

Бифидобактерии – морфологические и клинические особенности, их роль в поддержании здоровья и перспективы применения

С.А. Муминджонов^{1,2}, С.Х. Муминова², В.В. Орлова¹, Е.И. Ермоленко¹

¹ФГБНУ "Институт экспериментальной медицины", лаборатория биомедицинской микробиологии, Санкт-Петербург, Россия;

²ГОУ "Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино", Душанбе, Таджикистан

Цель исследования. Изучить современные данные о морфологических и клинических свойствах бифидобактерий. Оценить их роль в формировании кишечного барьера, иммунного ответа и поддержании метаболического баланса.

Материалы и методы. Проанализированы современные методы персонализированной терапии с применением бифидобактерий. Особое внимание уделено клинической значимости этих бактерий, возможностям использования пробиотиков, синбиотиков и постбиотиков, а также их роли в предотвращении и лечении заболеваний в гастроэнтерологии, гематологии и онкологии.

Результаты. Бифидобактерии обладают уникальными морфологическими и физиологическими характеристиками, которые обуславливают их важную роль в поддержании здоровья человека. Они способны ферментировать углеводы, синтезировать короткоцепочечные жирные кислоты и витамины, а также формировать устойчивые биоплёнки, что делает их важной частью нормальной микробиоты. Бифидобактерии являются важнейшими иммуномодуляторами, обеспечивающими гармоничное взаимодействие между различными звеньями иммунной системы. Бифидобактерии также выполняют защитную функцию, укрепляя кишечный барьер и предотвращая развитие инфекционно-воспалительных процессов.

Несмотря на значительный прогресс в накоплении знаний, всё ещё остаются нерешённые проблемы, связанные с оптимизацией дозировок, выбором штаммов микроорганизмов и определением оптимальных сроков их применения в клинической практике. Развитие персонализированной медицины, использование синбиотиков и постбиотиков, а также интеграция пробиотической терапии в комплексное лечение тяжёлых заболеваний.

Заключение. Бифидобактерии являются ключевыми представителями кишечной микробиоты, выполняющими широкий спектр функций: от метаболической и трофической до иммуномодулирующей и барьерной. Современные научные исследования подчёркивают их важную роль в профилактике и лечении различных заболеваний, таких как аллергические, воспалительные, метаболические и онкогематологические.

Ключевые слова:

бифидобактерии, микробиота кишечника, пробиотики, иммунитет, синбиотики, пробиотическая терапия

Для цитирования:

Муминджонов С.А., Муминова С.Х., Орлова В.В., Ермоленко Е.И. Бифидобактерии – морфологические и клинические особенности, их роль в поддержании здоровья и перспективы применения. Евразийский научно-медицинский журнал «Сино». 2025; 6(4): 117-126. <https://doi.org/10.54538/2707-5265-2025-6-4-117-126>

DOI: 10.54538/2707-5265-2025-6-4-117-126

Bifidobacteria – morphological and clinical characteristics, their role in health maintenance and prospects for application

S.A. Muminjonov^{1,2}, S.Kh. Muminova², V.V. Orlova¹, E.I. Ermolenko¹

¹*Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", Laboratory of Biomedical Microecology, Saint Petersburg, Russia;*

²*State Educational Institution "Avicenna Tajik State Medical University", Dushanbe, Tajikistan*

Objective: To study current data on the morphological and clinical properties of bifidobacteria. To evaluate their role in the formation of the intestinal barrier, immune response, and maintenance of metabolic balance.

Materials and Methods: This article analyzes current methods of personalized therapy using bifidobacteria. Particular attention is paid to the clinical significance of these bacteria, the potential use of probiotics, synbiotics, and postbiotics, as well as their role in the prevention and treatment of diseases in gastroenterology, hematology, and oncology.

