

Антибактериальные, пробиотические и иммуномодулирующие свойства *L. acidophilus* La-14

С. В. Орлова^{1,2}, Е. А. Никитина^{1,2}, В. И. Попадюк^{1,3}, И. М. Кириенко^{1,3}, Н. В. Кузнецова¹

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

² ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия

³ Международный медицинский центр «Он Клиник», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Многие научные исследования показывают профилактическое и лечебное действие пробиотиков при различных заболеваниях. Штамм *L. acidophilus* La-14 обладает доказанной антибактериальной, пробиотической и иммуномодулирующей эффективностью, имеет долгую историю применения и не вызывает развития антибиотикорезистентности. Необходимы дальнейшие исследования для определения оптимальной дозы и продолжительности приема пробиотика.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Lactobacillus acidophilus* La-14, лактобактерии, микробиом, пробиотики, инфекции, иммунитет.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Antibacterial, probiotic and immunomodulatory properties of *L. acidophilus* La-14

S. V. Orlova^{1,2}, E. A. Nikitina^{1,2}, V. I. Popadyuk¹, I. M. Kirichenko^{1,3}, N. V. Kuznetsova¹

¹ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

² Scientific and Practical Center for Pediatric Psychoneurology of the Moscow Department of Health, Moscow, Russia

³ International Medical Center On Clinics, Moscow, Russia

SUMMARY

Many scientific studies show the preventive and therapeutic effects of probiotics in various diseases. The *L. acidophilus* La-14 strain has proven antibacterial, probiotic and immunomodulatory effectiveness, has a long history of use and does not cause the development of antibiotic resistance. Further research is needed to determine the optimal dose and duration of probiotic intake.

KEYWORDS: *Lactobacillus acidophilus* La-14, *Lactobacilli*, microbiome, probiotics, infections, immune function.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

This publication was supported by the RUDN University Strategic Academic Leadership Program.

Введение

Несмотря на то что первые предположения о защитной роли кишечной микробиоты были высказаны И. Мечниковым более сотни лет назад, подтверждение этой теории и раскрытие конкретных механизмов взаимодействия микроорганизмов с иммунной системой человека продолжают изучаться и по сей день. Помимо влияния на иммунитет установлена связь между состоянием микробиоты кишечника и активностью внутренних органов, включая печень, головной мозг, почки и др. Крайне интригующей представляется возможность регуляции и коррекции функции отдельных клеток, тканей или органов за счет приема пробиотических препаратов. В соответствии с определением Всемирной организации здравоохранения, пробиотики – это живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных

количествах приносят пользу здоровью хозяина [1]. К пробиотическим микроорганизмам предъявляется ряд требований: они должны быть способны выживать в пищеварительном тракте и размножаться в кишечнике; быть нетоксичными и непатогенными; приносить пользу хозяину за счет размножения или проявляемой активности; обеспечивать защиту от патогенных микроорганизмов и не передавать устойчивость к антибиотикам.

Известно, что в кишечнике человека обитают триллионы бактерий, из которых около 60 % принадлежат к типу Firmicutes, включающему более 250 родов грамположительных бактерий (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Clostridium* и *Mycoplasma* и др.)

В качестве пробиотиков чаще всего используют кокки и палочки родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*.

Натуральными источниками пробиотических микроорганизмов являются кисломолочные продукты (простокваша, ряженка, творог и т.д.), квашенные овощи, ферментированные соевые продукты, хлеб на закваске, квас и др. В жидких кисломолочных продуктах содержание молочнокислых микроорганизмов должно составлять не менее 1×10^7 колониеобразующих единиц (КОЕ)/мл (г) [2].

Для оптимизации рациона питания человека пробиотические микроорганизмы применяются в форме биологически активных добавок к пище (БАД). В суточной дозе специализированной пищевой продукции допустимо содержание бактерий рода *Lactobacillus* до 5×10^9 КОЕ [3].

Lactobacillus acidophilus La-14 – грамположительная палочковидная неподвижная неспорообразующая гомоферментативная (т.е. производящая только молочную кислоту) бактерия человеческого происхождения, депонированная в Американской коллекции типовых культур (American Type Culture Collection) как SD 5212 [4].

