



Серия «Биология. Экология»
2023. Т. 43. С. 66–74
Онлайн-доступ к журналу:
<http://izvestiabiobio.isu.ru/ru>

ИЗВЕСТИЯ
Иркутского
государственного
университета

Краткое сообщение

УДК 577.127.4

<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.43.66>

Оценка эффектов стимуляции роста *Bifidobacterium bifidum* полисахаридами из лиственницы сибирской

А. Э. Макарова¹, Г. В. Юринова², Ю. П. Джиоев¹, Б. Г. Сухов³,
А. А. Приставка², Г. А. Тетерина², Н. А. Арефьева¹, А. Ю. Борисенко¹,
В. П. Саловарова^{2*}

¹Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск, Россия

²Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

³Институт химической кинетики и горения им В. В. Воеводского СО РАН, г. Новосибирск, Россия

E-mail: eamak18@mail.ru

Аннотация. Исследованы эффекты стимуляции роста *Bifidobacterium bifidum* из коммерческого пробиотического препарата при культивировании на средах с полисахаридными соединениями – продуктами переработки древесины лиственницы сибирской: дигидрокверцетином (ДГК), арабиногалактаном очищенным (АГ очищ.), ардиксином (АДК), кверцетином (КВ). Определены соединения и их концентрации, оказывающие максимальный положительный эффект на рост исследуемого штамма *B. bifidum*. Обсуждаются перспективы применения изученных полисахаридов как основы пребиотических препаратов, способствующих восстановлению активности бифидобактерий в кишечном биотопе человека.

Ключевые слова: пробиотический препарат *Bifidobacterium bifidum*, стимуляция роста, полисахариды, арабиногалактан, дигидрокверцетин, кверцетин, ардиксин.

Для цитирования: Оценка эффектов стимуляции роста *Bifidobacterium bifidum* полисахаридами из лиственницы сибирской / А. Э. Макарова, Г. В. Юринова, Ю. П. Джиоев, Б. Г. Сухов, А. А. Приставка, Г. А. Тетерина, Н. А. Арефьева, А. Ю. Борисенко, В. П. Саловарова // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2023. Т. 43. С. 66–74. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.43.66>

Short communication

Evaluation of the Effects of Growth Stimulation of the *Bifidobacterium* with Polysaccharides from Siberian Larch

A. E. Makarova¹, G. V. Yurina², Yu. P. Dzhioev¹, B. G. Sukhov³, A. A. Pristavka²,
G. A. Teterina², N. A. Arefieva¹, A. Yu. Borisenko¹, V. P. Salovarova^{2*}

¹Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

²Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

³V. V. Voevodsky Institute of Chemical Kinetics and Combustion SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

© Макарова А. Э., Юринова Г. В., Джиоев Ю. П., Сухов Б. Г., Приставка А. А., Тетерина Г. А., Арефьева Н. А., Борисенко А. Ю., Саловарова В. П., 2023

*Полные сведения об авторах см. на последней странице статьи.
For complete information about the authors, see the last page of the article.

Abstract. Due to the rich chemical composition of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb), its products are widely used in medicine, pharmacology, agriculture, perfumery and cosmetics industry. Larch wood and bark contain a large amount of low molecular weight substances with high biological activity, namely: essential oils, ascorbic acid, tannins, anthocyanins, flavonoids, organic acids. The most important and useful of them are flavonoids due to their significant content in raw materials such compounds as: dihydroquercetin (DHA), arabinogalactan (AG), quercetin (QU), ardxin (ARD). On the basis of dihydroquercetin, preparations for the treatment and prevention of atherosclerosis, capillary-strengthening agents, anti-allergic drugs are created, and due to the high ability to complex formation, it actively removes heavy metals, including radionuclides, from the body. The main experimentally established properties of AG are immunomodulatory and antioxidant effects. In the diet, there is often a deficiency of dietary fiber needed by the human body. Quercetin is a powerful antioxidant that increases the body's resistance to radiation and a food antioxidant. It can also enhance anti-inflammatory, antiviral, and immunoprotective effects. Ardxin is a nanobiocomposite containing no. more than 95.0% of the natural polysaccharide arabinogalactan and no. less than 5% of the bioflavonoid dihydroquercetin. The biological activity of ardxin has shown its effectiveness in the treatment of oncological diseases as a concomitant agent during radiation and chemotherapy. Based on the significant importance of these polysaccharide compounds in the creation of new functional food products and therapeutic agents for medicine, in this study, the goal was to identify the effect of stimulating the growth of the commercial probiotic preparation *Bifidobacterium bifidum* when cultivated on media with polysaccharide compounds: purified arabinogalactan, dihydroquercetin, quercetin, ardxin. These polysaccharide compounds are processed products of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb). In the course of a study on the evaluation of growth stimulation of *B. bifidum* by polysaccharides: AG-purified, DHA, QU, ADC, it was found that: 1) growth of *B. bifidum* is most effective in a medium with DHA; 2) when growing on a medium with AG-clean. there is almost five times less growth stimulation compared to DHA; 3) the smallest growth of *B. bifidum* is observed in the medium with QU, which is more than 208 times less than its growth on the medium with DHA.

