

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 616-093/-098

1.5.11. Микробиология (медицинские науки)

<https://doi.org/10.17021/1992-6499-2025-3-72-77>

**ВЛИЯНИЕ ПРЕБИОТИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ
НА РОСТ *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM* IN VITRO**

**Елена Петровна Котелевец, Валерия Дмитриевна Алфимова,
Владимир Валентинович Бирюков**

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань,
Россия

Аннотация. Рассмотрены вопросы влияния субстратов с высоким пребиотическим потенциалом на функциональную активность представителей нормобиоты толстого кишечника – *Bifidobacterium bifidum*. **Цель.** Сравнительная оценка пребиотического потенциала субстратов в отношении *Bifidobacterium bifidum* в условиях in vitro. **Материалы и методы.** Для исследования были взяты пребиотические объекты, обладающие бифидогенной активностью и доступные для применения среди населения в профилактических и терапевтических целях. В качестве тест-культуры использовали восстановленный на среде Китта-Тароцци лиофилизат штамма *Bifidobacterium bifidum* 791; в качестве пребиотических объектов использовали лактулозу, тыквенную клетчатку, псиллиум, яблочный пектин и инулин. Посев суточной культуры тест-штаммов *Bifidobacterium bifidum* по 1 мл из предварительно приготовленных разведений 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} производили в регенерированную питательную среду Блаурокка. Учет результатов проводили визуально по наличию типичных колоний в виде тяжей, характерных для бифидобактерий (КОЕ/мл). **Результаты.** Учет пребиотического потенциала лактулозы выявил стимуляцию роста бифидобактерий в разведении 10^{-7} в 5,7 ($p = 0,009$), в разведениях 10^{-8} и 10^{-9} – в 6,6 ($p = 0,022$ и $0,041$ соответственно), в 10^{-10} – в 8,0 раза ($p = 0,0039$) (сравнение с контролем культуры). Колонии *Bifidobacterium bifidum* при росте в пробирках с лактулозой имели вид плотных толстых объемных тяжей. **Заключение.** Исследование показало преобладание пребиотического потенциала лактулозы и тыквенной клетчатки в отношении *Bifidobacterium bifidum* в условиях in vitro. Эти субстраты можно рекомендовать к применению с целью профилактики и лечения дисбиотических нарушений, спровоцированных факторами риска.

Ключевые слова: пребиотический потенциал, *Bifidobacterium bifidum*, лактулоза, клетчатка

Для цитирования: Котелевец Е. П., Алфимова В. Д., Бирюков В. В. Влияние пребиотических субстратов на рост *Bifidobacterium bifidum* in vitro // Астраханский медицинский журнал. 2025. Т. 20, № 3, С. 72–77. <https://doi.org/10.17021/1992-6499-2025-3-72-77>.

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Original article

**THE EFFECT OF PREBIOTIC SUBSTRATES ON THE GROWTH
OF BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM IN VITRO**

Elena P. Kotelevets, Valeria D. Alfimova, Vladimir V. Biryukov

Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan, Russia

Abstract. The article is devoted to the influence of substrates with high prebiotic potential on the functional activity of representatives of the normobiota of the large intestine - *Bifidobacterium bifidum*. **Purpose of the study.** Comparative assessment of the prebiotic potential of substrates in relation to *Bifidobacterium bifidum* under in vitro conditions. **Materials and methods.** For the study, we took prebiotic objects that have bifidogenic activity and are available for use among the population for preventive and therapeutic purposes. The lyophilizate of the *Bifidobacterium bifidum* 791 strain reduced on Kitta-Tarozzi medium was used as a test culture; lactulose, pumpkin fiber, psyllium, apple pectin and inulin were used as prebiotic objects. Sowing of a daily culture of test strains of *Bifidobacterium bifidum* ($n = 9$) in 1 ml from pre-prepared dilutions 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} was carried out in a regenerated Blaurocca