Важной особенностью *L. acidophilus La-14* является хорошая устойчивость в разных средах, что чрезвычайно важно при прохождении по всем отделам желудочно-кишечного тракта. В экспериментальных исследованиях было показано, что данный штамм может выживать как при низких значениях pH, характерных для желудка в постпрандиальном периоде, так и в присутствии пищеварительных соков (желчных кислот, пепсина и панкреатина) [Мемор.].

Пробиотики могут оказывать свое действие в просвете кишки, однако связывание со слизистой оболочкой может продлить время пребывания штамма в кишечнике, обеспечить более эффективный контакт с иммунной системой и оказать защитное действие в отношении кишечных патогенов, ограничивая их способность колонизировать ЖКТ. В экспериментальных исследованиях *L. acidophilus La-14* демонстрировала превосходную адгезию к линиям эпителиальных клеток человека (HT-29).

Способность пробиотиков препятствовать колонизации и размножению патогенных микроорганизмов носит штаммоспецифичный характер. Предполагаемые механизмы действия включают продукцию ингибирующих соединений, конкуренцию с патогенами за места адгезии или источники питания, ингибирование продукции или действия бактериальных токсинов, способность коагрегировать с патогенными микроорганизмами и стимуляцию образования иммуноглобулина А.

Антимикробное действие

L. acidophilus La-14 оказывает антимикробное действие, в том числе значительно подавляет рост *S. aureus* и возбудителя сальмонеллеза *S. typhimurium* [Мемор.]. Экзотоксины золотистого стафилококка, колонизирующего на поверхности слизистых оболочек, могут стать причиной развития менструального синдрома токсического шока и энтероколита. В экспериментальных исследованиях *L. acidophilus La-14* продемонстрировал бактерицидное действие, подавлял синтез токсина синдрома токсического шока 1 (TSST-1) *S. aureus* и образование хемокина ИЛ-8 под действием TSST-1. Действие *La-14* было обусловлено в основном закислением

питательной среды, образованием H_2O_2 и других антибактериальных молекул. Прием пробиотика, содержащего *La-14*, может оказать защитное действие в отношении развития СТШ у женщин во время менструации [5].

Вульвовагиниты – широко распространенная проблема у женщин репродуктивного возраста. Основными возбудителями являются бактерии и грибы рода *Candida*. Несмотря на то что основными вагинальными видами лактобактерий являются *L. crispatus*, *L. gasseri*, *L. jensenii* и *L. iners*, прием пробиотика, содержащего *L. acidophilus La-14*, *L. rhamnosus HN001* и лактоферрин, приводил к появлению данных штаммов лактобактерий во влагалище после двух недель приема. У здоровых женщин они продолжали обнаруживаться во влагалище спустя неделю после прекращения приема комплекса [6]. У женщин с промежуточными значениями по критериям Ньюджента прием этого комплекса способствовал восстановлению нормального микробиоценоза [7]. При бактериальном вагинозе добавление пробиотика к метронидазолу способствовало значительному уменьшению симптомов (выделения из влагалища и зуд), показателя Ньюджента и частоты рецидивов. Пробиотик принимался во время 5-дневной антибиотикотерапии и 10 последующих дней, а затем в течение 6 месяцев по 10 дней в первую фазу менструального цикла [8]. Схожая схема в сочетании с клотримазолом использовалась при рецидивирующем кандидозном вульвовагините и также показала высокую эффективность [9].