Keywords: probiotic preparation *Bifidobacterium bifidum*, growth stimulation, polysaccharides, arabinogalactan, dihydroquercetin, quercetin, ardxin.

For citation: Makarova A.E., Yurinova G.V., Dzhiyev Yu.P., Sukhov B.G., Pristavka A.A., Teterina G.A., Arefieva N.A., Borisenko A.Yu. Salovarova V.P., Evaluation of the Effects of Growth Stimulation of the *Bifidobacterium* with Polysaccharides from Siberian Larch. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2023, vol. 43, pp. 66-74. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2023.43.66> (in Russian)

Введение

В древесине и коре лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb) содержится большое количество биофлавоноидов, среди которых основными продуктами являются арабиногалактан (АГ) и дигидрокверцетин (ДГК) [Бабкин, Остроухова, Копылова, 2016]. Важность АГ для медицины заключается в его иммуномодулирующем и антиоксидантном эффекте [Новые нанобиокомпозиаты ... , 2014]. АГ также является важным компонентом кормовых добавок в животноводстве, пищевых и парфюмерно-косметических продуктов [Бабкин, Остроухова, Трофимова, 2011]. На основе ДГК создаются препараты для лечения и профилактики атеросклероза, капилляроукрепляющие средства, антиаллергические препараты; соединение способно активно выводить из организма тяжёлые металлы и радионуклиды. Кроме этого, ДГК обладает широким диапазоном терапевтического действия: повышает прочность капилляров, улучшает обезвреживающую функцию печени, используется для лечения заболеваний сердца, гипертонической болезни и глазных кровоизлияний [Серебросодержащие нанокмпозиаты ... , 2010].

Другой биофлавоноид – кверцетин (КВ) является мощным антиоксидантом, повышающим устойчивость организма к действию радиации, и антиокислителем пищевых продуктов. Он может усиливать противовоспалительное, противовирусное и иммунопротекторное действие [Новые нанобиокомпозиаты ... , 2014; Бабкин, Остроухова, Трофимова, 2011]. Также было исследовано его действие в клинике лечения против SARS-CoV-2 [Quercetin and Vitamin C ... , 2020]. Ардиксин (АРД) показал эффективность при лечении онкологических заболеваний в качестве сопутствующего средства при проведении лучевой и химиотерапии. Он также способствует уменьшению токсичности лечения, профилактике гематологических осложнений и улучшению качества жизни пациентов [Бабкин, Остроухова, Трофимова, 2011].

Эти соединения, получаемые из древесины лиственницы, относятся к так называемым пребиотикам и являются биоактивными пищевыми волокнами, избирательно стимулирующими рост и активность нормальной микрофлоры кишечника, будучи пищей для бифидобактерий и лактобацилл (пробиотиков) [Gibson, Roberfroid, 1995]. Пребиотики избирательно стимулируют последних [Slavin, 2013].

Пробиотические бифидобактерии (*Bifidobacterium*) доминируют (85–98 %) в нормальной микрофлоре кишечника человека и млекопитающих [Современные бактериологические препараты, 2018; Серебросодержащие нанокмпозиаты ... , 2010; Quercetin and vitamin C ... , 2020]. Они формируют барьер слизистой оболочки кишечника против патогенов; будучи введёнными с пищей, благоприятно влияют на течение пищевой аллергии и, соответственно, на иммунную систему [Islam, 2016; Современные бактериологические препараты ... , 2018; Zawistowska-Rojek, Tyski, 2018; Probiotics-induced changes ... , 2021]. Сегодня бифидобактерии стали составными ингредиентами биологически активных добавок [Protective effects ... , 2021; Борисова, Шаярова, Шишкина, 2021]. В этой связи влияние таких полисахаридов, как АГ, ДГК, КВ и АРД, на улучшение здоровья человека представляет несомненный интерес [Roberfroid, 2007]. При этом фактически не изучена значимость этих соединений как ростостимуляторов при культивировании на средах с бифидобактериями. В перспективе они могут быть использованы в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве, парфюмерно-косметической промышленности как комплексные синбиотики [de Vrese, Schrezenmeir, 2008; Review article ... , 2022].

