1	14 ± 0,3	24 ± 0,5
26	16 ± 0,3	19 ± 0,3	16 ± 0,1	21 ± 0,3
27	20 ± 0,2	19 ± 0,3	13 ± 0,3	22 ± 0,2
28	14 ± 0,3	21 ± 0,2	16 ± 0,2	20 ± 0,1
31	19 ± 0,1	20 ± 0,4	14 ± 0,1	20 ± 0,3
32	14 ± 0,1	20 ± 0,5	17 ± 0,1	22 ± 0,1
33	16 ± 0,3	20 ± 0,1	16 ± 0,4	23 ± 0,5
Контроль Штамм <i>B. amyloliquef-aciens</i> БИМ В-1878 Г	19 ± 0,5	31 ± 0,4	22 ± 0,2	28 ± 0,4

Примечание. * – качественная оценка ферментативной активности чашечным методом на агаризованных питательных средах со специфическими субстратами.

Установлено, что при росте на агаризованной питательной среде МПА *B. mojavensis* 14 образует кремовые полупрозрачные округлые колонии среднего размера (4–6 мм), мягкой консистенции, с неровным краем, матовой поверхностью и плоским рельефом. *B. vallismortis* 17 на агаризованной МПА образует кремовые полупрозрачные округлые слизистые колонии среднего размера (3–5 мм), мягкой консистенции, с неровным краем, матовой поверхностью и плоским рельефом.

Согласно визуальной оценке изменения окраски сред Гисса отобранные штаммы способны утилизировать глюкозу, сахарозу, лактозу, маннит, но не усваивают мальтозу (табл. 2).

Таблица 2. Оценка способности отобранных штаммов утилизировать углеводы

Table 2. Assessment of the ability of selected strains to utilize carbohydrates

Субстрат	Наличие изменения окраски	
	<i>B. mojavensis</i> 14	<i>B. vallismortis</i> 17
Сахароза	+	+
Глюкоза	+	+
Маннит	+	+
Мальтоза	–	–
Лактоза	+	+

Примечание. «+» – изменение окраски среды, «–» – отсутствие изменения окраски среды.

При подборе штаммов для включения их в пробиотические препараты важно исследовать спектр их антимикробной и ферментативной активностей. Согласно данным табл. 3 штаммы продуцируют комплекс гидролитических ферментов – протеаз, целлюлаз, амилаз – в количестве 14,5–17 ед/мл, 0,056–0,098 ед/мл, 0,155–0,205 ед/мл соответственно.

Таблица 3. Количественное определение ферментативной активности у отобранных штаммов

Table 3. Quantitative determination of enzymatic activity in selected strains

Штамм	Ферментативная активность, ед/мл		
	целлюлазная	α -амилазная	протеиназная
<i>B. mojavensis</i> 14	0,098	0,155	14,9
<i>B. vallismortis</i> 17	0,056	0,205	17

Для оценки спектра антимикробной активности в качестве тест-культур использовали патогенные и условно-патогенные бактерии рыб: *Escherichia coli* К3, *E. coli* 39А, *Staphylococcus aureus* 1528, *St. aureus* 1844, *Aeromonas bestiarum* БИМ В-1803, *A. salmonicida* БИМ В-1816, *A. veronii* БИМ В-1855, *A. veronii* БИМ В-1856, *A. salmonicida* 56, *Pseudomonas* sp., *Shewanella putrefaciens* (табл. 4).

Таблица 4. Спектр антагонистической активности отобранных изолятов

Table 4. Spectrum of antagonistic activity of selected isolates

Тест-культура патогена	Диаметр зоны задержки роста, мм	
	<i>B. mojavensis</i> 14	<i>B. vallismortis</i> 17
<i>Escherichia coli</i> К3	20	21
<i>E. coli</i> 39А	21	22
<i>Staphylococcus aureus</i> 1528	24	27
<i>St. aureus</i> 1844	34	29
<i>Aeromonas bestiarum</i> БИМ В-1803	28	28
<i>A. salmonicida</i> БИМ В-1816	24	25
<i>Pseudomonas</i> sp.	27	32
<i>Shewanella putrefaciens</i>	21	36
<i>A. veronii</i> БИМ В-1855	27	29
<i>A. veronii</i> БИМ В-1856	28	28
<i>A. salmonicida</i> 56	21	21