Еще одной серьезной терапевтической проблемой являются рецидивирующая инфекция мочевыводящих путей (РИМП). Несмотря на значительные успехи антибиотикотерапии, позволившей уменьшить число осложнений РИМП, применение антибиотиков не является панацеей. Рецидивирующий характер заболевания создает предпосылки для развития антибиотикорезистентности и ограничивает возможности терапии при длительном течении цистита, а также при других инфекционных заболеваниях. В связи с этим вопрос о способах оптимизации терапии без использования антибиотиков является чрезвычайно актуальным. В качестве потенциальных адъювантных средств рассматриваются различные биологически активные вещества (D-манноза, полифенолы, катехины, салицилаты белой ивы и др.), а также пробиотики. Известно, что большинство РИМП вызваны кишечной палочкой, часто на фоне уже имеющегося дисбиоза мочевыводящих путей и кишечника. Повторное применение антибиотиков может спровоцировать или усилить дисбаланс микробиоты, приводя к значительному снижению содержания лактобактерий, оказывающих защитное действие в отношении эпителия мочевыводящих путей. В исследовании Del Popolo G. и Nelli F. была изучена эффективность двухэтапной схемы терапии РИМП. На первом этапе пациенты в течение 5 дней получали комбинацию D-маннозы и салицина белой ивы. На втором салицин заменялся на 50 мг *L. acidophilus La-14* (1×10^9 КОЕ). Комбинация из маннозы и пробиотика назначалась на 7 дней, а затем еще на 15 дней два последующих месяца.

Предложенная схема терапии показала хорошую эффективность: снижение боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) с $8,07 \pm 1,70$ до $4,74 \pm 2,07$ ($p=0,001$) у пациентов с РИМП и с $7,21 \pm 1,90$ до $3,74 \pm 3,12$ ($p=0,001$) у пациентов с нейрогенным мочевым пузырем. Также отмечалось снижение частоты мочеиспускания с 14 ± 3 до 7 ± 3 ($p=0,001$) в первой группе и с 15 ± 3 до 8 ± 3 ($p=0,001$) – во второй. Число эпизодов недержания мочи сократилось у всех пациентов в первой группе и у 12 из 39 пациентов во второй. Улучшения сохранялись в течение всего периода наблюдения. Для оценки эффективности данной схемы для профилактики рецидивов РИМП необходимы дальнейшие исследования [10].

Известно, что прием антибиотиков может вызывать дисбиоз кишечника, увеличивая концентрацию *Escherichia coli* и *Enterococcus spp.* и снижая содержание лакто- и бифидобактерий. В экспериментальных работах штамм *La-14* способствовал восстановлению нормального баланса микробиоты при антибиотик-ассоциированной диарее [11].

В обзоре, объединившем 33 исследования, было обнаружено, что прием пробиотиков снижает риск развития антибиотик-ассоциированной диареи в среднем на 55 % (ОР 0,45, 95 % ДИ от 0,36 до 0,56; $I^2 = 57\%$) и продолжительность диареи – приблизительно на 1 день. В качестве пробиотиков использовались различные виды бактерий родов *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Lactococcus* а также сахаромикеты, *Clostridium butyricum* или *Leuconostoc cremoris* [12]. Необходимо отметить, что эффект был наиболее выражен при приеме высоких доз пробиотиков ($\geq 5 \times 10^9$ КОЕ/д).

Иммуномодулирующее действие

Известно, что созревание антигенпредставляющих дендритных клеток (ДК) является важнейшей частью адаптивного иммунитета. Иммуномодулирующие свойства *L. acidophilus La-14* были изучены в экспериментальных исследованиях на культуре ДК мышей. После обработки клеток живыми лактобактериями оценивали экспрессию маркеров созревания ДК, CD 80 и CD 40, экспрессию Toll-подобных рецепторов 2, 4 и 9 (TLR) и синтез фактора некроза опухоли α (ФНО- α), интерлейкинов (ИЛ) 6 и 10 (ИЛ-6 и ИЛ-10) дендритными клетками. Было обнаружено, что *La-14* индуцируют умеренное созревание и активацию ДК [13]. Благодаря влиянию на неспецифические клетки врожденного иммунитета (дендритные клетки в лимфоидных тканях, связанных с кишечником, кишечные макрофаги и др.) пробиотики усиливают презентацию антигена и способствуют преимущественной дифференцировке лимфоцитов слизистой оболочки в сторону продукции защитных антител и эффекторных $\alpha\beta$ и $\gamma\delta$ Т-клеток.