nutrient medium. The results were taken into account visually by the presence of typical colonies in the form of strands characteristic of bifidobacteria (CFU/ml). **Results.** Taking into account the prebiotic potential of lactulose revealed stimulation of the growth of bifidobacteria in dilutions 10^{-7} by 5.7 ($p=0.009$), in dilutions 10^{-8} and 10^{-9} – by 6.6 ($p = 0.022$ and 0.041 , respectively), in 10^{-10} – by 8.0 times ($p = 0.0039$) (comparison with culture control). Colonies of *Bifidobacterium bifidum*, when growing in test tubes with lactulose, looked like dense thick volumetric strands. **Conclusion.** The study showed the predominance of the prebiotic potential of lactulose and pumpkin fiber in relation to *Bifidobacterium bifidum in vitro*. These substrates can be recommended for use in the prevention and treatment of dysbiotic disorders provoked by risk factors.

Key words: prebiotic potential, *Bifidobacterium bifidum*, lactulose, fiber

For citation: Kotelevets E. P., Alfimova V. D., Biryukov V. V. The effect of prebiotic substrates on the growth of *Bifidobacterium bifidum in vitro*. Astrakhan Medical Journal. 2025. 20 (3): 72–77. <https://doi.org/10.17021/1992-6499-2025-3-72-77> (In Russ.).

Введение. В настоящее время рядом исследователей дискутируется вопрос влияния качественного и количественного состава кишечной микробиоты на целостность и проницаемость кишечного эпителия, на взаимосвязь синдрома повышенной эпителиальной проницаемости и коморбидных состояний, а также локальных симптоматических нарушений в работе желудочно-кишечного тракта [1, 2].

Пребиотики – компоненты пищи, которые не перевариваются и не усваиваются в верхних отделах пищеварительной системы, но ферментируются представителями микробиоты толстого кишечника человека и стимулируют её рост и функциональную активность. Основными представителями пребиотиков являются субстраты естественного и синтетического происхождения, такие как олиго- и полисахариды натурального происхождения, в частности, пищевые волокна злаковых, овощей, фруктов (инулин), лекарственных трав (псиллиум), дисахариды искусственного происхождения (лактuloза), парааминобензойная кислота, лизоцим, кальция пантотенат. Олигосахара соединены между собой β -гликозидными связями. Ферментные системы человека не содержат β -гликозидаз, поэтому пребиотики гидролизуются только кишечной микробиотой [3, 4].

Пребиотики позитивно влияют на перистальтику кишечника и обеспечивают селективную стимуляцию роста бифидобактерий в толстом кишечнике, играя роль бифидогенных факторов. Эти субстраты способствуют увеличению количества экзометаболитов, таких как молочная кислота, треонин, серин, короткоцепочечные жирные кислоты. Последние являются источником энергии для колоноцитов, регулируют обменные процессы в клетках, поддерживают целостность кишечного эпителия, оказывают гипохолестеринемический эффект [5, 6].

Бифидобактерии за счет ферментации олигосахаридов продуцируют молочную кислоту и ацетат, которые обеспечивают бактерицидную среду, секретируют вещества-ингибиторы роста патогенных бактерий, что повышает резистентность организма к кишечным инфекциям, модулируют иммунный ответ, снижают риск развития пищевой аллергии [7, 8].

С учетом всех аспектов для исследования были взяты субстраты, которые обладают бифидогенной активностью и доступны для применения среди населения в профилактических и терапевтических целях. Так, лактулоза назначается гастроэнтерологами при нарушениях моторики и трудностях опорожнения кишечника, псиллиум, тыквенная клетчатка и инулин применяются при синдроме раздраженного кишечника, а также служат дополнительным источником пищевых волокон в случае их дефицита в рационе. Пектины, являясь низкокалорийными углеводами и легко растворимыми балластными веществами, становятся хорошим источником энергии для представителей нормальной кишечной микробиоты [9, 10].

Ранее другие исследователи изучали пребиотический потенциал субстратов, а также молекулярных маркеров биологической активности бифидобактерий, их метаболических систем и симбиотических взаимоотношений [6, 8, 9, 11].

Цель: сравнительная оценка пребиотического потенциала субстратов в отношении *Bifidobacterium bifidum* в условиях *in vitro*.

