

Биохимический и пищевой инжиниринг Biochemical and food engineering

Научная статья

УДК 575.1

DOI: 10.14529/food260205

ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ РАЦИОНОВ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С БИОСОДЕРЖАЩИМИ ДОБАВКАМИ

И.Е. Мухин, ivan.muxin-2015@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0005-5591-2124>

П.И. Токарев, tokarev.pi@rea.ru, <http://orcid.org/0009-0003-2380-4220>

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Аннотация. Здравоохранение и пищевая индустрия требуют точных методов оценки воздействия рационов детского питания на развитие и здоровье ребенка. Обосновывается целесообразность использования эпигенетических маркеров для оценки эффективности специализированных рационов с биосодержащими добавками. На основе теоретического анализа научной литературы рассмотрены ключевые механизмы эпигенетической регуляции: метилирование ДНК, модификации гистонов, регуляция экспрессии генов через некодирующие РНК, изменение структуры хроматина и импринтинг. В отличие от генетических изменений, эпигенетические сдвиги обратимы и поддаются коррекции через факторы среды, прежде всего питание. Прослежено становление научных представлений об эпигенетике, начиная с работ К. Уоддингтона; ключевым подтверждением роли нутриентов является эксперимент Р. Джиртла и Р. Уотерленда (Дюкский университет, 2003), в котором коррекция рациона мышшей фолиевой кислотой, витамином В12, холином и метионином привела к рождению здорового потомства при наличии гена ожирения. Рассмотрены данные о влиянии фолиевой кислоты, витаминов группы В и омега-3 жирных кислот на экспрессию генов, связанных с обменом веществ, иммунной системой и воспалительными процессами. Эпигенетические изменения отражают ранние адаптационные сдвиги на молекулярном уровне, тогда как клинико-биохимические показатели регистрируют более поздние стадии. Выделены 3 направления применения эпигенетических маркеров при оценке детских рационов: контроль активации генов роста и метаболизма, выявление рисков аллергии и сахарного диабета, индивидуальный подбор состава рациона с учетом эпигенетических особенностей ребенка. Эпигенетические маркеры могут выступать объективными индикаторами биологической активности и адаптационных процессов организма, связанных с питанием. Это создает основу для развития персонализированной диетологии и совершенствования рекомендаций по питанию детей раннего возраста.

Ключевые слова: эпигенетика; эпигенетические механизмы; эпигенетические маркеры; специализированные рационы; детское питание; биосодержащие добавки; метилирование ДНК; модификации гистонов; регуляция экспрессии генов; нутригеномика; персонализированная диетология; развитие ребенка

Для цитирования: Мухин И.Е., Токарев П.И. Эпигенетические маркеры в оценке эффективности специализированных рационов детского питания с биосодержащими добавками // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2026. Т. 14, № 2. С. 45–51. DOI: 10.14529/food260205

Original article
DOI: 10.14529/food260205

EPIGENETIC MARKERS IN EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF SPECIALIZED CHILDREN'S DIETS WITH BIOACTIVE SUPPLEMENTS

I.E. Mukhin, *ivan.muxin-2015@yandex.ru*, <http://orcid.org/0009-0005-5591-2124>

P.I. Tokarev, *tokarev.pi@rea.ru*, <http://orcid.org/0009-0003-2380-4220>

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Abstract. Healthcare and the food industry require precise methods to assess how specialized children's diets, particularly those with bioactive supplements, affect development and health. The aim is to substantiate the use of epigenetic markers in evaluating the efficacy of such diets. Theoretical analysis of the scientific literature covers the key mechanisms of epigenetic regulation: DNA methylation, histone modifications, gene expression control through non-coding RNAs, chromatin remodeling, and genomic imprinting. Unlike genetic alterations, epigenetic changes are reversible and respond to environmental factors, nutrition foremost among them. The trajectory of epigenetic research is traced from C. Waddington's foundational work; a key confirmation of the role of nutrients comes from the experiment by R. Jirtle and R. Waterland (Duke University, 2003), in which dietary supplementation with folic acid, vitamin B12, choline, and methionine produced healthy offspring in mice carrying the obesity gene. Evidence is reviewed on the influence of folic acid, B-group vitamins, and omega-3 fatty acids on the expression of genes related to metabolism, immunity, and inflammatory processes. Epigenetic changes capture early adaptive shifts at the molecular level, whereas clinical and biochemical indicators reflect later stages. Three directions for applying epigenetic markers in dietary assessment are identified: monitoring the activation of growth- and metabolism-related genes, detecting risks of allergies and diabetes mellitus, and tailoring dietary composition to the child's individual epigenetic profile. Epigenetic markers can serve as objective indicators of nutrition-related biological activity and adaptive processes. This provides a foundation for advancing personalized dietetics and improving nutritional recommendations for early childhood.