Пробиотики оказывают влияние на функцию мононуклеарных клеток периферической крови. При сравнении *L. acidophilus La-14* с *L. plantarum* 8826 было обнаружено, что *L. acidophilus La-14* индуцирует синтез мононуклеарами ИЛ-10, ФНО- α и ИФН- γ в меньшей степени, чем *L. plantarum*, но сильнее стимулирует экскрецию ИЛ-12, что

ассоциировано с Th1 иммунным ответом. *La-14* не оказывает выраженного противовоспалительного действия, но может участвовать в защите организма от вирусов, опухолевых клеток и аллергии [Мемор.].

Этот штамм также может быть использован для повышения эффективности вакцинации. В двойном слепом рандомизированном контролируемом исследовании с участием 83 здоровых добровольцев при сравнении 7 различных штаммов было обнаружено, что *L. acidophilus La-14* стимулирует быстрое образование антител IgG при пероральной иммунизации против холеры [14], действуя на этот показатель сильнее других пробиотиков. Предполагают, что штаммоспецифическое воздействие пробиотика на иммунитет может быть связано с особенностями белкового состава клеточной стенки бактерий [15]. Поскольку IgG участвуют в иммунной памяти, было высказано предположение, что *L. acidophilus La-14* может способствовать профилактике заболеваний в долгосрочной перспективе [16].

Иммуномодулирующее действие штамма *La-14* носит, по-видимому, дозозависимый характер. В модели толстой кишки человека было изучено действие разных доз (7×10^9 и 7×10^{10} КОЕ) комплексного пробиотика, содержащего *L. acidophilus La-14* (20% от общего количества), а также *B. lactis* BI-04 (75%), *L. paracasei* Lpc-37 (4%) и *L. plantarum* Lp-115 (1%). Только высокие дозы пробиотика приводили к повышению концентрации *L. acidophilus*, увеличению синтеза пропионовой кислоты и короткоцепочечных жирных кислот в целом [17]. С недостаточностью дозы может быть связано отсутствие эффективности *L. acidophilus La-14* в отношении продолжительности острой инфекционной диареи у детей во Вьетнаме. В исследовании использовались дозы 4×10^8 КОЕ/д *L. acidophilus La-14* [18].

Отдельные штаммы молочнокислых бактерий обладают способностью синтезировать бактериоцины и другие вещества, препятствующие размножению патогенных микроорганизмов в кишечнике человека. Их также рассматривают как способ профилактики инфекций у сельскохозяйственных животных, снижающий использование антибиотиков в животноводстве. У *La-14* была обнаружена способность синтезировать бактериоцин против возбудителя листериоза *L. monocytogenes*. Бактериоцин *La-14* продемонстрировал эффективность в отношении различных серологических типов *Listeria spp.* в широком диапазоне pH (2,0–12,0) и обладал хорошей термостабильностью.

Известно, что включение конкретного штамма пробиотика в схему профилактики и лечения инфекционных заболеваний зависит от его устойчивости к действию лекарственных препаратов. С одной стороны, пробиотик не должен быть устойчив к действию широкого спектра антибиотиков, так как теоретически может передавать гены антибиотикорезистентности патогенным микроорганизмам. С другой – рост и активность пробиотических микроорганизмов не должны подавляться другими группами лекарственных препаратов, широко используемых в терапевтической практике. Штамм *La-14* соответствует

обоим требованиям. Антибиотики, такие как амоксициллин, норфлоксацин, рифампицин и ванкомицин, ингибируют рост *La-14*. Вместе с тем другие группы препаратов (антигистаминные, гипотензивные, гиполипидемические и др.), включая нестероидные противовоспалительные средства (ибупрофен и диклофенак), часто применяемые при лечении инфекционных заболеваний, не подавляют активность *L. acidophilus La-14*. Чувствительность к ванкомицину также является положительным качеством, так как ванкомицин-резистентные энтерококки являются основной причиной внутрибольничных инфекций и плохо поддаются лечению [Мемор].

Учитывая хорошую устойчивость и иммуномодулирующую активность *L. acidophilus La-14*, этот штамм может применяться в комплексной терапии инфекционных заболеваний, в том числе таких как листериоз и др. [19].