Results: Bifidobacteria possess unique morphological and physiological characteristics that determine their important role in maintaining human health. They are capable of fermenting carbohydrates, synthesizing short-chain fatty acids and vitamins, and forming stable biofilms, making them an important part of the normal microbiota. Bifidobacteria are essential immunomodulators, ensuring harmonious interaction between various components of the immune system. Bifidobacteria also perform a protective function, strengthening the intestinal barrier and preventing the development of infectious and inflammatory processes.

Despite significant advances in knowledge, unresolved issues remain related to optimizing dosages, selecting microbial strains, and determining the optimal timing of their use in clinical practice. The development of personalized medicine, the use of synbiotics and postbiotics, and the integration of probiotic therapy into the comprehensive treatment of serious diseases are also key areas.

Conclusion: Bifidobacteria are key members of the intestinal microbiota, performing a wide range of functions, from metabolic and trophic to immunomodulatory and barrier functions. Modern scientific research highlights their important role in the prevention and treatment of various diseases, including allergic, inflammatory, metabolic, and hematologic oncology.

Key words:

bifidobacteria, intestinal microbiota, probiotics, immunity, synbiotics, probiotic therapy

For citation:

Muminjonov S.A., Muminova S.Kh., Orlova V.V., Ermoolenko E.I. Bifidobacteria – morphological and clinical characteristics, their role in health maintenance and prospects for application. Eurasian Scientific and Medical Journal "Sino". 2025; 6(4): 117-126. <https://doi.org/10.54538/2707-5265-2025-6-4-117-126>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Бифидобактерии представляют собой одни из наиболее исследованных представителей нормальной кишечной микробиоты человека. Они играют ключевую роль в поддержании здоровья, повышении иммунитета, защите кишечного барьера и предотвращении заболеваний. Повышенный интерес к этим бактериям усиливается в связи с ростом распространённости дисбиотических нарушений и связанных с ними патологий. Современные исследования подтверждают важность бифидобактерий для профилактики и лечения различных заболеваний, включая аллергию, воспаления, метаболические нарушения и онкогематологические патологии. Данный обзор посвящён систематизации современных данных о морфологических и физиологических особенностях бифидобактерий, их клинической значимости и перспективах использования в медицине.

Морфологические и физиологические особенности бифидобактерий

Бифидобактерии представляют собой грамположительные анаэробные микроорганизмы, являющиеся ключевыми представителями облигатной микрофлоры кишечника человека. С морфологической точки зрения, они выглядят как палочковидные клетки с характерной разветвлённой структурой, напоминающей букву Y. Эти микроорганизмы не способны образовывать споры, они неподвижны и обладают высокой ферментативной активностью, что обуславливает их уникальные метаболические свойства [1]. Колонизация кишечника бифидобактериями обычно начинается сразу после рождения, особенно у младенцев, которые находятся на грудном вскармливании. Этот процесс имеет важное значение для формирования иммун-

ной системы ребёнка. Бифидобактерии играют ключевую роль в защите организма от патогенных микроорганизмов.

Бифидобактерии обладают способностью разлагать сложные углеводы, такие как олигосахариды, которые содержатся в грудном молоке. Это объясняет их значительное присутствие в кишечнике младенцев. В процессе метаболизма бифидобактерии синтезируют короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), включая ацетат, пропионат и бутират. Метаболиты не только обеспечивают энергией эпителиальные клетки кишечника, но и способствуют поддержанию кислой среды в его просвете, что препятствует размножению условно-патогенной микрофлоры [2, 3].

Бифидобактерии также участвуют в синтезе витаминов В-группы (фолатов, рибофлавина, биотина) и способствуют усвоению таких минералов, как кальций, железо и магний. Они выполняют важные метаболические и трофические функции, оказывая как местное, так и системное воздействие. На уровне иммунной системы микроорганизмы играют важную роль в формировании толерантности к пищевым антигенам и стимулируют как врождённые, так и адаптивные иммунные реакции [4]. Особенно примечательно, что бифидобактерии способны образовывать биоплёнки на слизистой оболочке кишечника. Это делает их устойчивыми к механическим и химическим воздействиям, а также предотвращает прикрепление патогенных микроорганизмов. Это свойство особенно важно при антибиотикотерапии и нарушениях иммунитета. В таких случаях риск колонизации кишечника патогенными бактериями значительно увеличивается [5].