Согласно полученным данным штамм *B. mojavensis* 14 обладает максимальной антагонистической активностью по отношению к *St. aureus* 1844 (диаметр зоны задержки роста – 34 мм) и минимальной – к *E. coli* K3 (диаметр зоны задержки роста – 20 мм). Штамм *B. vallismortis* 17 активно ингибирует рост фитопатогенных бактерий *Sh. putrefaciens* (диаметр зоны задержки роста – 36 мм), но проявляет менее выраженную антагонистическую активность в отношении *E. coli* K3 и *A. salmonicida* 56 (диаметр зоны задержки роста – 21 мм).

Проведена амплификация образцов ДНК исследуемых культур со специфическими праймерами к генам, кодирующим синтез сурфактина А, итурана А, фенгицина и др. Показано, что в геноме отобранных штаммов присутствуют гены, отвечающие за синтез всех указанных антимикробных соединений, что позволяет предположить их наличие в культуральной среде и участие в контроле патогенов. Результаты ПЦР-анализа представлены на рис. 1, 2.

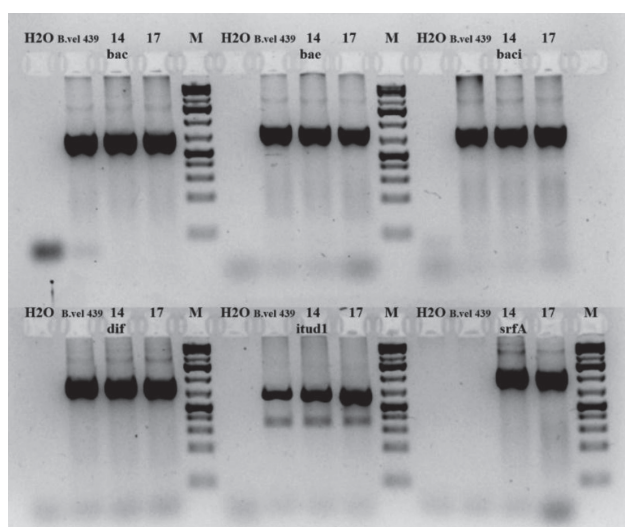


Рис. 1. Наличие генов, кодирующих синтез антимикробных метаболитов у штаммов *B. mojavensis* 14 и *B. vallismortis* 17: bac – липопептид из группы итуринов; bae – полиеновый антибиотик; baci – сурфактин; dif – поликетидный антибиотик; itud1 – итурин А; srfA – сурфактин

Fig. 1. The presence of genes encoding the synthesis of antimicrobial metabolites in strains of *B. mojavensis* 14 and *B. vallismortis* 17 strains: bac – lipopeptide from the iturin group; bae – polyene antibiotic; baci – surfactin; dif – polyketide antibiotic; itud1 – iturin A; srfA – surfactin

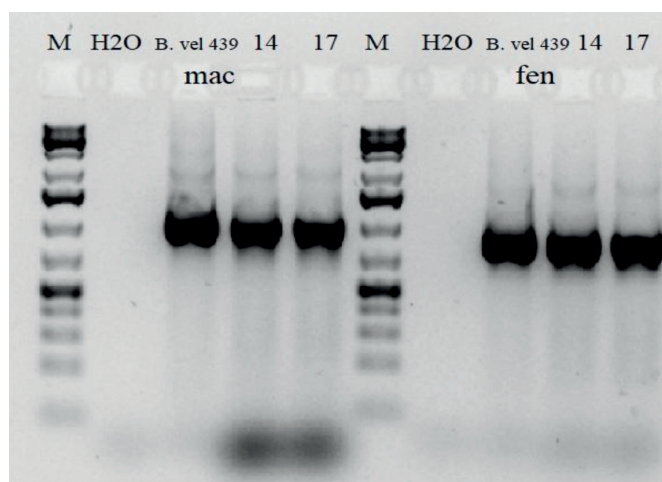


Рис. 2. Наличие генов, кодирующих синтез антимикробных метаболитов у штаммов *B. mojavensis* 14 и *B. vallismortis* 17: mac – макролактин; fen – фенгицин