Влияние пробиотиков на *метаболические процессы* в организме активно исследуется в последние годы. Пробиотические микроорганизмы принимают участие в обмене белков, жиров, углеводов, органических кислот и других соединений, влияя тем самым на развитие таких заболеваний, как саркопения, сахарный диабет, ожирение, мочекаменная болезнь и др. При неалкогольной жировой болезни печени и неалкогольном стеатогепатите для снижения уровня трансаминаз, уменьшения инсулинорезистентности или улучшения гистологических показателей рекомендуется использовать мультиштаммовые пробиотики [20, 21]. В метаанализе 20 исследований, включавших 1411 человек с избыточной массой тела или ожирением, было показано, что пробиотики способствуют снижению индекса массы тела, обхвата талии и бедер [22]. В большом количестве исследований было продемонстрировано положительное влияние пробиотиков на углеводный и липидный обмен [23].

Накопление *щавелевой кислоты* в организме может привести к развитию патологических состояний, включая гипероксалурию, мочекаменную болезнь, почечную недостаточность и др. Установлено, что отдельные бактерии, такие как *Oxalobacter formigenes*, принимают участие в обмене оксалатов, используя их в качестве источника энергии и углерода. Однако использование *Oxalobacter* в качестве пробиотика затруднено, так как он является облигатным анаэробом. Было установлено, что, так же как и *O. formigenes*, *L. acidophilus La-14* синтезирует ферменты оксалил-КоА-декарбоксилазу и формил-КоА-трансферазу, принимающие участие в метаболизме оксалатов [24]. При оценке оксалатразрушающей активности 60 штаммов лактобактерий было обнаружено, что действие *L. acidophilus La-14* столь же высоко, как у *Oxalobacter formigenes* DSM 4420, и обеспечивает деградацию 100 % оксалата [25].

Заключение

В настоящий момент не вызывает сомнения профилактическое и лечебное действие пробиотических микроорганизмов при различных инфекционных, ме-

таболических и иммунных заболеваниях. Вместе с тем поиск идеального штамма, удовлетворяющего всем требованиям к пробиотикам и обладающего высокой эффективностью, остается серьезной проблемой. Штамм *L. Acidophilus La-14* обладает доказанной антибактериальной, пробиотической и иммуномодулирующей эффективностью, имеет долгую историю применения и не вызывает развития антибиотикорезистентности. Необходимы дальнейшие исследования для определения оптимальной дозы и продолжительности приема пробиотика при различных заболеваниях, а также исследование его действия в отношении обмена веществ.