Целью настоящего исследования является экспериментальное изучение и сравнительный анализ эффектов ростостимуляции у пробиотических бифидобактерий при культивировании с рядом полисахаридных соединений, вырабатываемых из древесины лиственницы сибирской.

Материалы и методы

Объектом исследования был пробиотический вид бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum*, выделенный из сухого коммерческого препарата «Бифидумбактерин» («ПАРТНЕР», Москва), содержащего до $5 \cdot 10^8$ КОЕ/г биологически активного вещества бифидобактерий. Используемые в экс-

перименте биологически активные полисахаридные органохимические соединения (арабиногалактан (АГ очищ.), дигидрокверцетин (ДГК), кверцетин (КВ) и ардиксин (АДК) – биокомпозит, содержащий не более 95,0 % природного АГ и не менее 5 % ДГК)) выделены из древесины лиственницы сибирской в лаборатории функциональных наноматериалов Института химии им. А. Е. Фаворского СО РАН в г. Иркутске. Бифидобактерии выращивали на тиогликолевой среде (гидролизат казеина ферментативный, экстракт пекарских дрожжей, натрий хлористый, натрий тиогликолят, натрий углекислый, цистеин гидрохлорид, агар, глюкоза). Культивирование проводилось при pH 7,2 в высоком слое среды (пробирки с 9 мл) при 37 °С в течение трёх суток при двукратной повторности экспериментов. Оптическую плотность культивируемой среды определяли на спектрофотометре NanoPhotometer P330 (Implen GmbH, Германия) при длине волны 600 нм.

Результаты и обсуждение

Для определения концентрации полисахаридов, оказывающих максимальный положительный эффект на рост исследуемого штамма *B. bifidum*, выполнены измерения оптической плотности культуральной жидкости при культивировании с дигидрокверцетином (шесть различных концентраций), арабиногалактаном, ардиксином и кверцетином (табл.).

Таблица

Концентрации полисахаридов и средние значения их оптической плотности в культуральной среде с *B. bifidum*

Полисахарид	Концентрация, мг/л	Оптическая плотность, ед.
ДГК	125,0	0,631
	62,6	0,208
	31,6	1,620
	15,6	2,192
	7,9	2,500
	3,8	2,144
АГ очищ.	125,0	0,502
АДК	125,0	0,376
КВ	125,0	0,012

Концентрация ДГК 125,0 мг/мл (рис., 1) негативно влияет на микроорганизмы, на что указывает также выпадение осадка в культуральной жидкости, что может быть обусловлено ферментативной полимеризацией фенолов. Результаты определения оптической плотности культуральной среды свидетельствуют о наблюдаемом росте бифидобактерий при всех остальных использованных в эксперименте концентрациях ДГК (рис., 2–6). Однако оптимальными для стимуляции роста *B. bifidum* концентрациями являются 31,6, 15,6 и 7,9 мг/мл (см. табл.; рис., 3–5), из них наибольший стимулирующий эффект проявляет ДГК в концентрации 7,9 мг/мл (см. табл.; рис., 5).

При культивировании *B. bifidum* с другими полисахаридами в концентрации 125,0 мг/л показан наиболее интенсивный рост в средах с АГ очищ., менее интенсивный – с АДК и незначительный – с КВ (см. табл.).

