

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы Food ingredients, raw materials and materials

Научная статья

УДК 613.2

DOI: 10.14529/food240401

ИННОВАЦИОННАЯ BIOTEХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГИДРОЛИЗОВАННОЙ БИОМАССЫ – ПЕПТИДНОГО УЛЬТРАЛИЗАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЛЕКТИВНЫХ БАКТЕРИЙ

А.А. Вековцев¹,

В.М. Позняковский^{2,3}, pvm1947@bk.ru

А.С. Тубольцева², tub_anna7@mail.ru

¹ Компания «Арт Лайф», Томск, Россия

² Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, Кемерово, Россия

³ Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Рассматриваются биотехнологические аспекты производства гидролизованных биомасс пептидных ультрализатов с использованием селективных бактерий: *Bifidobacterium adolescentis*; *Bifidobacterium longum*; *Bifidobacterium breve*; *Bifidobacterium bifidum*; *Bifidobacterium animalis*; *Lactobacillus plantarum*; *Lactobacillus salivarius*; *Lactobacillus rhamnosus*; *Lactobacillus casei*; *Lactobacillus helveticus*; *Lactococcus lactis*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis*; *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*; *Streptococcus thermophiles*; *Propionibacterium freudenreichii*; *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum*. Бактериальные культуры получены в лиофилизированном виде из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов. Биотехнология включает: первичную генерацию бактерий с культивированием микроорганизмов в термостате; приготовление инокулята с добавлением первой генерации; приготовление бактериальной биомассы, хранение которой должно быть не более 7 суток при 4–10 °С, количество бактерий должно находиться на уровне не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл; приготовление жидкого лизата в реакторе с внесением фермента и отделением биомассы, продукт должен храниться не более 4 суток при температуре 4 °С. После добавления защитной среды в биомассу бактерий продукт направляют на распылительную сушку с регулируемыми температурными параметрами. Готовый продукт фасуется в пакеты из алюминиевой фольги и полиэтилена, хранится (сухая форма) в течение 3 лет при 25 °С и влажности не более 60 %. «Ультрализат пептидный» состоит из продуктов физико-ферментативного расщепления пробиотических клеток, является метабиотиком, может использоваться в производстве пищевой, косметической продукции, а также в технологиях с агрессивными технологическими режимами обработки.

Ключевые слова: биотехнология, биомассы микроорганизмов гидролизованные, ультрализат пептидный, параметры производства, показатели качества и безопасности

Для цитирования: Вековцев А.А., Позняковский В.М., Тубольцева А.С. Инновационная биотехнология приготовления гидролизованной биомассы – пептидного ультрализата с использованием селективных бактерий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2024. Т. 12, № 4. С. 5–12. DOI: 10.14529/food240401

Original article
DOI: 10.14529/food240401

INNOVATIVE BIOTECHNOLOGY OF HYDROLYZED BIOMASS – PEPTIDE ULTRALYSATE USING SELECTIVE BACTERIA

A.A. Vekovtsev¹,
V.M. Poznyakovsky^{2,3}, pvm1947@bk.ru
A.S. Tuboltseva², tub_anna7@mail.ru

¹ Art Life Company, Tomsk, Russia

² Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Kemerovo, Russia

³ Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

Abstract. The biotechnological aspects of the production of hydrolyzed biomass of Peptide ultralysates using selective bacteria are considered: *Bifidobacterium adolescentis*; *Bifidobacterium longum*; *Bifidobacterium breve*; *Bifidobacterium bifidum*; *Bifidobacterium animalis*; *Lactobacillus plantarum*; *Lactobacillus salivarius*; *Lactobacillus rhamnosus*; *Lactobacillus casei*; *Lactobacillus helveticus*; *Lactococcus lactis*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis*; *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*; *Streptococcus thermophiles*; *Propionibacterium freudenreichii*; *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum*. Bacterial cultures were obtained in lyophilized form from the All-Russian collection of Industrial microorganisms. Biotechnology includes: primary generation of bacteria with cultivation of microorganisms in a thermostat; preparation of inoculate, with the addition of the first generation; preparation of bacterial biomass, which should be stored for no more than 7 days at 4–10 °C, the number of bacteria should be at least $1 \cdot 10^9$ CFU/ml; preparation of liquid lysate in a reactor with the addition of an enzyme and separation of biomass, the product should be stored for no more than 4 days at a temperature of 4 °C. After adding a protective medium to the bacterial biomass, the product is sent to spray drying with controlled temperature parameters. The finished product is packed in bags made of aluminum foil and polyethylene, stored (dry form) for 3 years at 25 °C and humidity no more than 60 %. “Peptide ultralysate” consists of products of the physico-enzymatic cleavage of probiotic cells, is a metabiotic, can be used in the production of food, cosmetic products, as well as in technologies with aggressive processing modes.