Keywords: epigenetics, epigenetic mechanisms, epigenetic markers, specialized diets, diets for children, bioactive supplements, DNA methylation, histone modifications, gene expression regulation, nutrigenomics, personalized dietetics, child development

For citation: Mukhin I.E., Tokarev P.I. Epigenetic markers in evaluating the effectiveness of specialized children's diets with bioactive supplements. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2026, vol. 14, no. 2, pp. 45–51. (In Russ.) DOI: 10.14529/food260205

Введение

Эпигенетика является одним из разделов биологии, который рассматривает изменения генной активности, не связанной с изменениями в ДНК. Изучаются механизмы, благодаря которым клетки, обладающие одинаковой ДНК, могут вести себя по-разному, активировать или наоборот, замедлять деятельность генов в зависимости от различных факторов. Ценность методов эпигенетики заключается в возможности исследовать, каким образом из одной генетической информации развивается множество различных типов клеток. Данные эпигенетики могут быть применены для дальнейших исследований в области

онкологии, наследственных заболеваний, или, к примеру, особенностей влияния окружающей среды на гены человека. А эпигенетический маркер будет являться особой модификацией или «меткой», указывающей на то, благодаря чему произошла активация или замедление в определенном участке ДНК или гене. Заметим, что именно благодаря эпигенетическим маркерам клетки адаптируются и «запоминают», какие именно гены необходимо использовать в зависимости от конкретного состояния или типа ткани. Следовательно, благодаря эпигенетическим маркерам работа генов регулируется без изменения последовательности ДНК.

Наиболее полное определение термина «эпигенетика» было дано К. Уодингтоном: «это ветвь биологии, изучающая причины взаимодействия между генами и их продуктами, образующими фенотип». Обратим внимание, что интерес к раннему развитию также встречается и в исследованиях древнегреческих мыслителей, Аристотель проводил эксперименты, разбивая куриные яйца и отслеживая процесс развития зародыша и этапы формирования его органов. Исследования продолжились в 60–70-х годах прошлого века, когда ученые начали активно изучать гены и пришли к выводу, что не все гены работают одинаково. Некоторые гены могут «включаться» или «выключаться» под влиянием определенных обстоятельств из внешней среды. Исследование 2003 года, проведенное Р. Джиртл и Р. Уотерлендом (Дюкский университет, США) показало, что при встраивании гена ожирения мышам, и в последующем обогащение их рациона фолиевой кислотой и витамином B12, а также холином и метионином, привело к тому, что мыши родили здоровое потомство. Также несколько следующих поколений рождались абсолютно здоровыми.

В отличие от генетических изменений, эпигенетические изменения могут быть обратимыми (например, стоит отметить при изменении режима питания и нагрузок может быть скорректирован врожденный метаболизм), меняться при жизни человека, влиять на его здоровье и развитие, в отличие от генетических изменений, которые передаются через поколения. Существенная разница между генетикой и эпигенетикой заключается в том, что генетика изучает наследственные гены, а эпигенетика – регуляцию работы этих генов. Генетика основана на последовательности ДНК, а эпигенетика – на химических метках («маркерах») и их модификациях [1].

Важным отличием от традиционных клинико-биохимических показателей является то, что показатели эпигенетических изменений могут иллюстрировать более ранние адаптационные сдвиги на молекулярном уровне, благодаря чему появляется возможность проследить направленность и устойчивость нутритивного развития. Эпигенетические процессы начинаются еще до рождения и продолжают на протяжении всей жизни человека. В пожилом возрасте именно эпигенетические механизмы могут оказывать более существенное влияние, нежели собственный

образ жизни человека [2]. Приведем другие примеры: хронический стресс вызывает изменения в метилировании определенных генов, связанных с развитием депрессии или тревожных расстройств (у матерей, подверженных стрессу во время беременности, у их детей обнаруживали повышенное метилирование гена NR3C1, регулирующего реакцию организма на стресс); модификации гистонов и метилирование участвуют в процессах долговременной памяти. Приведенные в качестве примеров исследования указывают на то, что эпигенетические механизмы реально воздействуют на здоровье, развитие и поведение человека [3].