Клинические исследования показывают, что у людей с высоким уровнем

бифидобактерий реже встречаются кишечные инфекции, аллергические заболевания и воспалительные процессы. Напротив, снижение количества этих бактерий связано с дисбиозом, метаболическими нарушениями, ожирением и сахарным диабетом 2-го типа [6].

Бифидобактерии играют важную роль в поддержании здоровья человека благодаря своим уникальным морфологическим и физиологическим свойствам. Они способны ферментировать углеводы, синтезировать КЦЖК и витамины, а также формировать устойчивые биоплёнки. Эти характеристики делают их неотъемлемой частью нормальной микробиоты организма.

Понимание этих особенностей критически важно для разработки новых методов профилактики и лечения заболеваний, связанных с дисбалансом микробиоты.

Роль бифидобактерий в формировании иммунного ответа

Бифидобактерии играют важную роль в формировании и модуляции иммунного ответа.

Современные исследования показали, что эти микроорганизмы способны взаимодействовать с клетками как врождённого, так и адаптивного иммунитета. Это взаимодействие помогает поддерживать баланс между про- и противовоспалительными процессами в организме [7].

Бифидобактерии воздействуют на клетки кишечника и иммунную систему, включая дендритные клетки и макрофаги. Они взаимодействуют с Toll-подобными рецепторами (TLR), в частности с TLR2 и TLR9, что способствует выработке противовоспалительных веществ, таких как интерлейкин-10 (IL-10) и трансформирующий

фактор роста β (TGF- β) [1]. Эти механизмы помогают предотвратить развитие чрезмерного воспаления, характерного для хронических заболеваний кишечника, таких как болезнь Крона и язвенный колит.

На уровне адаптивного иммунитета бифидобактерии стимулируют активацию регуляторных Т-клеток (Treg), которые играют ключевую роль в поддержании иммунологической толерантности. Они также снижают активность Th17-лимфоцитов, что помогает предотвратить развитие аутоиммунных процессов [8].

В клинических исследованиях было показано, что приём пробиотиков на основе бифидобактерий у пациентов с аллергическими заболеваниями приводит к снижению уровня общего IgE и уменьшению клинической симптоматики [9].

Важное значение имеют исследования, касающиеся использования бифидобактерий в лечении онкогематологических заболеваний.

Современные научные работы демонстрируют, что восстановление кишечного микробиома с применением пробиотических штаммов снижает риск инфекционных осложнений у пациентов после химиотерапии и трансплантации костного мозга [10]. Этот эффект обусловлен не только уменьшением дисбиоза, но и модуляцией иммунного ответа, что способствует улучшению переносимости интенсивного лечения.

Бифидобактерии - важнейшие иммуномодуляторы, обеспечивающие гармоничное взаимодействие между различными звеньями иммунной системы, их роль выходит за рамки локального действия в кишечнике и приобретает системное значение, особенно в условиях нарушенного иммунного баланса.

Бифидобактерии и их роль в кишечном барьере

Бифидобактерии играют важную роль в поддержании целостности и функциональности кишечного барьера. Этот барьер состоит из эпителиальных клеток, плотных межклеточных соединений и слоя слизи. Эти компоненты обеспечивают первую линию защиты организма от проникновения патогенов и токсинов [11].

Бифидобактерии вырабатывают короткоцепочечные жирные кислоты, такие как ацетат и бутират, которые укрепляют межклеточные связи и поддерживают оптимальный уровень pH в кишечнике [12]. Эти процессы предотвращают размножение патогенных микроорганизмов и снижают вероятность попадания эндотоксинов в кровь. В случае нарушения этих механизмов увеличивается риск системного воспаления и сепсиса, что особенно критично для людей с ослабленным иммунитетом [13].