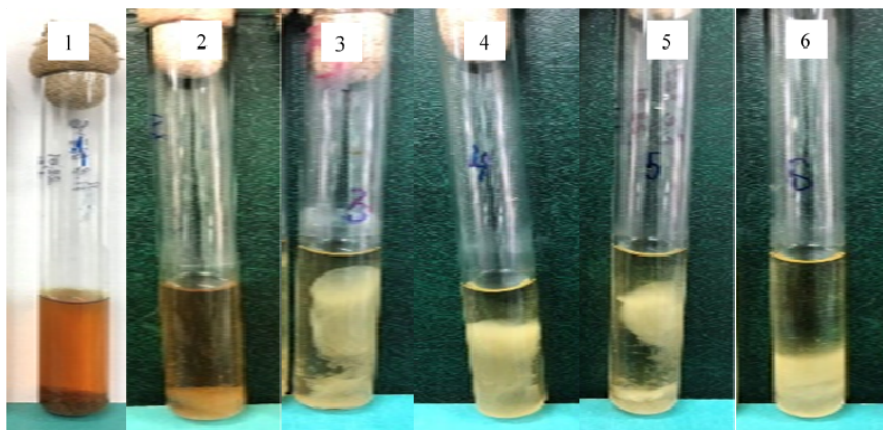


Рис. Результаты культивирования коммерческого штамма *B. bifidum* на среде с ДГК, внесённым в разных концентрациях: 1 – 125,0 мг/мл, 2 – 62,6 мг/мл, 3 – 31,6 мг/мл, 4 – 15,6 мг/мл, 5 – 7,9 мг/мл, 6 – 3,8 мг/мл

В среде с АГ *B. bifidum* демонстрировала наиболее интенсивный рост, более чем в 50 раз превышающий показатели культивирования на обычной среде. Очевидно, АГ имеет хорошие перспективы как средство, позволяющее избирательно стимулировать рост и активность *B. bifidum* из кишечной микрофлоры человека и тем самым обеспечивать восстановление их численности после приёма антибиотических средств или других лекарственных препаратов, подавляющих развитие бифидобактерий. Показано также, что АГ оказывает положительное влияние на рост исследуемого вида бифидобактерий и в более низкой концентрации (125 мг/мл).

В среде с АДК также наблюдается хороший рост *B. bifidum*, превышающий обычные темпы более чем в 19 раз. Эта концентрация АДК позволяет рекомендовать её в качестве средства, позволяющего избирательно стимулировать рост и активность некоторых бактерий-симбионтов кишечной микрофлоры человека.

Наименее выражен рост бифидобактерий в среде с КВ.

Таким образом, среди исследуемых полисахаридных пребиотиков максимальный положительный эффект по стимуляции роста *B. bifidum* из пробиотического препарата демонстрировал ДГК в концентрации 7,9 мг/мл. Этот полисахарид может быть предложен для разработки перспективного симбиотического продукта на основе пребиотика ДГК и пробиотика *B. bifidum*.

Заключение

В ходе исследования было показано, что степень влияния биологически активных пребиотических полисахаридов: арабиногалактана (АГ очищ.), ардиксина (АДК), кверцетина (КВ), дигидрокверцетина (ДГК), получаемых из лиственницы сибирской, на рост исследуемого *B. bifidum* различна. Только в культуральной среде с ДГК наблюдался наиболее интенсивный рост иссле-

двумого вида *B. bifidum*. В перспективе ДГК можно использовать в качестве мощного ростостимулирующего пребиотика, способствующего восстановлению активности бифидобактерий в кишечном биотопе человека. Также это сочетание пробиотика *B. bifidum* с пребиотиком ДГК может стать мощным симбиотическим препаратом для создания биологически активных добавок или функциональных продуктов питания. Такой симбиотический комплекс из пробиотика *B. bifidum* и пребиотика ДГК позволит более быстро и полноценно проявлять свой полезный эффект в кишечной микробиоте человека. Также концентрации ДГК в 15,6 и 3,8 мг/л стимулируют достаточно высокий рост исследуемого *B. bifidum*, что может свидетельствовать о высоком ростостимулирующем потенциале этого пребиотика, превосходящего по этому критерию остальные используемые пребиотики в данном исследовании. Среди остальных пребиотиков можно выделить АГ очищ. в концентрации 125 мг/мл, оказывающей положительное влияние на рост *B. bifidum*. В культуральной среде с АДК также происходит хороший рост исследуемого вида *B. bifidum*, но он почти в пять раз ниже по сравнению с ДГК (при концентрации 7,9 мг/л). Остальные пребиотики (АДК, 125,0 мг/л и КВ, 125,0 мг/л) имеют низкие коэффициенты ростостимулирующих эффектов для данного вида бифидобактерий.