Список литературы / References

1. FAO/WHO Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. [accessed on 21 November 2020]; Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. 2002 Available online: https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 г. N 67. <https://docs.cntd.ru/document/499050562>
Technical Regulations of the Customs Union TR CU 033/2013 "On the safety of milk and dairy products." Adopted by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated October 9, 2013 N 67. <https://docs.cntd.ru/document/499050562>
3. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299). https://eec.eaeunion.org/commission/depsanmer/regulation/P2_299.php
Unified sanitary-epidemiological and hygienic requirements for products (goods) subject to sanitary-epidemiological supervision (control) (approved by the Decision of the Commission of the Customs Union dated May 28, 2010 No. 299). https://eec.eaeunion.org/commission/depsanmer/regulation/P2_299.php
4. Technical Memorandum Lactobacillus acidophilus La-14. Danisco. <http://03a5bcb.netsolstores.com/images/research/Lacidophilus.pdf>
5. Schlievert PM, Gaitán AV, Kilgore SH, Roe AL, Maukonen J, Lehtoranta L, Leung DYM, Marsman DS. Inhibition of Toxic Shock Syndrome-Associated Staphylococcus aureus by Probiotic Lactobacilli. Microbiol. Spectr. 2023 Aug 17; 11 (4): e0173523. DOI: 10.1128/spectrum.01735-23
6. De Alberti D, Russo R, Terruzzi F, Nobile V, Ouwehand AC. Lactobacilli vaginal colonisation after oral consumption of Respecta® complex: a randomised controlled pilot study. Arch. Gynecol. Obstet. 2015 Oct; 292 (4): 861-7. DOI: 10.1007/s00404-015-3711-4
7. Russo R, Edu A, De Seta F. Study on the effects of an oral lactobacilli and lactoferrin complex in women with intermediate vaginal microbiota. Arch. Gynecol. Obstet. 2018 Jul; 298 (1): 139-145. DOI: 10.1007/s00404-018-4771-z
8. Russo R, Karadja E, De Seta F. Evidence-based mixture containing Lactobacillus strains and lactoferrin to prevent recurrent bacterial vaginosis: a double blind, placebo controlled, randomised clinical trial. Benef. Microbes. 2019 Feb 8; 10 (1): 19-26. DOI: 10.3920/BM2018.0075
9. Russo R, Superfi F, Karadja E, De Seta F. Randomised clinical trial in women with Recurrent Vulvovaginal Candidiasis: Efficacy of probiotics and lactoferrin as maintenance treatment. Mycoses. 2019 Apr; 62 (4): 328-335. DOI: 10.1111/myc.12883
10. Del Popolo G, Nelli F. Recurrent bacterial symptomatic cystitis: A pilot study on a new natural option for treatment. Arch. Ital. Urol. Androl. 2018 Jun 30; 90 (2): 101-103.
11. Luo, X.Y., Lun, Y.Z., Gao, W., Hu, H.B., Wang, Q., Liu, Y., Yin, J.S. & Jiang, S. J. Effects of spent culture supernatant of Lactobacillus acidophilus on intestinal flora in mice with antibiotic-associated diarrhoea. Shijie Huaren Xiaohua Zazhi. 2006; 14 (19): 1870-1873. DOI: 10.11569/wcj.v14.i19.1870
12. Guo Q, Goldenberg JZ, Humphrey C, El Dib R, Johnston BC. Probiotics for the prevention of pediatric antibiotic-associated diarrhea. Cochrane Database Syst Rev. 2019 Apr 30; 4 (4): CD004827. DOI: 10.1002/14651858.CD004827.pub5
13. Elawadli I, Brisbin JT, Mallard BA, Griffiths MW, Corredig M, Sharif S. Differential effects of lactobacilli on activation and maturation of mouse dendritic cells. Benef. Microbes. 2014 Sep; 5 (3): 323-34. DOI: 10.3920/BM2013.0066
14. Paineau D, Carcano D, Leyer G, Darquy S, Alyanakian MA, Simoneau G, Bergmann JF, Brassart D, Bornet F, Ouwehand AC. Effects of seven potential probiotic strains on specific immune responses in healthy adults: a double-blind, randomized, controlled trial. FEMS Immunol. Med. Microbiol. 2008 Jun; 53 (1): 107-13. DOI: 10.1111/j.1574-695X.2008.00413.x
15. Galdeano CM, Perdigon G. Role of viability of probiotic strains in their persistence in the gut and in mucosal immune stimulation. J. Appl. Microbiol. 2004; 97 (4): 673-81. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2004.02353.x