Материалы и методы. Одномоментное исследование (cross-sectional study) выполняли на кафедре микробиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» (ФГБОУ ВО РязГМУ) в 2024 г. Для получения тест-штамма был восстановлен лиофилизат *Bifidobacterium bifidum* 791 (содержащий не менее 10^7 КОЕ/г), входящий в состав лекарственного препарата с международным непатентованным названием Бифидумбактериум бифидум для приготовления суспензии для приема внутрь и местного применения («Бифидумбактерин®»),

«ПроБиоФарм», Россия). Восстановление бифидобактерий производили путем посева на предварительно регенерированную питательную среду Китта – Тароцци (рН $6,5 \pm 0,1$, «ГНЦ ПМБ», Россия) и последующего культивирования при температуре 37 ± 1 °С в течение 24 ч под вазелиновым маслом.

В качестве пребиотических объектов использовали лактулозу («Дюфалак®», сироп, «Верофарм», Россия), инулин («Топинамбур», порошок, «Экодейт», Россия), яблочный пектин («Яблочный пектин», порошок, «ЯркоПряно»), тыквенную клетчатку («Тыквенная клетчатка», порошок, «Meditate», Россия), псиллиум («Псиллиум», порошок, «Эндакси», Россия). Перед исследованием сухие субстраты предварительно стерилизовали в сухожаровом шкафу при 180 °С 60 мин.

Суточную культуру *Bifidobacterium bifidum* ($n = 9$) по 1 мл из предварительно приготовленных разведений 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} инокулировали в регенерированную питательную среду Блаурокка (рН $7,0 \pm 0,3$, «ГНЦ ПМБ», Россия), разлитую в пробирки по 5 мл. Для контроля культуры произведен высеив из тех же разведений. Затем в опытные пробирки добавляли пребиотические субстраты по 1 г, инкубировали при температуре 37 ± 1 °С в течение 48 ч под вазелиновым маслом. Учет результатов проводили визуально по наличию типичных колоний в виде тяжелой, характерных для бифидобактерий (КОЕ/мл).

Исходные количественные данные имели нормальное распределение (критерий КС) и были обработаны статистически методами параметрического анализа. Дискретные данные обрабатывали при помощи методов описательной статистики. Для оценки межгрупповых различий средних величин применяли “Student’s T-test”, критический уровень значимости $\alpha = 0,05$, уровень достоверности $p < 0,05$. Статистическая обработка данных проведена посредством компьютерной программы “MS EXCEL 2011” (США).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования пребиотического потенциала субстратов представлены в виде диаграммы (рис.).