Keywords: biotechnology, hydrolyzed microbial biomass, peptide ultralysate, production parameters, quality and safety indicators

For citation: Vekovtsev A.A., Poznyakovsky V.M., Tuboltseva A.S. Innovative biotechnology of hydrolyzed biomass – peptide ultralysate using selective bacteria. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2024, vol. 12, no. 4, pp. 5–12. (In Russ.) DOI: 10.14529/food240401

Введение

В настоящее время в пищевых системах нового поколения активно развивается биотехнологический вектор, который реализуется путем создания специализированных продуктов, в том числе БАД, с использованием микроорганизмов и их метаболитов [1–3]. Разрабатываются высокоэффективные здоровьесберегающие биотехнологии с применением грибных культур, селективных биомасс микроорганизмов, их метаболитов и пептидных фильтратов. Результаты этой работы находят применение в формировании и поддержании

микробиоты у беременных женщин и детей, пожилых людей, для профилактики и комплексного лечения инсулинрезистентности, коррекции массы тела и ожирения, других распространенных заболеваний. Приоритетным направлением является комплексный подход к управлению здоровьем (биохакинг) путем нормализации обменных процессов и внутриклеточного обновления [4].

В биотехнологии широко используются различного рода бактерии, определяющие индивидуальные свойства ультрализатов [5–17].

Цель, объекты и методы исследований

Цель настоящей работы – разработать биотехнологию приготовления гидролизованной биомассы – пептидного ультрализата с использованием селективных бактерий.

В качестве объектов исследования использованы гидролизованные биомассы – пептидные ультрализаты на основе различных бактерий: *Bifidobacterium adolescentis*; *Bifidobacterium longum*; *Bifidobacterium breve*; *Bifidobacterium bifidum*; *Bifidobacterium animalis*; *Lactobacillus plantarum*; *Lactobacillus salivarius*; *Lactobacillus rhamnosus*; *Lactobacillus casei*; *Lactobacillus helveticus*; *Lactococcus lactis*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis*; *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*; *Streptococcus thermophiles*; *Propionibacterium freudenreichii*; *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum*. Чистые бактериальные культуры получены из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов в лиофилизованном виде.

Использовались стандартные и специальные методы исследования. Содержание аминного азота определяли титрованием раствором гидроксида натрия концентрации с (1 NaOH) = 0,1 моль/дм³ до pH 8,5. Сущность метода состоит в связывании аминокислот формальдегидом с последующим титрованием диссоциированной карбоксильной группы раствором щелочи.

Массу аминного азота в жидком ультрализате (X_1) в мг/см³ вычисляют по формуле:

$$X_1 = V_2 \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 1000 \cdot \rho / V_3,$$

где V_2 – объем раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование испытуемой пробы, см³; K – поправочный коэффициент к титру раствора гидроксида натрия концентрации с (1 NaOH) = 0,1 моль/дм³; V_3 – объем гидролизата, используемый для анализа, см³; 1000 – коэффициент пересчета в мг/см³; 0,0014 – количество азота, соответствующее 1 см³ раствора гидроксида натрия концентрации 0,1 моль/дм³, г; ρ – плотность исследуемого раствора.

Массу аминного азота в сухом ультрализате (X_2) в мг/см³ вычисляют по формуле:

$$X_2 = V_1 \cdot V_2 \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 1000 \cdot \rho / V_3 \cdot m,$$

где V_1 – объем воды, взятой для растворения образца; V_2 – объем раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование испытуемой пробы, см³; K – поправочный коэффициент к титру раствора гидроксида натрия концентрации с (1 NaOH) = 0,1 моль/дм³;

V_3 – объем растворенного гидролизата, используемый для анализа, см³; 1000 – коэффициент пересчета в мг/см³; 0,0014 – количество азота, соответствующее 1 см³ раствора гидроксида натрия концентрации 0,1 моль/дм³, г; ρ – плотность исследуемого раствора; m – масса навески сухого ультрализата.