Отметим, что эпигенетика является особо чувствительной к окружающей среде, например, необходимо указать, что к питанию, уровню стресса или физической активности [4]. Именно эпигенетический подход открывает новые возможности для создания новых научно-обоснованных подходов к разработке специализированных детских рационов питания [5].

Целью данной статьи является обоснование целесообразности использования эпигенетических маркеров для оценки эффективности специализированных рационов для детского питания с биосодержащими добавками.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются эпигенетические маркеры, рассматриваемые в контексте оценки эффективности специализированных рационов детского питания с биосодержащими добавками.

Использован метод теоретического анализа научной литературы по эпигенетике, нутрициологии и педиатрии; систематизированы данные о механизмах эпигенетической регуляции и о влиянии нутриентов на экспрессию генов.

Источниковую базу составили публикации российских и зарубежных авторов в рецензируемых научных журналах за период 2003–2025 гг.

Результаты и обсуждение

Под эпигенетическими механизмами следует понимать способы регуляции активности генов без изменения последовательности ДНК. То есть такие механизмы определяют, какие гены будут активными или неактивными в определенный промежуток времени в конкретных клетках. Среди таких механизмов следует отметить: метилирование ДНК, мо-

дификации гистонов, регулирование экспрессии генов, изменение структуры хроматина, импринтинг генов. Механизмы работают совместно в рамках сложной системы регуляции генов и адаптации организма к окружающей среде. В случае, если этих веществ в организме женщины окажется недостаточно, в организме ребенка могут появиться лишние хромосомы, которые могут привести к развитию синдрома Дауна. Приведем пример работы эпигенетического маркера: в процессе развития эмбриона во время беременности может происходить изменение метилирования: то есть у одних генов метилирование снимается, что позволяет им активироваться, а у других – напротив, «метки»-маркеры появляются, подавляя работу генов. Отдельно стоит отметить модификацию гистонов (активация или подавление генов в зависимости от места модификации); некодирующие РНК способны блокировать транскрипцию или разрушать микро-РНК, уменьшая активность определенных генов; а изменения хроматиновой организации влияют на доступность генов для транскрипции.

При этом все эпигенетические изменения действительно могут оказывать двойственное воздействие: предотвращать манифестацию наследственного заболевания и запускать нежелательные процессы при определенных условиях окружающей среды. Влияние эпигенетических изменений происходит по следующим направлениям: в области здоровья (влияние на обмен веществ, активировать онкогены и пр.); развитие и формирование организма (рост и развитие мозга, мышечной ткани); некоторые эпигенетические изменения могут передаваться потомкам, что иллюстрирует, как условия жизни одного поколения влияют на здоровье будущих поколений. Примером такого явления может служить феномен, когда у однойяйцевых близнецов, обладающих на 100 % совпадающей ДНК, могут развиваться различные заболевания и патологии. Подобные процессы объясняются эпигенетическими изменениями, которые накапливались у близнецов в течение жизни.

Важным аспектом влияния пищи на эпигенетические механизмы является способность воздействовать на экспрессию генов [6]. Приведем несколько примеров: фолиевая кислота и витамины группы В могут регулировать активность генов, связанных с обменом веществ и развитием ребенка, а жирные ки-

слоты омега-3 – оказывать воздействие на воспалительные процессы в организме, изменяя экспрессию генов, которые связаны с иммунной системой ребенка [7]. Отметим, что не только биоактивные добавки, но и пищевые привычки, например, количество приемов пищи, общая калорийность продуктов в течение дня [8] – способны оказывать влияние на эпигенетические показатели. В настоящее время активно развивается и направление нутригеномики, которое объединяет нутрициологию и генетику, анализируя особенности генома в зависимости от потребляемой человеком пищи. Благодаря полученным результатам исследования, специалисты могут составлять персонализированные рационы питания, в основе которых не только необходимое количество калорий и состава пищи, но и эпигенетическое воздействие [9]. Обратим также внимание на то, что ранний возраст считается наиболее чувствительным и критическим периодом «эпигенетического программирования», поскольку питание влияет, в частности, на развитие иммунной системы, снижает риск возникновения хронических заболеваний [10]. Прием специализированных рационов детьми (в том числе с биосодержащими добавками) может влиять на уровень метилирования ДНК, влиять на экспрессию генов, связанных с воспалением [11]. Как было указано в приведенных ранее примерах, дефицит витаминов группы В и фолиевой кислоты может приводить к изменениям в метилировании генов. Следовательно, ценность эпигенетических маркеров заключается в их особой чувствительности при оценке влияния специализированных рационов детского питания [12] (в частности, рационов, содержащих биологически активные добавки).