Fig. 2. The presence of genes encoding the synthesis of antimicrobial metabolites in strains of *B. mojavensis* 14 and *B. vallismortis* 17: mac – macrolactin; fen – fengicin

Заклучение. Таким образом, в результате проведенной работы выделены и отобраны два бактериальных штамма, перспективных в качестве основы пробиотических препаратов, что подтверждено микробиологическими, биохимическими и молекулярно-генетическими исследованиями. Показано, что выделенные культуры характеризуются широким спектром анти-микробной и ферментативной активностей, в их геноме установлено наличие детерминант, ответственных за синтез ряда антимикробных метаболитов, что определяет их высокий биосинтетический потенциал.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованных источников

1. Максимьюк, Е. В. Методические рекомендации по снижению ущерба, наносимого рыбоводным организациям представителями сапрофитной и условно-патогенной микрофлоры / РУП «Ин-т рыб. хоз-ва», РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству»; Е. В. Максимьюк, С. В. Полоз, С. М. Дегтярик [и др.]. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2024. – 24 с.
2. Скогорева, А. М. Диагностика заразных болезней рыб: учеб. пособие / А. М. Скогорева, О. А. Манжурина, Б. В. Ромашов. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т им. имп. Петра I, 2016. – 108 с.
3. Здоровая рыба. Профилактика, диагностика и лечение болезней / Р. Рахконен, П. Веннерстрем, П. Ринтамяки, Р. Каннел. – 2-е изд., перераб. и доп. – Хельсинки: НИИ охотничьего и рыб. хоз-ва Финляндии, 2013. – 177 с.
4. Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2022 Trends from 2010 to 2022 // European Medicines Agency. – URL: https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2022-trends-2010-2022-thirteenth-esvac-report_en.pdf (date of access: 17.02.2026).
5. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологическая значимость. Обзор / Л. В. Шульгина, Е. В. Якуш, Ю. П. Шульгин [и др.] // Известия ТИНРО. – 2015. – Т. 181. – С. 216–230
6. Щепеткина, С. В. Организация системы контроля бактериальных болезней, применения антимикробных препаратов в животноводстве и птицеводстве для обеспечения безопасности продукции для жизни и здоровья граждан / С. В. Щепеткина // Инфекция и иммунитет. – 2017. – № 5. – С. 978.
7. Развитие антибиотикорезистентности микроорганизмов у цыплят-бройлеров под влиянием ветеринарных антибиотиков и пробиотика / Д. Г. Тюрина, Е. П. Горфункель, В. А. Филиппова [и др.] // Аграрная наука. – 2024. – Т. 380, № 3. – С. 85–91.
8. Пробиотики и их применение в аквакультуре / Ж. Б. Текебаева, Г. С. Шахабаева, З. С. Сармурзина [и др.] // Новости науки Казахстана. – 2020. – № 4. – С. 170–185.
9. Изучение роли пробиотиков в отношении патогенных бактерий рода *Aeromonas* и *Pseudomonas* в аквакультуре карпа *in vitro* / Ж. Б. Текебаева, А. А. Кулагин, Г. Н. Бисенова [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2022. – № 1. – С. 16–23.
10. Микробиология: методические рекомендации к лабораторным занятиям и контроль самостоятельной работы студентов / авт.-сост. В. В. Лысак, Р. А. Желдакова. – Мн.: БГУ, 2002. – 99 с.
11. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / М. Н. Пименова, Н. Н. Гречушкина, А. И. Нетрусов [и др.]; под ред. Н. С. Егорова. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
12. Петрова, И. С. Определение протеолитической активности ферментных препаратов микробиологического происхождения / И. С. Петрова, М. М. Винцонайте // Прикладная биохимия и микробиология. – 1980. – Т. 2, вып. 2. – С. 322–327.