Микробиологические показатели (КМА-ФаМ, КОЕ/см³, плесени, КОЕ/г, дрожжи, КОЕ/г, патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, БГКП – колиформы) и токсические элементы: свинец, мышьяк, кадмий и ртуть определяли согласно требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»

Результаты и их обсуждение

Разработана биотехнология гидролизованных биомасс «Ультрализатов пептидных» с использованием различного рода бактерий. Представляют смесь биологически активных веществ – продуктов метаболизма бактериальных микроорганизмов, компонентов фрагментов клеточных стенок бактерий и их внутриклеточного содержимого.

Инновационность технологии заключается в первичной генерации чистых культур микроорганизмов с последующим приготовлением бактериальной биомассы при заданных условиях, что обеспечивает высокую стабильность и функциональную активность ультрализатов.

Биотехнологический процесс производства включает следующие основные стадии:

– *Приготовление первой генерации бактерий.* В работе использованы чистые бактериальные культуры, полученные из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов в лиофилизованном виде: ампулы вскрываются в стерильных условиях, добавляется питательная среда, предварительно стерилизованная в автоклаве при установленных температурных и временных режимах. Культивирование микроорганизмов проводят в термостате. Качество первой генерации бактерий определяют путем высева среды, их количество должно составлять не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

– *Приготовление инокулята бактерий.* Готовится среда с установленным составом, которая стерилизуется в автоклаве при заданных режимах. В подготовленную таким образом среду добавляют первую генерацию микроорганизмов, которые культивируют в термостате без перемешивания. Контроль качества инокулята осуществляют путем высева

бактерий на специальные среды. Численность бактерий должна составлять не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

– *Приготовление жидкой бактериальной биомассы.* Ингредиенты питательной среды помещают в бак с очищенной водой, включают мешалку и пастеризуют при заданных режимах. Охлаждают путем подачи в рубашку бака холодной воды. Проводят засев пастеризованной питательной среды при соблюдении условий чистоты и стерильности.

После культивирования жидкой биомассы ее сливают, фильтруют в продезинфицированные емкости, взвешивают, маркируют и хранят в холодильнике не более 7 суток при 4–10 °С, количество бактерий должно находиться на уровне не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

– *Приготовление жидкого лизата.* Биомассу бактерий загружают в реактор, вносят фермент и перемешивают в течение 3 часов при заданной температуре. Полученную массу отделяют центрифугированием, надосадочную жидкость отфильтровывают и направляют на холодную стерилизацию. Приготовленный лизат анализируют на соответствие требованиям технической документации, хранят не более 4 суток при температуре 4 °С.

– *Внесение защитной среды.* Охлажденную биомассу загружают в реактор и добавляют защитную среду. Полученный полупродукт должен быть однородным без сгустков, комочков и направляется на распылительную сушку.

– *Сушка.* Проводится на распылительной установке. Сушительная камера предварительно прогревается, включается подача воздуха на форсунку, запускается насос, параметры указанных процессов регулируются, исходя из вязкости раствора. Подача раствора с форсунки осуществляется мелкими каплями равномерно и регулируется вручную.

Температура сушки контролируется ежедневно и заносится в маршрутно-сопроводительную документацию.

– *Фасовка и упаковка.* Готовый продукт фасуется и упаковывается в разрешенную тару – пакеты из алюминиевой фольги и полиэтилена. Отбираются арбитражные образцы в аккредитованную лабораторию для определения соответствия предъявляемым требованиям.

Сухие ультрализаты хранятся до темпера-

туры 25 °С при влажности не более 60 % в течение 3 лет.

В табл. 1, 2 представлены рецептуры пептидных ультрализатов в жидкой и сухой формах.

В табл. 3 даны регламентируемые характеристики разработанной продукции по органолептическим и физико-химическим показателям.

Проведены санитарно-гигиенические и санитарно-токсикологические исследования ультрализатов в процессе производства и хранения согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Каких-либо изменений по микробиологическим и токсикологическим показателям не выявлено, что позволило установить сроки хранения для жидких форм – 2 месяца, для сухих – 1 год при указанных выше условиях.