Бифидобактерии стимулируют синтез муцинов, которые образуют слизистый слой и предотвращают прикрепление патогенных микроорганизмов к эпителиальным клеткам [14]. Клинические исследования показывают, что пробиотики с *Bifidobacterium breve* и *Bifidobacterium longum* значительно снижают риск диареи, вызванной антибиотиками, за счёт укрепления барьерной функции кишечника [15].

Для больных онкогематологическими заболеваниями крайне важно предотвращать мукозиты и диарею, вызванные химиотерапией. Пробиотические комплексы не только уменьшают тяжесть этих осложнений, но и способствуют быстрому восстановлению слизистой оболочки кишечника [16].

Бифидобактерии играют важную роль в поддержании здоровья кишечни-

ка. Они способствуют укреплению кишечного барьера, что снижает риск развития инфекционно-воспалительных заболеваний.

Клиническое значение бифидобактерий

Современные клинические исследования подтверждают важность бифидобактерий для здоровья человека и их широкий терапевтический потенциал. В детской практике преобладание бифидобактерий в кишечнике играет ключевую роль в защите от инфекций и аллергии. У младенцев на грудном вскармливании формируется микробиота, богатая бифидобактериями, что снижает риск атопического дерматита, астмы и некротизирующего энтероколита [17,18]. Для недоношенных детей эта связь имеет особое значение: метаанализы рандомизированных клинических исследований показали, что добавление *Bifidobacterium breve* и *Bifidobacterium infantis* значительно снижает частоту некротизирующего энтероколита и смертность в этой группе [19].

У взрослых пациентов пробиотики, особенно штаммы бифидобактерий, успешно лечат синдром раздражённого кишечника, хронические запоры и воспалительные заболевания кишечника. Исследования показывают, что регулярное употребление пробиотиков на основе *Bifidobacterium longum* снижает выраженность абдоминальной боли, нормализует частоту стула и уменьшает воспалительную активность у пациентов с язвенным колитом [20].

Бифидобактерии играют важную роль в коррекции метаболических нарушений.

Исследования показали, что их приём улучшает чувствительность к инсулину, снижает системное воспаление и нормализует липидный профиль у пациентов

с ожирением и сахарным диабетом 2-го типа [21].

В онкологии и гематологии бифидобактерии исследуют как способ снизить риск инфекций у пациентов, проходящих химиотерапию и трансплантацию костного мозга. Клинические исследования показали, что пробиотики уменьшают вероятность диареи, вызванной антибиотиками, и ускоряют восстановление кишечной микробиомы [11, 22].

Бифидобактерии играют важную роль не только в гастроэнтерологии, но и в лечении широкого спектра заболеваний. Они помогают в борьбе с аллергиями, метаболическими нарушениями и онкогематологическими патологиями.

Бифидобактерии и нутритивная поддержка

Важнейшей функцией бифидобактерий является их участие в метаболических процессах и нутритивной поддержке организма. Они способствуют синтезу витаминов группы В, таких как рибофлавин, фолиевая кислота и биотин. Эти витамины важны для нормального функционирования нервной системы и кроветворения [23]. Кроме того, бифидобактерии улучшают усвоение минералов, включая кальций, магний и железо, что способствует профилактике анемии и остеопороза [24].

Современные исследования показывают, что пробиотики с бифидобактериями повышают усвоение полифенолов и антиоксидантов из пищи. Эти вещества обладают мощным противовоспалительным и антиканцерогенным эффектом, что особенно важно для людей с онкогематологическими заболеваниями [25]. Бифидобактерии также ферментируют пищевые волокна, создавая КЦЖК. Они поддерживают работу энтероцитов, регулируют метаболизм липидов и глюкозы. Клинические данные подтвержда-

ют, что регулярное употребление продуктов с бифидобактериями улучшает липидный профиль и снижает уровень холестерина [26].