References

1. Maksim'yuk E. V., Poloz S. V., Degtyarik S. M., Slobodnitskaya G. V., Govor T. A., Bespal'y A. V. *Methodological recommendations for reducing the damage caused to fish farming organizations by representatives of saprophytic and opportunistic microflora*. Minsk, Information and Computing Center of the Ministry of Finance, 2024. 24 p. (in Russian).
2. Skogoreva A. M., Manzhurina O. A., Romashov B. V. *Diagnosis of infectious fish diseases: a textbook*. Voronezh, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 2016. 108 p. (in Russian).
3. Rakhkonen R., Vennerstrom P., Rintamyaki P., Kannel R. Finnish Research Institute of Hunting and Fisheries. *Healthy fish. Prevention, diagnosis and treatment of diseases*. 2nd ed. Helsinki, Finnish Game and Fisheries Institute, 2013. 177 p. (in Russian).
4. Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2022 Trends from 2010 to 2022. *European Medicines Agency*. Available at: https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2022-trends-2010-2022-thirteenth-esvac-report_en.pdf (accessed 17.02.2026).
5. Shul'gina L. V., Yakush E. V., Shul'gin Yu. P., Shenderyuk V. V., Chukalova N. N., Bakholdina L. P. Antibiotics in aquaculture and their ecological significance. A review. *Izvestiya TINRO = Russian Journal of Marine Biology*, 2015, vol. 181, pp. 216–230 (in Russian).
6. Shechetkina S. V. Organization of a system for the control of bacterial diseases, the use of antimicrobial drugs in animal husbandry and poultry farming to ensure the safety of products for the life and health of citizens. *Infektsiya i immunitet* [Infection and immunity], 2017, no. 5, p. 978 (in Russian).

7. Tyurina D. G., Gorfunkel' E. P., Filippova V. A., Laptev G. Yu., Novikova N. I., Iyldyrym E. A. [et al.]. The development of antimicrobial resistance in broilers affected by veterinary antimicrobials and a probiotic administration. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2024, vol. 380, no. 3, pp. 85–91 (in Russian).

8. Tekebaeva Zh. B., Shakhbaeva G. S., Sarmurzina Z. S., Bisenova G. N., Urazova M. S., Dosova A. D., Abzhalelov A. B. Probiotics and their use in aquaculture. *Novosti nauki Kazakhstana* [Science news from Kazakhstan], 2020, no. 4, pp. 170–185 (in Russian).

9. Tekebaeva Zh. B., Kulagin A. A., Bisenova G. N., Beisenova R. R., Sarmurzina Z. S. Study of the role of probiotics against pathogenic bacteria of the genus *Aeromonas* and *Pseudomonas* in carp aquaculture *in vitro*. *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology], 2022, no. 1, pp. 16–23 (in Russian).

10. Lysak V. V., Zheldakova R. A. (auth. comp.). *Microbiology: methodological recommendations for laboratory classes and control of students' independent work*. Minsk, Belarusian State University, 2002. 99 p. (in Russian).

11. Pimenova M. N., Grechushkina N. N., Netrusov A. I., Semenova E. V., Zakharchuk L. M., Zinchenko V. V., Kolutilova N. N., Myl'nikova S. I., Nefelova M. V., Botvinko I. V. *A guide to practical classes in microbiology*. 3rd ed. Moscow, Publishing house of Moscow University, 1995. 224 p. (in Russian).

12. Petrova I. S., Vintsyunaite M. M. Determination of proteolytic activity of enzyme preparations of microbiological origin. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya = Applied Biochemistry and Microbiology*, 1980, vol. 2, no. 2, pp. 322–327 (in Russian).

Информация об авторах

Самбук Екатерина Андреевна – науч. сотрудник. ГНПО «Химический синтез и биотехнологии» НАН Беларуси (ул. Академика Купревича, 2, пом. 7, 220084, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: catherinesambuk@yandex.by

Коломиец Эмилия Ивановна – академик, д-р биол. наук, профессор, генеральный директор. ГНПО «Химический синтез и биотехнологии» (ул. Академика Купревича, 2, пом. 7, 220084, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kolomiets@biotech.bas-net.by

Information about the authors

Ekaterina A. Sambuk – Scientific Researcher. State Scientific and Production Association “Chemical Synthesis and Biotechnology” (2, Akademika Kuprevicha Str., office 7, 220084, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: catherinesambuk@yandex.by

Emiliya I. Kolomiets – Academician, D. Sc. (Biol.), Professor, General Director. State Scientific and Production Association “Chemical Synthesis and Biotechnology” (2, Akademika Kuprevicha Str., office 7, 220084, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kolomiets@biotech.bas-net.by