16. Paineau D, Carcano D, Leyer G, Darquy S, Alyanakian MA, Simoneau G, Bergmann JF, Brassart D, Bornet F, Ouwehand AC. Effects of seven potential probiotic strains on specific immune responses in healthy adults: a double-blind, randomized, controlled trial. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 2008 Jun; 53 (1): 107–13. DOI: 10.1111/j.1574-695X.2008.00413.x
17. Forssten S, Ouwehand AC. Dose-Response Recovery of Probiotic Strains in Simulated Gastro-Intestinal Passage. *Microorganisms.* 2020 Jan 13; 8 (1): 112. DOI: 10.3390/microorganisms8010112
18. Hong Chau TT, Minh Chau NN, Hoang Le NT, Chung The H, Voong Vinh P, Nguyen To NT, Ngoc NM, Tuan HM, Chau Ngoc TL, Kolader ME, Farrar JJ, Wolbers M, Thwaites GE, Baker S; Oxford-Vietnam Probiotics Study Group. A Double-blind, Randomized, Placebo-controlled Trial of *Lactobacillus acidophilus* for the Treatment of Acute Watery Diarrhea in Vietnamese Children. *Pediatr. Infect. Dis. J.* 2018 Jan; 37 (1): 35–42. DOI: 10.1097/INF.0000000000001712
19. Todorov SD, Furtado DN, Saad SM, Gombossy de Melo Franco BD. Bacteriocin production and resistance to drugs are advantageous features for *Lactobacillus acidophilus* La-14, a potential probiotic strain. *New Microbiol.* 2011 Oct; 34 (4): 357–70. Epub 2011 Oct 31. PMID: 22143809
20. Лазебник Л. Б., Голованова Е. В., Туркина С. В., Райхельсон К. Л., Окочевитый С. В., Драпкина О. М., Маев И. В., Мартынов А. И., Ройтберг Г. Е., Хлынова О. В., Абдулганиева Д. И., Алексеенко С. А., Ардатская М. Д., Бакулин И. Г., Бакулина Н. В., Буеверов А. О., Виницкая Е. В., Вольтнец Г. В., Еремينا Е. Ю., Гриневич В. Б., Козюлин А. Н., Кашкина Е. И., Козлова И. В., Конев Ю. В., Корочанская Н. В., Кравчук Ю. А., Ли Е. Д., Лоранская И. Д., Махов В. М., Мехтиев С. Н., Новикова В. П., Остроумова О. Д., Павлов Ч. С., Радченко В. Г., Самсонов А. А., Сарсенбаева А. С., Сайфутдинов Р. Г., Селиверстов П. В., Ситкин С. И., Стефанюк О. В., Тарасова Л. В., Ткаченко Е. И., Успенский Ю. П., Фоминых Ю. А., Хавкин А. И., Цыганова Ю. В., Шархун О. О. Неалкогольная жировая болезнь печени у взрослых: клиника, диагностика, лечение. Рекомендации для терапевтов, третья версия. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2021; 185 (1): 4–52. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-185-1-4-52.
- Lazebnik L. B., Golovanova E. V., Turkina S. V., Raikhelson K. L., Okovityy S. V., Drapkina O. M., Maev I. V., Martynov A. I., Roitberg G. E., Khlynova O. V., Abduganieva D. I., Alekseenko S. A., Ardatkaya M. D., Bakulin I. G., Bakulina N. V., Bueverov A. O., Vinitskaya E. V., Volynets G. V., Eremina E. Yu., Grinevich V. B., Dolgushina A. I., Kazyulin A. N., Kashkina E. I., Kozlova I. V., Konev Yu. V., Korchanskaya N. V., Kravchuk Yu. A., Li E. D., Loranskaya I. D., Makhov V. M., Mekhtiev S. N., Novikova V. P., Ostroumova O. D., Pavlov Ch. S., Radchenko V. G., Samsonov A. A., Sarsenbaeva A. S., Sayfudinov R. G., Seliverstov P. V., Sitkin S. I., Stefanuk O. V., Tarasova L. V., Tkachenko E. I., Uspensky Yu. P., Fominykh Yu. A., Khavkin A. I., Tsyganova Yu. V., Sharhun O. O. Non-alcoholic fatty liver disease in adults: clinic, diagnostics, treatment. Guidelines for therapists, third version. *Experimental and Clinical Gastroenterology.* 2021; 1 (1): 4–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-185-1-4-52>
21. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines 'Probiotics and Prebiotics'. 2017 Feb. Available at: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-english-2017.pdf>
22. Perna S, Ilyas Z, Giacosa A, Gasparri C, Peroni G, Faliva MA, Rigon C, Naso M, Riva A, Petrangolini G, A Redha A, Rondanelli M. Is Probiotic Supplementation Useful for the Management of Body Weight and Other Anthropometric Measures in Adults Affected by Overweight and Obesity with Metabolic Related Diseases? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2021 Feb 19; 13 (2): 666. DOI: 10.3390/nu13020666
23. Никитина Е. А., Орлова С. В., Орлова А. А. Пробиотики: настоящее и будущее. Медицинский алфавит. 2021; 21: 101–114. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-21-101-114>.
- Nikitina E. A., Orlova S. V., Orlova A. A. Probiotics: present and future. *Medical alphabet.* 2021; 21: 101–114. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-21-101-114>.
24. Bendazzoli C, Turrioni S, Gotti R, Olmo S, Brigid P, Cavrini V. Determination of oxalyl-coenzyme A decarboxylase activity in *Oxalobacter formigenes* and *Lactobacillus acidophilus* by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2007 Jul 1; 854 (1–2): 350–6. DOI: 10.1016/j.jchromb.2007.04.027
25. Turrioni S, Vitali B, Bendazzoli C, Candela M, Gotti R, Federici F, Pirovano F, Brigid P. Oxalate consumption by lactobacilli: evaluation of oxalyl-CoA decarboxylase and formyl-CoA transferase activity in *Lactobacillus acidophilus*. *J. Appl. Microbiol.* 2007 Nov; 103 (5): 1600–9. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2007.03388.x