Список литературы

- Бабкин В. А., Остроухова Л. А., Копылова Л. И. Натуральные продукты и их производные, получаемые по технологии замкнутого цикла переработки биомассы лиственницы сибирской // Химия растительного сырья, 2016. № 1. С. 121–126.
- Бабкин В. А., Остроухова Л. А., Трофимова Н. Н. Биомасса лиственницы: от химического состава до инновационных продуктов. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2011. 236 с.
- Борисова А. В., Шаярова М. В., Шишкина Н. Ю. Функциональные продукты питания: связь между теорией, производством и потребителем // Новые технологии / New technologies. 2021. Т. 17. № 1. С. 21–32. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32>
- Новые нанобиоконпозиты аммония+магния фосфата и каррагинана как эффективные пребиотики / М. В. Лесничая, Б. Г. Сухов, А. Н. Сапожников, Л. А. Сафронова, О. В. Евсеенко, В. М. Иляш, В. С. Подгорский, Б. А. Трофимов // Доклады Академии наук. 2014. Т. 457. № 5. С. 546–549. <https://doi.org/10.7868/S0869565214230145>
- Серебросодержащие наноконпозиты на основе галактоманнана и каррагинана: синтез, строение, антимикробные свойства / М. В. Лесничая, Г. П. Александрова, Л. П. Феоктистова, А. Н. Сапожников, Т. В. Фадеева, Б. Г. Сухов, Б. А. Трофимов // Известия АН. Серия химическая. 2010. № 12. С. 2266–2271.
- Современные бактериологические препараты: влияние на микробиоту кишечника и роль в лечении заболеваний / К. В. Раскина, Е. Ю. Мартынова, И. Р. Фатхутдинов, Ю. Е. Потешкин // Русский медицинский журнал. 2018. № 5(II). С. 86–91.
- Gibson G. R., Roberfroid M. B. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics // J. Nutr. 1995. Vol. 125, Is. 6. P. 1401–1412. <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>
- Islam S. U. Clinical Uses of Probiotics // Medicine. 2016. Vol. 95, N 5. e2658. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000002658>
- Probiotics-induced changes in gut microbial composition and its effects on cognitive performance after stress: exploratory analyses / M. Bloemendaal, J. Szopinska-Tokov, C. Belzer, D. Boverhoff, S. Papalini, F. Michels, S. van Hemert, A. A. Vasquez, E. Aarts // Transl. Psychiatry. 2021. Vol. 11(1). 300. <https://doi.org/10.1038/s41398-021-01404-9>
- Protective Effects of Probiotics on Cognitive and Motor Functions, Anxiety Level, Visceral Sensitivity, Oxidative Stress and Microbiota in Mice with Antibiotic-Induced Dysbiosis / A. Arslan

nova, A. Tarasova, A. Alexandrova, V. Novoselova, I. Shaidullof, D. Khusnutdinova, T. Grigoryeva, D. Yarullina, O. Yakovleva, G. Sitdikova // *Life*. 2021. Vol. 11 (8), N 764. <https://doi.org/10.3390/life11080764>

Quercetin and Vitamin C: An Experimental, Synergistic Therapy for the Prevention and Treatment of SARS-CoV-2 Related Disease (COVID-19) / R. M. L. C. Biancatelli, M. Berrill, J. D. Catravas, P. E. Marik // *Rev. Front. Immunol.* 2020. Vol. 11. 1451. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01451>

Review article: the future of microbiome-based therapeutics / E. L. Gulliver, R. B. Young, M. Chonwerawong, G. L. D'Adamo, T. Thomason, J. T. Widdop, E. L. Rutten, V. R. Marcelino, R. V. Bryant, S. P. Costello, Cl. L. O'Brien, G. L. Hold, E. M. Giles, S. C. Forster // *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2022. Vol. 56, N 2. P. 192–208. <https://doi.org/10.1111/apt.17049>

Roberfroid M. Probiotics: the concept revisited // *J. Nutr.* 2007. Vol. 137, Is. 3. P. 830–837. <https://doi.org/10.1093/jn/137.3.830S>

Slavin J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits // *Nutrients*. 2013. Vol. 5, N 4. P. 1417–1435. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>

de Vrese M., Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics, and synbiotics // *Food Biotechnol. Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 2008. Vol. 111. P. 1–66. https://doi.org/10.1007/10_2008_097

Zawistowska-Rojek A., Tyski S. Are Probiotic Really Safe for Humans? // *Pol. J. Microbiol.* 2018. Vol. 67, N 3. P. 251–258. <https://doi.org/10.21307/pjm-2018-044>