Нутритивная поддержка с бифидобактериями особенно важна в онкологии. Пациенты часто страдают от нарушений питания из-за химиотерапии и снижения аппетита. Синбиотики, содержащие бифидобактерии и пребиотики, улучшают усвоение питательных веществ. Они также помогают уменьшить кахексию и поддерживать энергетический баланс организма [17].

Бифидобактерии играют важную роль в обеспечении организма ключевыми нутриентами и формируют основу для нормального метаболизма и поддержания здоровья.

Перспективы использования в клинической практике

В настоящее время изучение бифидобактерий выходит за рамки их традиционного понимания как пробиотиков. Всё больше внимания уделяется созданию персонализированных пробиотических комплексов, учитывая индивидуальный состав микробиоты. Эти подходы позволяют создавать целенаправленные стратегии лечения и профилактики заболеваний [27].

Одним из перспективных направлений исследований является применение синбиотиков, которые представляют собой комбинации пробиотиков с пребиотиками. Эти комплексы создают оптимальные условия для выживания и размножения полезных микроорганизмов в кишечнике. Клинические исследования показывают, что синбиотики имеют более выраженные положительные эффекты по сравнению с монотерапией пробиотиками [28].

Также активно изучается роль бифидобактерий в иммунотерапии злокаче-

ственных новообразований. Недавние исследования показали, что микробиота кишечника может влиять на успех лечения ингибиторами контрольных точек. Пробиотики с бифидобактериями повышают эффективность терапии и снижают риск побочных эффектов, нежелательных явлений [29].

Одним из перспективных направлений является применение метабиотиков - препаратов, содержащих метаболиты бифидобактерий, включая короткоцепочечные жирные кислоты и полифенолы. Эти вещества способны оказывать терапевтическое воздействие без необходимости использования живых микроорганизмов, что значительно повышает безопасность лечения у пациентов с иммунодефицитом [30].

Таким образом, дальнейшие исследования в области бифидобактерий открывают новые перспективы для клинической практики, включая персонализированную медицину, онкогематологию и нутритивную поддержку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бифидобактерии являются ключевыми представителями кишечной микробиоты, выполняющими широкий спектр функций: от метаболической и трофической до иммуномодулирующей и барьерной. Современные научные исследования подчеркивают их важную роль в профилактике и лечении различных заболеваний, таких как аллергические, воспалительные, метаболические и онкогематологические.

Несмотря на достигнутые успехи в области знаний, всё ещё остаются нерешённые проблемы, связанные с определением оптимальных дозировок, выбором подходящих штаммов и установлением наиболее эффективных сроков применения в клинической практике.

Перспективы дальнейших исследований направлены на развитие персонализированной медицины, применение синбиотиков и постбиотиков, а также на интеграцию пробиотической терапии в комплексное лечение серьёзных заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Hidalgo-Cantabrana C., Delgado S., Ruiz L., Ruas-Madiedo P., Sánchez B., Margolles A. Bifidobacteria and their health-promoting effects. *Microbiol Spectr.* 2017;5(3): 0010-2016. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.bad-0010-2016>
2. Turrone F., Milani C., Duranti S., Lugli G.A., van Sinderen D., Ventura M. Bifidobacteria and the infant gut: an example of co-evolution and natural selection. *Cell Mol Life Sci.* 2018;75(1):103-118. <https://doi.org/10.1007/s00018-017-2672-0>
3. Milani C., Duranti S., Bottacini F., et al. The first microbial colonizers of the human gut: composition, activities, and health implications of the infant gut microbiota. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2017;81(4):e00036-17. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00036-17>
4. O'Toole P.W., Marchesi J.R., Hill C. Next-generation probiotics: the spectrum from probiotics to live biotherapeutics. *Nat Microbiol.* 2017;2:17057. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2017.57>
5. Rinninella E., Raoul P., Cintoni M., et al. What is the healthy gut microbiota composition? A changing ecosystem across age, environment, diet, and diseases. *Microorganisms.* 2019;7(1):14. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7010014>
6. Zmora N., Suez J., Elinav E. You are what you eat: diet, health and the gut microbiota. *Nat Rev Gastroenterol Hepa-*