Преимуществом пептидных ультрализатов является удобство применения, транспортировки, длительный срок хранения.

Разработанная продукция используется в качестве сырья в пищевой промышленности, в том числе при производстве БАД и специализированных продуктов диетического, лечебного и диетического профилактического питания, а также для питания детей, спортсменов, беременных и кормящих женщин. В качестве примера можно привести специализированные продукты с сахарозаменителями для диабетического питания [18–21]. Производится на предприятиях биотехнологического кластера компании «Арт Лайф» (г. Томск) при соблюдении требований международных стандартов ИСО 9001, 22000 и GMP, гарантирующих качественные характеристики и безопасность.

Выводы

1. Биотехнология приготовления пептидного ультрализата с использованием селективных бактерий позиционируется как инновационная с проведением первичной генерации чистых культур микроорганизмов и последующим формированием бактериальной биомассы при заданных условиях, обеспечивающих их высокую стабильность и функциональную активность.

2. Разработанная продукция может найти применение в пищевой промышленности, косметической продукции, в технологиях с агрессивными условиями производства.

Таблица 1
Биомассы гидролизованные «Ультрализаты пептидные» жидкие формы

№ п/п	Наименование	Содержание в 1000 г продукта, г	Содержание в 50 кг продукта, кг
1	Биомассы бактерий селективные жидкие серии «Панбиом» с различного рода бактериями: <i>Bifidobacterium adolescentis</i> (BB-Ad); <i>Bifidobacterium longum</i> (BB-Ln); <i>Bifidobacterium breve</i> (BB-Br); <i>Bifidobacterium bifidum</i> (BB-Bf); <i>Bifidobacterium animalis</i> (BB-An); <i>Lactobacillus plantarum</i> (LB-Pl); <i>Lactobacillus salivarius</i> (LB-Sl); <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (LB-Rm); <i>Lactobacillus casei</i> (LB-Cs); <i>Lactobacillus helveticus</i> (LB-Hl); <i>Lactococcus lactis</i> (LC-Lc); <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis</i> (LB-Lc); <i>Lactobacillus acidophilus</i> (LB-Ac); <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i> (LB-Bg); <i>Streptococcus thermophiles</i> (ST-Tr); <i>Propionibacterium freudenreichii</i> (PR-Frd); <i>Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum</i> (LU-Ms)	999	49,95
2	Сорбат калия	1	0,05
3	Протеолитический фермент	0,001	0,00005
Итого		1000,00	50,00

Таблица 2
Биомасса гидролизованная «Ультрализат пептидный» сухая

№ п/п	Наименование	Содержание в 1000 г продукта, г	Содержание в 50 кг продукта, кг
1	Биомассы бактерий селективные жидкие серии «Панбиом» с различного рода бактериями: <i>Bifidobacterium adolescentis</i> (BB-Ad); <i>Bifidobacterium longum</i> (BB-Ln); <i>Bifidobacterium breve</i> (BB-Br); <i>Bifidobacterium bifidum</i> (BB-Bf); <i>Bifidobacterium animalis</i> (BB-An); <i>Lactobacillus plantarum</i> (LB-Pl); <i>Lactobacillus salivarius</i> (LB-Sl); <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (LB-Rm); <i>Lactobacillus casei</i> (LB-Cs); <i>Lactobacillus helveticus</i> (LB-Hl); <i>Lactococcus lactis</i> (LC-Lc); <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis</i> (LB-Lc); <i>Lactobacillus acidophilus</i> (LB-Ac); <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i> (LB-Bg); <i>Streptococcus thermophiles</i> (ST-Tr); <i>Propionibacterium freudenreichii</i> (PR-Frd); <i>Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum</i> (LU-Ms).	999	49,95
2	Протеолитический фермент	0,001	0,00005
3	Мальтодекстрин	100	5
Итого		1099,001	54,95
	До сушки	1099,001	54,95
	После сушки	100	5

Органолептические и физико-химические характеристики пептидных ультрализатов

Наименование показателя	Содержание характеристики	
	сухие	жидкие
Внешний вид	Однородный, мелкодисперсный порошок	Жидкость, допускается осадок
Цвет	От белого до коричневого	От белого до коричневого
Вкус и запах	Специфический, с горьким или кислым привкусом	Специфический, с горьким или кислым привкусом
Влажность	Не более 5 %	–
Аминный азот	Не менее 0,5 мг/мл	Не менее 0,5 мг/мл