Использование эпигенетических маркеров при оценке специализированных рационов питания для детей следует считать перспективным направлением в науке, поскольку позволяет понять, каким образом отдельно взятый фактор окружающей среды (питание) влияет на здоровье и правильное развитие детей на уровне генетической регуляции. Эпигенетические маркеры в данном случае будут отражать поведение генов в ответ на пищевые компоненты, получаемые из рациона питания. При анализе данных об этих маркерах у детей специалисты-диетологи смогут выявить, каким образом конкретные

продукты или рационы влияют на генные регуляции [13].

При оценке специализированных рационов возможно применение эпигенетических маркеров по трем направлениям: обеспечение правильного развития, профилактика заболеваний, подбор индивидуального рациона питания для ребенка. В области обеспечения правильного развития эпигенетические маркеры показывают, активируют ли специальные рационы, в том числе с биосодержащими добавками, гены, отвечающие за рост ребенка, укрепление его иммунной системы или метаболизм. При профилактике заболеваний выявленные с помощью эпигенетических маркеров изменения могут указывать на повышенные риски развития заболеваний, например, таких заболеваний как аллергия или сахарный диабет [14]. Подбор индивидуального специализированного рациона с учетом уникальных эпигенетических особенностей ребенка дополнительно позволит усилить эффективность рациона [15].

Отметим, что в настоящее время в современном здравоохранении и пищевой индустрии возрастает потребность в поиске более точных методов оценки воздействия специализированных рационов на развитие и здоровье детского организма. Эпигенетические маркеры привлекают внимание исследователей как биомаркеры, которые отражают не только биологические, но и метаболические изменения. Рассмотренные теоретические основы эпигенетики и методы выявления и ана-

лиза эпигенетических изменений позволяют сделать вывод об эффективности их использования при оценке специализированных рационов для детей (в том числе и с биосодержащими добавками).

Заключение

Эпигенетические маркеры подходят для оценки воздействия специализированных рационов детского питания на молекулярно-генетическом уровне. Они отражают ранние адаптационные сдвиги, которые остаются вне поля зрения клинико-биохимических методов; такие сдвиги обратимы и поддаются коррекции через состав рациона.

Метилирование ДНК и модификации гистонов чувствительны к фолиевой кислоте, витаминам группы В, омега-3 жирным кислотам и ряду других нутриентов. Применимость эпигенетических маркеров при оценке детских рационов прослеживается в нескольких плоскостях: контроль активации генов роста, метаболизма и иммунитета; выявление предрасположенности к аллергии и сахарному диабету до появления клинических симптомов; индивидуальный подбор состава рациона с опорой на эпигенетический профиль ребенка.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на накопление эмпирических данных о динамике эпигенетических показателей у детей, получающих рационы разного состава, а также на разработку диагностических протоколов для персонализированной диетологии.

Список литературы

1. Эпигенетика в медицине. Современное состояние проблемы / Т.В. Чивиргина, Е.Н. Чернышева, А.А. Воробьева [и др.] // Астраханский медицинский журнал. 2025. Т. 20, № 4. С. 32–50. DOI: 10.17021/1992-6499-2025-4-32-50. EDN: SHKXOF.
2. Дюжикова Н.А., Никитина Е.А. Генетические и эпигенетические механизмы поведенческих функций: современное состояние и перспективные направления // Интегративная физиология. 2023. Т. 4, № 4. С. 422–428. DOI: 10.33910/2687-1270-2023-4-4-422-428. EDN: VVXBNE.
3. DNA Methylation Patterns in Relation to Acute Severity and Duration of Anxiety and Depression / E. Vidović, S. Pelikan, M. Atanasova [et al.] // Current Issues in Molecular Biology. 2023. Vol. 45, No. 9. P. 7286–7303. DOI: 10.3390/cimb45090461. EDN: SYDKLW.
4. Высокоинформативные эпигенетические маркеры психоэмоционального статуса человека / И.Б. Моссэ, Н.Г. Седляр, А.С. Бабенко [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика. 2022. Т. 32. С. 54–63. DOI: 10.47612/1999-9127-2022-32-54-63. EDN: SZFUVI.
5. Новикова Т.Д., Зверева О.В. Современное состояние рынка детского питания в России // Успехи в химии и химической технологии. 2024. № 12 (291). С. 118–121. EDN: BATHGJ.