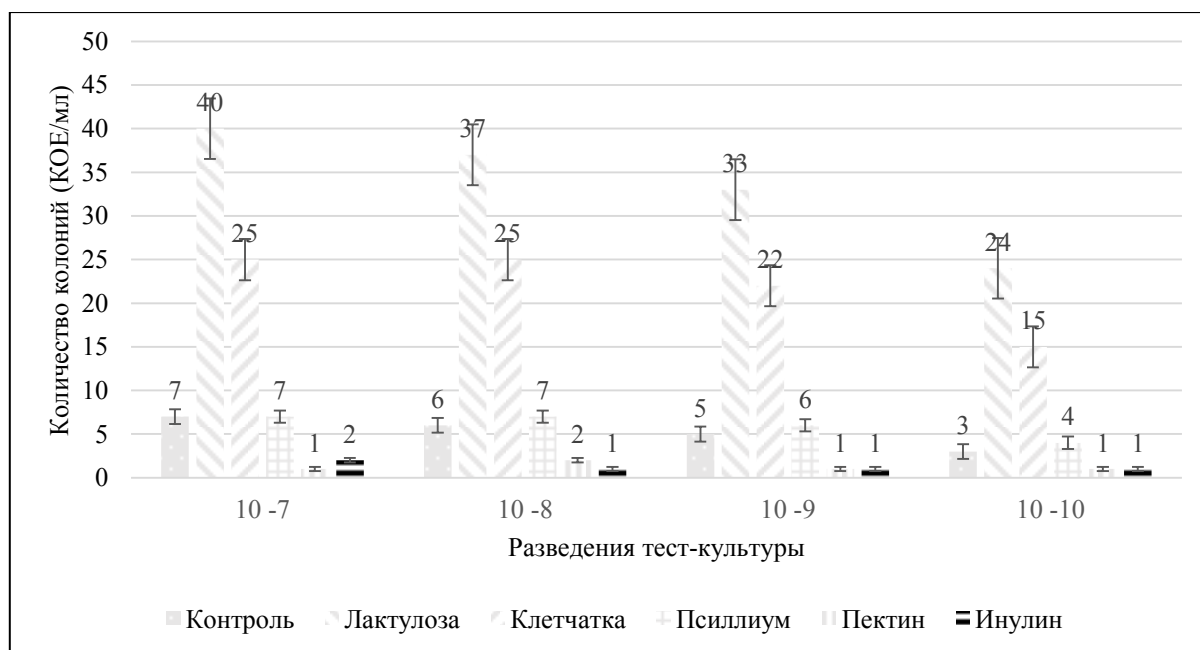


Рисунок. Влияние субстратов на рост *Bifidobacterium bifidum* в питательной среде Блаурокка, КОЕ/мл (средняя арифметическая)

Figure. The effect of substrates on the growth of *Bifidobacterium bifidum* in the Blaurocca nutrient medium, CFU/ml (arithmetic mean)

Сравнение с контролем культуры показало, что пребиотический потенциал псиллиума в разведениях 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} способствовал росту тест-культуры на 16 ($p = 0,043$), 20 ($p = 0,031$) и 33,3 % ($p = 0,048$) соответственно. Учет пребиотического потенциала лактулозы выявил стимуляцию роста бифидобактерий в разведении 10^{-7} в 5,7 ($p = 0,009$), в разведениях 10^{-8} и 10^{-9} – в 6,6 ($p = 0,022$ и $0,041$ соответственно), в 10^{-10} – в 8,0 раза ($p = 0,0039$) (сравнение с контролем культуры). Изучение пребиотического потенциала клетчатки позволило обнаружить активацию роста бифидобактерий в разведениях 10^{-7} , 10^{-9} и 10^{-10} в 3,5 ($p = 0,012$), 4,1 ($p = 0,019$) и 5,0 раза ($p = 0,0021$) соответственно (сравнение с контролем культуры).

При оценке межгрупповых различий субстратов выявлено преобладание пребиотического потенциала лактулозы, затем тыквенная клетчатка и псиллиум. Колонии *Bifidobacterium bifidum* при росте в пробирках с лактулозой имели вид плотных толстых тяжей, наиболее объемных относительно колоний в пробирках с другими субстратами.

Другие исследователи также подтверждают высокий пребиотический потенциал лактулозы и избирательность метаболизма лактулозы бифидо- и лактобактериями, в результате чего образуются короткоцепочечные жирные кислоты, что приводит к увеличению бактериальной массы [13]. При расщеплении клетчатки бифидобактериями образуются бутират, пропионат и ацетат, которые поддерживают уровень pH, оптимальный для размножения бифидобактерий. Вязкая и быстро ферментируемая фракция С псиллиума является субстратом роста нормобиоты кишечника [2, 14].

Все изученные олигосахариды являются эффективными субстратами для *Bifidobacterium bifidum*. Их пребиотический эффект *in vivo* основан на том, что пребиотики не перевариваются под воздействием пищеварительных ферментов в тонком кишечнике и достигают толстого отдела кишечника в неизменном виде, где подвергаются ферментации облигатными бифидобактериями. Следовательно, результаты исследований *in vitro* можно экстраполировать на бифидобактерии в условиях *in vivo* [15].