Список литературы

1. Современные представления о микробиоме и его роли в регуляции обменных процессов, сохранении здоровья и работоспособности / Д.Б. Никитюк, В.М. Позняковский, Е.М. Серба и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 2. С. 59–72. DOI: 10.14529/food220207
2. Вековцев А.А., Куркина Ю.Ю., Позняковский В.М. Инновационная биотехнология сырьевых ингредиентов и биоинженеринг продуктов с направленными функциональными свойствами // Коллективная монография «Инновационные технологии и биотехнологии в агропромышленной сфере и нутрициологии». СПб.: Лань, 2024. С. 61–70.
3. Захаренко М.А., Вековцев А.А. Биотехнологический вектор в пищевых системах нового поколения // Коллективная монография «Инновационные технологии и биотехнологии в агропромышленной сфере и нутрициологии». СПб.: Лань, 2024. С. 160–174.
4. Вековцев А.А., Серба Е.М., Бямбаа Б., Позняковский В.М. Микробиом и биохакинг: парадигма управления здоровьем // Индустрия питания. 2021. Т. 6, № 2. С. 16–22.
5. Kim J.Y. et al. Screening for antiproliferative effects of cellular components from lactic acid bacteria against human cancer cell lines // *Biotechnol. Lett.* 2002. Vol. 24, № 17. P. 1431–1436.
6. Pyclik M. et al. Bifidobacteria cell wall-derived exo-polysaccharides, lipoteichoic acids, peptidoglycans, polar lipids and proteins – their chemical structure and biological attributes // *Int. J. Biol. Macromol. Elsevier B.V.*, 2020. Vol. 147. P. 333–349.
7. Hoarau C. et al. Supernatant of *Bifidobacterium breve* induces dendritic cell maturation, activation, and survival through a Toll-like receptor 2 pathway // *J. Allergy Clin. Immunol.* 2006. Vol. 117, № 3. P. 696–702.
8. Jung S. et al. Lipoteichoic acids of lactobacilli inhibit *Enterococcus faecalis* biofilm formation and disrupt the preformed biofilm // *J. Microbiol.* 2019. Vol. 57, № 4. P. 310–315.
9. Tomkovich S., Jobin C. Microbiota and host immune responses: A love-hate relationship // *Immunology.* 2016. Vol. 147, № 1. P. 1–10.
10. Sañudo A.I. et al. In vitro and in vivo anti-microbial activity evaluation of inactivated cells of *Lactobacillus salivarius* CECT 5713 against *Streptococcus mutans* // *Arch. Oral Biol. Elsevier*, 2017. Vol. 84, № September. P. 58–63.
11. Wan Mohd Kamaluddin W.N.F. et al. Probiotic inhibits oral carcinogenesis: A systematic review and meta-analysis // *Arch. Oral Biol.* 2020. Vol. 118, № August.
12. Lee H.Y. et al. Human originated bacteria, *Lactobacillus rhamnosus* PL60, produce conjugated linoleic acid and show anti-obesity effects in diet-induced obese mice // *Biochim. Biophys. Acta – Mol. Cell Biol. Lipids.* 2006. Vol. 1761, № 7. P. 736–744.
13. Chorawala M.R. et al. Cell Wall Contents of Probiotics (*Lactobacillus* species) Protect Against Lipopolysaccharide (LPS)-Induced Murine Colitis by Limiting Immuno-inflammation and Oxidative Stress // *Probiotics Antimicrob. Proteins.* 2021.
14. Guéniche A. et al. *Bifidobacterium longum* lysate, a new ingredient for reactive skin // *Exp. Dermatol.* 2009. Vol. 19, № 8. P. e1–e8