References

Babkin V.A., Ostroukhova L.A., Kopylova L.I. Natural'nye produkty i ikh proizvodnye, poluchaemye po tekhnologii zamknutogo tsikla pererabotki biomassy listvennitsy sibirskoi [Natural products and their derivatives obtained using the technology of a closed cycle processing of Siberian larch biomass]. *Khimija Rastitelnogo Syr'ya*, 2016, no. 1, pp. 121–126. (in Russian)

Babkin V.A., Ostroukhova L.A., Trofimova N.N. *Biomassa listvennitsy: ot khimicheskogo sostava do innovatsionnykh produktov* [Larch biomass: from chemical composition to innovative products]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2011, 236 p. (in Russian)

Borisova A.V., Shayarova M.V., Shishkina N.Yu. Functional foods: a link between theory, production and the consumer [Funktional'nye produkty pitaniya: svyaz' mezhdou teoriei, proizvodstvom i potrebitелеm]. *Novye tekhnologii/New technologies*, 2021, vol. 17, no. 1, pp. 21–32. (in Russian). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32>

Lesnichaya M.V., Sukhov B.G., Sapozhnikov A.N., Safronova L.A., Evseenko O.V., Ilyash V.M., Podgorskii V.S., Trofimov B.A. Novye nanobiokompozity ammoniya+magniya fosfata i karraginana kak effektivnye prebiotiki [New nanobiocomposites of ammonium+magnesium phosphate and carrageenan as effective prebiotics]. *Doklady*, 2014, vol. 457, no. 5, pp. 546–549. (in Russian). <https://doi.org/10.7868/S0869565214230145>

Lesnichaya M.V., Aleksandrova G.P., Feoktistova L.P., Sapozhnikov A.N., Fadeeva T.V., Sukhov B.G., Trofimov B.A. Serebrosoderzhashchie nanokompozity na osnove galaktomannana i karraginana: sintez, stroenie, antimikrobnnye svoystva [Silver-containing nanocomposites based on galactomannan and carrageenan: synthesis, structure, and antimicrobial properties]. *Russ. Chem. Bull.*, 2010, no. 12, pp. 2266–2271. (in Russian)

Raskina K.V., Martynova E.Yu., Fatkhutdinov I.R., Poteshkin Yu.E. Sovremennyye bakteriologicalicheskie preparaty: vliyanie na mikrobiotu kishchechnika i rol' v lechenii zabolevanii [Modern bacteriological preparations: influence on the intestinal microbiota and the role in the treatment of diseases]. *Russ. Med. Inq.*, 2018, no. 5(II), pp. 86–91. (in Russian)

Gibson G.R., Roberfroid M.B. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *J. Nutr.*, 1995, vol. 125, is. 6, pp. 1401–1412. <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>

Islam S.U. Clinical Uses of Probiotics. *Medicine*, 2016, vol. 95, no. 5, e2658. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000002658>

Bloemendaal M., Szopinska-Tokov J., Belzer C., Boverhoff D., Papalini S., Michels F., van Hemert S., Vasquez A.A., Aarts E. Probiotics-induced changes in gut microbial composition and its effects on cognitive performance after stress: exploratory analyses. *Transl. Psychiatry*, 2021, vol. 11(1), 300. <https://doi.org/10.1038/s41398-021-01404-9>

Arslanova A., Tarasova A., Alexandrova A., Novoselova V., Shaidulloev I., Khusnutdinova D., Grigoryeva T., Yarullina D., Yakovleva O., Sitdikova G. Protective Effects of Probiotics on Cognitive and Motor Functions, Anxiety Level, Visceral Sensitivity, Oxidative Stress and Microbiota in Mice with Antibiotic-Induced Dysbiosis. *Life*, 2021, vol. 11(8), no. 764. <https://doi.org/10.3390/life11080764>

Biancatelli R.M.L.C., Berrill M., Catravas J.D., Marik P.E. Quercetin and Vitamin C: An Experimental, Synergistic Therapy for the Prevention and Treatment of SARS-CoV-2 Related Disease (COVID-19). *Rev. Front. Immunol.*, 2020, vol. 11, 1451. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01451>

Gulliver E.L., Young R.B., Chonwerawong M., D'Adamo G.L., Thomason T., Widdop J.T., Rutten E.L., Marcelino V.R., Bryant R.V., Costello S.P., O'Brien C.L., Hold G.L., Giles E.M., Forster S.C. Review article: the future of microbiome-based therapeutics. *Aliment. Pharmacol. Ther.*, 2022, vol. 56, no. 2, pp. 192-208. <https://doi.org/10.1111/apt.17049>