Заключение. Проведенное исследование показало преобладание пребиотического потенциала лактулозы и тыквенной клетчатки в отношении *Bifidobacterium bifidum* в условиях *in vitro*. Эти субстраты можно рекомендовать к применению с целью профилактики и лечения дисбиотических нарушений, в том числе после перенесенных кишечных инфекций, антибиотикотерапии, при несбалансированном питании. Полученные в условиях *in vitro* данные могут служить для дальнейшего изучения пребиотического потенциала и бифидогенной активности субстратов.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Котелевец Е. П. – дизайн исследования, сбор материала, анализ и интерпретация результатов работы, написание текста. Алфимова В. Д. – дизайн исследования, сбор материала, анализ и интерпретация результатов работы. Бирюков В. В. – редактирование текста.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. Kotelevets E. P. – research design, material collection, analysis and interpretation of the results of the work, writing the text. Alfimova V. D. – research design, collection of material, analysis and interpretation of work results. Biryukov V. V. – text editing.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Храмцов А. Г., Рябцева С. А., Будкевич Р. О., Ахмедова В. Р., Родная А. Б., Маругина Е. В. Пребиотики как функциональные пищевые ингредиенты: терминология, критерии выбора и сравнительной оценки, классификация // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 1. С. 5–17. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10001.
2. Hidalgo-Cantabrana C., Delgado S., Ruiz L. Bifidobacteria and Their Health-Promoting Effects // Microbiology Spectrum. 2017. Vol. 5 (3). doi: 10.1128/microbiolspec.BAD-0010-2016. PMID: 28643627.
3. Lordan C., Roche A. K., Delsing D., Nauta A., Groeneveld A., MacSharry J., Cotter P. D., van Sinderen D. Linking human milk oligosaccharide metabolism and early life gut microbiota: bifidobacteria and beyond // Microbiology and Molecular Biology Reviews. 2024. Vol. 8, no. 8 (1). e0009423. doi: 10.1128/mmbr.00094-23. PMID: 38206006. PMCID: PMC10966949.
4. Бухарин О. В., Иванова Е. В., Перунова Н. Б. Коренные штаммы бифидобактерий кишечника человека: индигенность через призму персистенции // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93, № 11. С. 1071–1080.
5. Захарова Ю. В., Отдушкина Л. Ю., Котова Т. В., Сухих А. С., Федорова Ю. С., Соболева О. М. Молекулярные маркеры биологической активности бифидобактерий как компонентов функционального питания // Индустрия питания. 2021. Т. 6, № 2. С. 7–15.
6. Даниленко В. Н., Алексеева М. Г., Кошенко Т. А., Ковтун А. С., Незаметдинова В. З. Видоформирующий PFNA-оперон бифидобактерий: модули сенсорных белков РКВ2 и FN3, структура и распределение среди разных видов и штаммов бифидобактерий в микробиоме кишечника человека // Генетика. 2022. Т. 58, № 9. С. 1008–1020.