15. Yun B. et al. Beneficial effect of *Bifidobacterium longum* ATCC 15707 on survival rate of *Clostridium difficile* infection in mice // *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 2017. Vol. 37, № 3. P. 368–375.
16. Li-sheng W. et al. The apoptosis of experimental colorectal carcinoma cells induced by peptidoglycan of bifidobacterium and the expression of apoptotic regulating genes // *Chinese J. Cancer Res.* 1999. Vol. 11, № 3. P. 184–187.
17. Jan G. et al. Propionibacteria induce apoptosis of colorectal carcinoma cells via short-chain fatty acids acting on mitochondria // *Cell Death Differ.* 2002. Vol. 9, № 2. P. 179–188.
18. Савенкова, Т.В., Святославова И.М. Ингредиенты в технологиях кондитерских изделий // *Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания: под. ред. В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева.* М.: ДеЛи плюс, 2014. С. 297–316.
19. Савенкова Т.В., Рензьева Т.В. Сахарозаменители растительного происхождения в производстве диабетических кондитерских изделий // *Коллективная монография «Актуальные проблемы хранения и переработки сельскохозяйственного сырья».* СПб.: Лань, 2020. С. 134–157.
20. Тутельян В.А., Шарафетдинов Х.Х., Лапик И.А. и др. Приоритеты в разработке специализированных пищевых продуктов оптимизированного состава для больных сахарным диабетом 2 типа // *Вопросы питания.* 2014. № 6(83). С. 41–51.
21. Австриевских А.Н., Вековцев А.А., Челнакова Н.Г., Позняковский В.М. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения: монография / под. общ. ред. проф. В.М. Позняковского. М.: ИНФРА-М, 2022. 414 с.

References

1. Nikityuk D.B., Poznyakovsky V.M., Serba E.M., Avstrieviskikh A.N., Potoroko I.Yu. Modern concepts of the microbiome and its role in metabolic process regulation, health preservation, and performance. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022, vol. 10, no. 2, pp. 59–72. (In Russ.) DOI: 10.14529/food220207
2. Vekovcev A.A., Kurkina Yu.Yu., Poznyakovskij V.M. Innovative biotechnology of raw ingredients and bioengineering of products with targeted functional properties. *Kollektivnaya monografiya «Innovacionny'e texnologii i biotexnologii v agropromy'shlennoj sfere i nutriciologii»* [The collective monograph "Innovative technologies and biotechnologies in the agroindustrial sphere and nutritionology"]. St. Petersburg, 2024. pp. 61–70. (In Russ.)
3. Zaharenko M.A., Vekovcev A.A. Biotechnological vector in new generation food systems. *Kollektivnaya monografiya «Innovacionny'e texnologii i biotexnologii v agropromy'shlennoj sfere i nutriciologii»* [The collective monograph "Innovative technologies and biotechnologies in the agroindustrial sphere and nutritionology"]. St. Petersburg, 2024. pp. 160–174. (In Russ.)
4. Vekovcev A.A., Serba E.M., Byambaa B., Poznyakovskij V.M. Mikrobiom i bioaking: paradigma upravleniya zdorov'em. *Industriya pitaniya* [Food industry], 2022, vol. 10, no. 2, pp. 59–72. (In Russ.)
5. Kim J.Y. et al. Screening for antiproliferative effects of cellular components from lactic acid bacteria against human cancer cell lines. *Biotechnol. Lett.*, 2002, vol. 24, no. 17, pp. 1431–1436.
6. Pyclik M. et al. Bifidobacteria cell wall-derived exo-polysaccharides, lipoteichoic acids, peptidoglycans, polar lipids and proteins – their chemical structure and biological attributes. *Int. J. Biol. Macromol. Elsevier B.V.*, 2020, vol. 147. P. 333–349.
7. Hoarau C. et al. Supernatant of *Bifidobacterium breve* induces dendritic cell maturation, activation, and survival through a Toll-like receptor 2 pathway. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2006, vol. 117, no. 3, pp. 696–702.
8. Jung S. et al. Lipoteichoic acids of lactobacilli inhibit *Enterococcus faecalis* biofilm formation and disrupt the preformed biofilm. *J. Microbiol.*, 2019, vol. 57, no. 4, pp. 310–315.
9. Tomkovich S., Jobin C. Microbiota and host immune responses: A love-hate relationship. *Immunology*, 2016, vol. 147, no. 1, pp. 1–10.
10. Sañudo A.I. et al. In vitro and in vivo anti-microbial activity evaluation of inactivated cells of *Lactobacillus salivarius* CECT 5713 against *Streptococcus mutans* // *Arch. Oral Biol. Elsevier*, 2017, vol. 84, № September, pp. 58–63.
11. Wan Mohd Kamaluddin W.N.F. et al. Probiotic inhibits oral carcinogenesis: A systematic review and meta-analysis. *Arch. Oral Biol.*, 2020. vol. 118, № August.