6. Мажаева Т.В., Дубенко С.Э. Стратегия нутриетивной поддержки при организации питания детей дошкольного возраста с пищевой непереносимостью // Индустрия питания. 2023. Т. 8, № 2. С. 31–41. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-4. EDN: ECUDJG.
7. Оценка эффективности влияния омега-3-полиненасыщенных жирных кислот на соматический и когнитивный статус здоровых детей / Н.А. Геппе, Л.Г. Хачатрян, Н.Г. Колосова [и др.] // Доктор.Ру. 2024. Т. 23, № 3. С. 7–17. DOI: 10.31550/1727-2378-2024-23-3-7-17. EDN: FFQXWE.
8. Соловьева Ю.В. Пути оптимизации питания современных школьников // Российский педиатрический журнал. 2022. Т. 25, № 4. С. 283–284. EDN: AIUNSY.
9. Скляр Д.И., Котейко Т.Т., Лобанова А.В. Технология функциональных и специализированных продуктов питания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. № 3. С. 168–172. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-3-168-172. EDN: YWQGFP.
10. Старостина Л.С. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и витамины А, D, Е при повышенных умственных и физических нагрузках у школьников // Медицинский совет. 2021. № 17. С. 48–54. DOI: 10.21518/2079-701X-2021-17-48-54. EDN: NEXYGN.
11. Обеспеченность витаминами (А, Е, D, С, В6, В12) и минеральными веществами (Zn, Fe, Mg, Ca, Р) детей с рекуррентными респираторными инфекциями и коррекция их дефицита как возможность профилактики частых респираторных инфекций / А.И. Сафина, И.И. Закиров, Г.Ш. Мансурова [и др.] // Медицинский совет. 2024. Т. 18, № 1. С. 98–106. DOI: 10.21518/ms2023-488. EDN: OPMHNDU.
12. Кобелькова И.В., Коростелева М.М. Оптимизация рациона питания спортсменов детского возраста с использованием специализированных продуктов (обзор литературы) // Современные вопросы биомедицины. 2025. Т. 9, № S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_22. EDN: MGAQ GK.
13. Луговая Е.А., Аверьянова И.В. Оптимизация рациона детей с ограниченными возможностями здоровья // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2022. Т. 67, № 1. С. 94–100. DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-1-94-100. EDN: NERPGR.
14. Тамова М.Ю., Джум Т.А., Былина А.А. Разработка технологии пищевой продукции специализированного назначения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2023. № 4(42). С. 135–143. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-135-143. EDN: TKWHBJ.
15. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. Основные вехи развития науки о питании (к 95-летию Института питания и юбилею журнала «Вопросы питания») // Вопросы питания. 2025. Т. 94, № 4 (560). С. 6–26. DOI: 10.33029/0042-8833-2025-94-4-6-26. EDN: KUOXQP.