Статья поступила / Received 09.11.23
Получена после рецензирования / Revised 14.11.23
Принята в печать / Accepted 15.11.23

Сведения об авторах

Орлова Светлана Владимировна, д.м.н., проф., зав. кафедрой диетологии и клинической нутрициологии¹, главный научный сотрудник². E-mail: orlova-sv@rudn.ru. ORCID: 0000-0002-4689-359

Никитина Елена Александровна, к.м.н., доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии¹, научный сотрудник². E-mail: nikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3220-0333

Попадюк Валентин Иванович, д.м.н., профессор, декан факультета ФНМО, зав. кафедрой оториноларингологии Медицинского института¹. E-mail: lorval04@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3309-4683.

Кириченко Ирина Михайловна, д.м.н., профессор кафедры оториноларингологии Медицинского института¹, главный оториноларинголог³. E-mail: loririna@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-6966-8656.

Кузнецова Надежда Владимировна, аспирант кафедры оториноларингологии Медицинского института¹. E-mail: 1142230493@rudn.ru. ORCID: 0009-0007-5460-5178

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия
² ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия
³ Международный медицинский центр «Он Клиник», Москва, Россия

Автор для переписки: Орлова Светлана Владимировна. E-mail: rudn_nutr@mail.ru

About authors

Orlova Svetlana V., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Dietetics and Clinical Nutritionology¹, Chief Researcher². E-mail: rudn_nutr@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4689-3591

Nikitina Elena A., PhD Med, assistant professor of Dept of Dietetics and Clinical Nutritionology¹, Researcher². E-mail: ikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3220-0333

Popadyuk Valentin I., DM Sci (habil.), professor, dean of FNMO Faculty, Head of the Department of Otorhinolaryngology of the Medical Institute¹. E-mail: lorval04@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3309-4683.

Kirichenko Irina M., DM Sci (habil.), professor of the Dept of Otorhinolaryngology of the Medical Institute¹, head of the Dept of Otorhinolaryngology³. E-mail: loririna@yandex.ru ORCID: 0000-0001-6966-8656.

Kuznetsova Nadezhda V., postgraduate student of the Dept of Otorhinolaryngology of the Medical Institute¹. E-mail: 1142230493@rudn.ru. ORCID: 0009-0007-5460-5178

¹ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
² Scientific and Practical Center for Pediatric Psychoneurology of the Moscow Department of Health, Moscow, Russia
³ International Medical Center On Clinics, Moscow, Russia

Corresponding author: Orlova Svetlana V. E-mail: rudn_nutr@mail.ru

Для цитирования: Орлова С. В., Никитина Е. А., Попадюк В. И., Кириченко И. М., Кузнецова Н. В. Антибактериальные, пробиотические и иммуномодулирующие свойства *L. acidophilus* La-14. Медицинский алфавит. 2023; (29): 62–66. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-29-62-66>.

For citation: Orlova S. V., Nikitina E. A., Popadyuk V. I., Kirichenko I. M., Kuznetsova N. V. Antibacterial, probiotic and immunomodulatory properties of *L. acidophilus* La-14. *Medical alphabet.* 2023; (29): 62–66. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-29-62-66>.



Информация о компании Nature's Bounty

Nature's Bounty – профессиональный бренд, производящий нутриенты высокого качества на протяжении более 50 лет.

Продукты Nature's Bounty – это оптимально сбалансированные формулы, новейшие технологии производства и натуральные ингредиенты.

Производственные мощности Nature's Bounty соответствуют международным стандартам GMP.

Продукция представлена в аптеках.

Официальный сайт компании www.naturesbounty.ru