7. Лахтин В. М., Лахтин М. В., Байракова А. Л., Мелихова А. В., Давыдкин И. Ю., Климова Э. В., Давыдкин В. Ю. Метаболические системы лактобацилл и бифидобактерий: распознавание, связывание, кофункционирование (обзор) // Приднепровский научный вестник. 2023. Т. 4, № 3. С. 12–31.
8. Клименко Е. С., Погодина А. В., Рычкова Л. В., Белькова Н. Л. Возможность таксономической идентификации бифидобактерий на основании различных переменных регионов гена 16S РРНК // Генетика. 2020. Т. 56, № 8. С. 904–914.
9. Хавкин А. И., Бухарин О. В., Перунова Н. Б., Иванова Е. В., Ситкин С. И. Биологические свойства и симбиотические взаимоотношения бифидобактерий человека. // Вопросы практической педиатрии. 2023. Т. 18, № 2. С. 54–64.
10. Жукова Е. В., Кореневская П. А., Савина Е. Д., Пастух О. Н. Обогащение молочного продукта про- и пребиотиками // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2024. № 2. С. 161–172.
11. Королев В. А., Медведева О. А., Ряднова В. А., Шевченко А. В., Королев И. В., Королев Е. В. Состояние микробиоценоза толстой кишки и антиоксидантных свойств колоноцитов крыс на фоне экологического дисбиоза и применения пробиотика Бифидумбактерин® и симбиотика Аципол® // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2023. Т. 31, № 4. С. 643–654. doi: 10.17816/PAVLOVJ121795.
12. Линецкая О. И., Нургалева Е. А., Эткина Э. И. Динамика биохимических параметров крови крыс препубертатного возраста на фоне углеводного типа питания с дополнительной коррекцией микробиома желудочно-кишечного тракта биотиком // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2018. Т. 6, № 3. С. 366–373. doi: 10.23888/HMJ201863366-373.
13. Марков А. А., Тимохина Т. Х., Перунова Н. Б., Паромова Я. И., Иванова Е. В. Возможность применения экзометаболитов *Bifidobacterium bifidum* № 791 в травматологии и ортопедии // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2019. № 2. С. 55–61. doi: 10.36233/0372-9311-2019-2-55-61.
14. Захарова Ю. В., Леванова Л. А., Федорова Ю. С., Сухих А. С. Аминокислотный состав экзометаболитов и клеточных гидролизатов бифидобактерий у ВИЧ-инфицированных детей // Фундаментальная и клиническая медицина. 2019. Т. 4 (1). С. 15–21. doi: 10.23946/2500-0764-2019-4-1-15-21.
15. Бордин Д. С., Индейкина Л. Х., Винницкая Е. В. Лактулоза: преимущества и место препарата в клинических рекомендациях // Эффективная фармакотерапия. 2023. Т. 19 (35). С. 42–49. doi: 10.33978/2307-3586-2023-19-35-42-49.

References

1. Khramtsov A. G., Ryabtseva S. A., Budkevich R. O., Akhmedova V. R., Rodnaya A. B., Marugina E. V. Prebiotics as functional food ingredients: terminology, selection criteria and comparative evaluation, classification. *Voprosy pitaniya = Problems of nutrition*. 2018; 87 (1): 5–17. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10001 (In Russ.).
2. Hidalgo-Cantabrana C., Delgado S., Ruiz L. Bifidobacteria and Their Health-Promoting Effects. *Microbiology Spectrum*. 2017; 5 (3). doi: 10.1128/microbiolspec.BAD-0010-2016. PMID: 28643627.
3. Lordan C., Roche A. K., Delsing D., Nauta A., Groeneveld A., MacSharry J., Cotter P. D., van Sinderen D. Linking human milk oligosaccharide metabolism and early life gut microbiota: bifidobacteria and beyond. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2024; 88 (1): e0009423. doi: 10.1128/membr.00094-23. PMID: 38206006. PMID: PMC10966949.
4. Bukharin O. V., Ivanova E. V., Perunova N. B. Indigenous strains of human intestinal bifidobacteria: indigeneity through the prism of persistence. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2023; 93 (11): 1071–1080 (In Russ.).
5. Zakharova Yu. V., Otdushkina L. Yu., Kotova T. V., Sukhoi A. S., Fedorova Yu.S., Soboleva O.M. Molecular markers of biological activity of bifidobacteria as components of functional nutrition. *Industriya pitaniya = Food industry*. 2021; 6 (2): 7–15 (In Russ.).
6. Danilenko V. N., Alekseeva M. G., Koshenko T. A., Kovtun A. S., Nametdinova V. Z. Species-forming PFNA operon of bifidobacteria: modules of sensory proteins PKB2 and FN3, structure and distribution among different species and strains of bifidobacteria in the human intestinal microbiome. *Genetika = Genetics*. 2022; 58 (9): 1008–1020 (In Russ.).
7. Lakhtin V. M., Lakhtin M. V., Bayrakova A. L., Melikhova A. V., Davydkin I. Yu., Klimova E. V., Davydkin V. Yu. Metabolic systems of lactobacilli and bifidobacteria: recognition, binding, cofunctionation (review). *Pridnestrovskiy nauchnyy vestnik = Pridneprovsky Scientific Bulletin*. 2023; 4 (3): 12–31 (In Russ.).
8. Klimentko E. S., Pogodina A. V., Rychkova L. V., Belkova N. L. The possibility of taxonomic identification of bifidobacteria based on various variable regions of the 16S rRNA gene. *Genetika = Genetics*. 2020; 56 (8): 904–914 (In Russ.).
9. Khavkin A. I., Bukharin O. V., Perunova N. B., Ivanova E. V., Sitkin S. I. Biological properties and symbiotic relationships of human bifidobacteria. *Voprosy prakticheskoy pediatrii = Questions of Practical Pediatrics*. 2023; 18 (2): 54–64 (In Russ.).
10. Zhukova E. V., Korenevskaya P. A., Savina E. D., Pastukh O. N. Enrichment of dairy product with pro- and prebiotics. *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii = Izvestiya Timiryazevskaya Agricultural Academy*. 2024; 2: 161–172 (In Russ.).