- tol. 2019;16(1):35-56. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0061-2>
7. Tanaka M., Nakayama J. Development of the gut microbiota in infancy and its impact on health in later life. *Allergol Int.* 2017;66(4):515-522. <https://doi.org/10.1016/j.alit.2017.07.010>
8. Round J.L., Mazmanian S.K. The gut microbiota shapes intestinal immune responses during health and disease. *Nat Rev Immunol.* 2009;9(5):313-323. <https://doi.org/10.1038/nri2515>
9. Fiocchi A., Pawankar R., Cuello-Garcia C., et al. World Allergy Organization-McMaster University guidelines for probiotic use in allergic diseases. *World Allergy Organ J.* 2015;8(1):4. <https://doi.org/10.1186/s40413-015-0055-2>
10. Shono Y., van den Brink M.R.M. Gut microbiota injury in allogeneic haematopoietic stem cell transplantation. *Nat Rev Cancer.* 2018;18(5):283-295. <https://doi.org/10.1038/nrc.2018.10>
11. Camilleri M., Madsen K., Spiller R., et al. Intestinal barrier function in health and gastrointestinal disease. *Neurogastroenterol Motil.* 2012;24(6):503-512. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2982.2012.01921.x>
12. Rivière A., Selak M., Lantin D., Leroy F., De Vuyst L. Bifidobacteria and butyrate-producing colon bacteria: importance and strategies for their stimulation in the human gut. *Front Microbiol.* 2016;7:979. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00979>
13. Belkaid Y., Hand T.W. Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell.* 2014;157(1):121-141. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.011>
14. Mack D.R., Michail S., Wei S., McDougall L., Hollingsworth M.A. Probiotics inhibit enteropathogenic *E. coli* adherence in vitro by inducing intestinal mucin gene expression. *Am J Physiol.* 1999;276(4):G941-G950. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.1999.276.4.G941>
15. Goldenberg J.Z., Yap C., Lytvyn L., et al. Probiotics for the prevention of *Clostridium difficile*-associated diarrhea in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;12:CD006095. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006095.pub4>
16. D'Amico F., Biagi E., Rampelli S., et al. Enteral nutrition and microbiome modulation in hematologic patients. *Nutrients.* 2019;11(12):3002. <https://doi.org/10.3390/nu11123002>
17. Arrieta M.C., Stiemsma L.T., Amenyogbe N., Brown E.M., Finlay B. The intestinal microbiome in early life: health and disease. *Front Immunol.* 2014;5:427. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2014.00427>
18. Underwood M.A. Probiotics and the prevention of necrotizing enterocolitis. *J Pediatr Surg.* 2019;54(3):405-412. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2018.12.008>
19. AlFaleh K., Anabrees J. Probiotics for prevention of necrotizing enterocolitis in preterm infants. *Evid Based Child Health.* 2014;9(3):584-671. <https://doi.org/10.1002/ebch.1976>
20. Ford A.C., Quigley E.M.M., Lacy B.E., et al. Efficacy of prebiotics, probiotics, and synbiotics in irritable bowel syndrome and chronic idiopathic constipation: systematic review and meta-analysis. *Am J Gastroenterol.* 2014;109(10):1547-1561. <https://doi.org/10.1038/ajg.2014.202>
21. Kobyliak N., Conte C., Cammarota G., et al. Probiotics in prevention and treatment of obesity: a critical view. *Nutr Metab.* 2016;13:14. <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0067-0>
22. Taur Y., Coyte K., Schluter J., et al. Reconstitution of the gut microbiota of antibiotic-treated patients by autologous fecal microbiota transplant. *Sci Transl Med.*