12. Lee H.Y. et al. Human originated bacteria, *Lactobacillus rhamnosus* PL60, produce conjugated linoleic acid and show anti-obesity effects in diet-induced obese mice. *Biochim. Biophys. Acta – Mol. Cell Biol. Lipids*, 2006, vol. 1761, no. 7, pp. 736–744.
13. Chorawala M.R. et al. Cell Wall Contents of Probiotics (*Lactobacillus* species) Protect Against Lipopolysaccharide (LPS)-Induced Murine Colitis by Limiting Immuno-inflammation and Oxidative Stress. *Probiotics Antimicrob. Proteins*, 2021.
14. Guéniche A. et al. Bifidobacterium longum lysate, a new ingredient for reactive skin. *Exp. Dermatol*, 2009, vol. 19, no. 8, P. e1–e8.
15. Yun B. et al. Beneficial effect of Bifidobacterium longum ATCC 15707 on survival rate of Clostridium difficile infection in mice. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour*, 2017, vol. 37, no. 3, pp. 368–375.
16. Li-sheng W. et al. The apoptosis of experimental colorectal carcinoma cells induced by peptidoglycan of bifidobacterium and the expression of apoptotic regulating genes. *Chinese J. Cancer Res*, 1999, vol. 11, no. 3, pp. 184–187.
17. Jan G. et al. Propionibacteria induce apoptosis of colorectal carcinoma cells via short-chain fatty acids acting on mitochondria. *Cell Death Differ*, 2002, vol. 9, no. 2, pp. 179–188.
18. Savenkova T.V., Svyatoslavova I.M. Ingredients in confectionery technologies. *Pishhevye`e ingredienty` v sozdanii sovremenny`x produktov pitaniya* [Food ingredients in the creation of modern food products]. Moscow, 2014, pp. 297–316. (In Russ.)
19. Savenkova T.V., Renzyaeva T.V. Plant-based sweeteners in the production of diabetic confectionery. *Kollektivnaya monografiya «Aktual`ny`e problemy` xraneniya i pererabotki sel`skozh-yajstvennogo sy`r`ya»* [Collective monograph "Actual problems of storage and processing of agricultural raw materials"]. St. Petersburg, 2020, pp. 134–157. (In Russ.)
20. Tutel`yan V.A., Sharafetdinov X.X., Lapik I.A. et al. Priorities in the development of specialized food products of optimized composition for patients with type 2 diabetes mellitus. *Voprosy` pitaniya* [Nutrition issues], 2014, no.6(83), pp. 41–51. (In Russ.)
21. Avstrieviskix A.N., Vekovcev A.A., Chelnakova N.G., Poznyakovskij V.M. *Produkty` zdorovogo pitaniya: novy`e texnologii, obespechenie kachestva, e`ffektivnost` primeneniya* [Healthy food products: new technologies, quality assurance, effective use]. Moscow, 2022. 414 p.

Информация об авторах

Вековцев Андрей Алексеевич, кандидат технических наук, вице-президент компании «Арт Лайф» по науке и производству, Томск, Россия.

Позняковский Валерий Михайлович, заслуженный деятель науки РФ, доктор биологических наук, профессор кафедры «Гигиена», руководитель научно-образовательного центра «Прикладная биотехнология и нутрициология», Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, Кемерово; профессор кафедры «Технология питания», Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия; pvm1947@bk.ru

Тубольцева Анна Сергеевна, соискатель кафедры «Фармацевтическая и общая химия», Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, Кемерово, Россия; tub_anna7@mail.ru

Information about the authors

Andrey A. Vekovtsev, Candidate of Technical Sciences, Vice President of Art Life for Science and Production, Tomsk, Russia.

Valery M. Poznyakovsky, honored scientist of the Russian Federation, doctor of biological sciences, professor of the Department of Hygiene, head of the Scientific and Educational Center “Applied Biotechnology and Nutritionology”, Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kemerovo; Professor of the Department of Nutrition Technology, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia; pvm1947@bk.ru

Anna S. Tuboltseva, candidate of the Department of Pharmaceutical and General Chemistry, Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kemerovo, Russia; tub_anna7@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16.09.2024

The article was submitted 16.09.2024