11. Korolev V. A., Medvedeva O. A., Ryadnova V. A., Shevchenko A. V., Korolev I. V., Korolev E. V. The state of colon microbiocenosis and antioxidant properties of rat colonocytes against the background of environmental dysbiosis and the use of probiotic Bifidumbacterin® and symbiotic Acipol®. Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I. P. Pavlova = I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald. 2023; 31 (4): 643–654. doi: 10.17816/PAVLOVJ121795 (In Russ.).
12. Linetskaya O. I., Nurgaleeva E. A., Etkina E. I. Dynamics of biochemical parameters of blood of prepubescent rats against the background of a carbohydrate type of nutrition with additional correction of the microbiome of the gastrointestinal tract by biotic. Nauka molodykh (Eruditio Juvenium) = Science of the young (Eruditio Juvenium). 2018; 6 (3): 366–373. doi: 10.23888/HMJ201863366-373 (In Russ.).
13. Markov A. A., Timokhina T. H., Perunova N. B., Paromova Ya. I., Ivanova E. V. The possibility of using exometabolites of Bifidobacterium bifidum № 791 in traumatology and orthopedics. Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii = Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology. 2019; 2: 55–61. doi: 10.36233/0372-9311-2019-2-55-61 (In Russ.).
14. Zakharova Yu. V., Levanova L. A., Fedorova Yu. S., Sukhoi A. S. Amino acid composition of exometabolites and cellular hydrolysates of bifidobacteria in HIV-infected children. Fundamentalnaya i klinicheskaya meditsina = Fundamental and Clinical Medicine. 2019; 4 (1): 15–21. doi: 10.23946/2500-0764-2019-4-1-15-21 (In Russ.).
15. Bordin D. S., Turkina L. H., Vinnitskaya E. V. and others. Lactulose: advantages and place of the drug in clinical recommendations. Effektivnaya farmakoterapiya = Effective pharmacotherapy. 2023; 19 (35): 42–49. doi: 10.33978/2307-3586-2023-19-35-42-49 (In Russ.).

Информация об авторах

Е. П. Котелевец, кандидат медицинских наук, доцент кафедры микробиологии, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Россия, ORCID: 0000-0001-7972-5861, e-mail: kotelevetse@mail.ru;

В. Д. Алфинова, студент, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Россия, ORCID: 0009-0001-7958-1500, e-mail: lera.filyaeva@mail.ru;

В. В. Бирюков, кандидат медицинских наук, доцент кафедры микробиологии, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Россия, ORCID: 0000-0003-2704-5893, e-mail: birukovvl@rambler.ru.

Information about authors

E. P. Kotelevets, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department, Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan, Russia, ORCID: 0000-0001-7972-5861, e-mail: kotelevetse@mail.ru;

V. D. Alfimova, student, Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan, Russia, ORCID: 0009-0001-7958-1500, e-mail: lera.filyaeva@mail.ru;

V. V. Biryukov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department, Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan, Russia, ORCID: 0000-0003-2704-5893, e-mail: birukovvl@rambler.ru.

Статья поступила в редакцию 13.12.2024; одобрена после рецензирования 17.07.2025; принята к публикации 28.10.2025.

The article was submitted 13.12.2024; approved after reviewing 17.07.2025; accepted for publication 28.10.2025.