- 2018;10(460):eaap9489. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aap9489>
23. Rossi M., Amaretti A., Raimondi S. Folate production by probiotic bacteria. *Nutrients*. 2011;3(1):118-134. <https://doi.org/10.3390/nu3010118>
24. LeBlanc J.G., Milani C., de Giori G.S., et al. Bacteria as vitamin suppliers to their host: a gut microbiota perspective. *Curr Opin Biotechnol*. 2013;24(2):160-168. <https://doi.org/10.1016/j.cop-bio.2012.08.005>
25. Tomás-Barberán F.A., Selma M.V., Espín J.C. Interactions of gut microbiota with dietary polyphenols and consequences to human health. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2016;19(6):471-476. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000314>
26. Ejtahed H.S., Mohtadi-Nia J., Homayouni-Rad A., et al. Probiotic yogurt improves antioxidant status in type 2 diabetic patients. *Nutrition*. 2012;28(5):539-543. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.08.013>
27. Marco M.L., Sanders M.E., Gänzle M., et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (IS-APP) consensus statement on fermented foods. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2021;18(3):196-208. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00390-5>
28. Krumbeck J.A., Rasmussen H.E., Hutkins R.W., et al. Probiotic *Bifidobacterium* strains and galacto-oligosaccharides improve intestinal barrier function in vitro. *J Nutr*. 2018;148(3):298-307. <https://doi.org/10.1093/jn/nxx059>
29. Matson V., Fessler J., Bao R., et al. The commensal microbiome is associated with anti-PD-1 efficacy in metastatic melanoma patients. *Science*. 2018;359(6371):104-108. <https://doi.org/10.1126/science.aao3290>
30. Tsilingiri K., Rescigno M. Postbiotics: what else? *Benef Microbes*. 2013;4(1):101-107. <https://doi.org/10.3920/BM2012.0046>

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Финансовой поддержки не было.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

***Муминджонов Сухайли Ахмаджонович** – кандидат медицинских наук, докторант ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; заведующий кафедрой микробиологии, иммунологии и вирусологии ГОУ "Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино", Душанбе, Таджикистан.

E-mail: suhaily1982@mail.ru

https://orcid.org/0000-0003-4167-6747

Муминова Симин Худоёровна – очный аспирант кафедры микробиологии, иммунологии и вирусологии ГОУ "Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино", Душанбе, Таджикистан.

E-mail: muminovasimin@gmail.com

https://orcid.org/0009 0007 6861 1472

Орлова Виктория Валентиновна – научный сотрудник отдела молекулярной микробиологии ФГБНУ "Институт экспериментальной медицины", Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: vitavera90@icloud.com

https://orcid.org/0000-0003-2152-1019

Ермоленко Елена Игоревна – доктор медицинских наук, доцент, заведующая лабораторией биомедицинской микробиологии отдела молекулярной микробиологии ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: lermolenko1@yandex.ru

https://orcid.org/0000-0002-2569-6660

***Автор для корреспонденции**

FINANCING

There was no financial support.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

***Muminjonov Suhayli Akhmadjonovich** – Candidate of Medical Sciences, Doctoral Candidate at the Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", Saint Petersburg, Russian Federation; Head of the Department of Microbiology Immunology and Virology of the SEI "Avicenna Tajik State Medical University", Dushanbe, Tajikistan.

E-mail: suhaily1982@mail.ru

https://orcid.org/0000-0003-4167-6747

Muminova Simin Khudoyorovna – Postgraduate Student in the Department of Microbiology Immunology and Virology of the SEI "Avicenna Tajik State Medical University", Dushanbe, Tajikistan.

E-mail: muminovasimin@gmail.com

https://orcid.org/0009 0007 6861 1472

Orlova Victoria Valentinovna – Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", St. Petersburg, Russia.

E-mail: vitavera90@icloud.com

https://orcid.org/0000-0003-2152-1019

Ermolenko Elena Igorevna – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Biomedical Microecology Laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", St. Petersburg, Russia.

E-mail: lermolenko1@yandex.ru

https://orcid.org/0000-0002-2569-6660

***Author for correspondence**