Roberfroid M. Prebiotics: the concept revisited. *J. Nutr.*, 2007, vol. 137, is. 3, pp. 830-837. <https://doi.org/10.1093/jn/137.3.830>

Slavin J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*, 2013, vol. 5, no. 4, pp. 1417-1435. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>

de Vrese M., Schrezenmeier J. Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Food Biotechnol. Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, 2008, vol. 111, pp. 1-66. https://doi.org/10.1007/10_2008_097

Zawistowska-Rojek A., Tyski S. Are Probiotic Really Safe for Humans? *Pol. J. Microbiol.*, 2018, vol. 67, no. 3, pp. 251-258. <https://doi.org/10.21307/pjm-2018-044>

Сведения об авторах

Макарова Ангелина Эдуардовна

студент

Иркутский государственный медицинский университет

Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1,

e-mail: eamak18@mail.ru

Юринова Галина Валерьевна

кандидат биологических наук, доцент

Иркутский государственный университет

Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1

e-mail: yurinova@yandex.ru

Джиоев Юрий Павлович

кандидат биологических наук,

ведущий научный сотрудник

Иркутский государственный медицинский университет

Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Красного

Восстания, 1

e-mail: alanir07@mail.ru

Сухов Борис Геннадьевич

кандидат химических наук,

ведущий научный сотрудник

Институт химической кинетики и горения

им. В. В. Воеводского СО РАН,

Россия, 630090, г. Новосибирск,

ул. Институтская, 3,

e-mail: boris_sukhov@mail.ru

Information about the authors

Makarova Angelina Eduardovna

Student

Irkutsk State Medical University

1, Krasnogo Vosstaniya st., Irkutsk, 664003,

Russian Federation

e-mail: eamak18@mail.ru

Yurinova Galina Valerievna

Candidate of Sciences (Biology),

Associate Professor

Irkutsk State University

1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,

Russian Federation

e-mail: yurinova@yandex.ru

Dzhioev Yuri Pavlovich

Candidate of Sciences (Biology),

Senior Research Scientist

Irkutsk State Medical University,

1, Krasnogo Vosstaniya st., Irkutsk, 664003,

Russian Federation

e-mail: alanir07@mail.ru

Sukhov Boris Gennadievich

Candidate of Sciences (Chemistry),

Leading Research Scientist

V. V. Voevodsky Institute of Chemical Kinetics

and Combustion SB RAS

3, Institututskaya st., Novosibirsk, 630090,

Russian Federation

e-mail: boris_sukhov@mail.ru

Приставка Алексей Александрович
кандидат биологических наук, доцент
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: pristavk@gmail.com

Pristavka Aleksey Aleksandrovich
Candidate of Sciences (Biology),
Associate Professor
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: pristavk@gmail.com

Тетерина Галина Александровна
специалист по УМР
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: galina.teterina.91@mail.ru

Teterina Galina Alexandrovna
MMR Specialist
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: galina.teterina.91@mail.ru

Арефьева Надежда Александровна
магистрант
Иркутский государственный медицинский
университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Красного
Восстания, 1
e-mail: arefieva.n4@gmail.com

Arefieva Nadezhda Alexandrovna
Postgraduate
Irkutsk State Medical University
1, Krasnogo Vosstania st., Irkutsk,
664003, Russian Federation
e-mail: arefieva.n4@gmail.com

Борисенко Андрей Юрьевич
кандидат биологических наук,
старший преподаватель
Иркутский государственный медицинский
университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Красного
Восстания, 1
e-mail: 89500720225@mail.ru

Borisenko Andrey Yurievich
Candidate of Sciences (Biology)
Senior Lecturer
Irkutsk State Medical University
1, Krasnogo Vosstania st., Irkutsk,
664003, Russian Federation
e-mail: 89500720225@mail.ru

Саловарова Валентина Петровна
доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: vsalovarova@gmail.com

Salovarova Valentina Petrovna
Doctor of Sciences (Biology), Professor,
Head of Department
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: vsalovarova@gmail.com

Статья поступила в редакцию 16.11.2022; одобрена после рецензирования 19.12.2022; принята к публикации 20.12.2022
Submitted November, 16, 2022; approved after reviewing December, 19, 2022; accepted for publication December, 20, 2022