References

1. Chivirgina T.V., Chernysheva E.N., Vorob'yeva A.A., Magomedova M.R., Derzhavin K.V. Epigenetics in Medicine. The Current State of the Problem. *Astrakhanskiy Meditsinskiy Zhurnal*, 2025, vol. 20, no. 4, pp. 32–50. (In Russ.) DOI: 10.17021/1992-6499-2025-4-32-50.
2. Dyuzhikova N.A., Nikitina E.A. Genetic and Epigenetic Mechanisms of Behavioral Functions: Current State and Promising Directions. *Integrativnaya Fiziologiya*, 2023, vol. 4, no. 4, pp. 422–428. (In Russ.) DOI: 10.33910/2687-1270-2023-4-4-422-428.
3. Vidovič E., Pelikan S., Atanasova M. et al. DNA Methylation Patterns in Relation to Acute Severity and Duration of Anxiety and Depression. *Current Issues in Molecular Biology*, 2023, vol. 45, no. 9, pp. 7286–7303. DOI: 10.3390/cimb45090461.
4. Mosse I.B., Sedlyar N.G., Babenko A.S., Mosse K.A., Shulinskiy R.S., Kil'chevskiy A.V. Highly Informative Epigenetic Markers of Human Psychoemotional Status. *Molekulyarnaya i Prikladnaya Genetika*, 2022, vol. 32, pp. 54–63. (In Russ.) DOI: 10.47612/1999-9127-2022-32-54-63.
5. Novikova T.D., Zvereva O.V. The Current State of the Children's Food Market in Russia. *Uspekhi v Khimii i Khimicheskoy Tekhnologii*, 2024, no. 12 (291), pp. 118–121. (In Russ.)

6. Mazhayeva T.V., Dubenko S.E. Strategy of Nutritive Support for Catering Preschool Children with Food Intolerance. *Food Industry*, 2023, vol. 8, no. 2, pp. 31–41. (In Russ.) DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-4.
7. Geppe N.A., Khachatryan L.G., Kolosova N.G., Ksanave E.V., Ozerskaya I.V., Lesnikova O.A., Isaichkina T.V., Kotar L.F., Skal'nyy A.V. Evaluation of the Effectiveness of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on the Somatic and Cognitive Status of Healthy Children. *Doktor.Ru*, 2024, vol. 23, no. 3, pp. 7–17. (In Russ.) DOI: 10.31550/1727-2378-2024-23-3-7-17.
8. Solov'yeva Yu.V. Ways to Optimize Nutrition of Modern Schoolchildren. *Rossiyskiy Peditricheskiy Zhurnal*, 2022, vol. 25, no. 4, pp. 283–284. (In Russ.)
9. Sklyarov D.I., Koteyko T.T., Lobanova A.V. Technology of Functional and Specialized Food Products. *Tekhnologii Pishchevoy i Pererabatyvayushchey Promyshlennosti APK – Produkty Zdorovogo Pitaniya*, 2022, no. 3, pp. 168–172. (In Russ.) DOI: 10.24412/2311-6447-2022-3-168-172.
10. Starostina L.S. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Vitamins A, D, E under Increased Mental and Physical Stress in Schoolchildren. *Meditinskiy Sovet*, 2021, no. 17, pp. 48–54. (In Russ.) DOI: 10.21518/2079-701X-2021-17-48-54.
11. Safina A.I., Zakirov I.I., Mansurova G.Sh., Yusupova N.Z., Iskandirova V.A. Vitamin (A, E, D, C, B6, B12) and Mineral (Zn, Fe, Mg, Ca, P) Status in Children with Recurrent Respiratory Infections and Correction of Their Deficiency as a Means of Preventing Frequent Respiratory Infections. *Meditinskiy Sovet*, 2024, vol. 18, no. 1, pp. 98–106. (In Russ.) DOI: 10.21518/ms2023-488.
12. Kobel'kova I.V., Korosteleva M.M. Optimization of the Diet of Child Athletes Using Specialized Products (Literature Review). *Sovremennyye Voprosy Biomeditsiny*, 2025, vol. 9, no. S1 (35). (In Russ.) DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_22.
13. Lugovaya E.A., Aver'yanova I.V. Optimization of the Diet for Children with Disabilities. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Peditrii*, 2022, vol. 67, no. 1, pp. 94–100. (In Russ.) DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-1-94-100.
14. Tamova M.Yu., Dzhum T.A., Bylina A.A. Development of Technology for Specialized Food Products. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta im. V.M. Kokova*, 2023, no. 4 (42), pp. 135–143. (In Russ.) DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-135-143.
15. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B. Main Milestones in the Development of Nutrition Science (To the 95th Anniversary of the Institute of Nutrition and the Anniversary of the Journal Voprosy Pitaniya). *Voprosy Pitaniya*, 2025, vol. 94, no. 4 (560), pp. 6–26. (In Russ.) DOI: 10.33029/0042-8833-2025-94-4-6-26.

Информация об авторах

Мухин Иван Евгеньевич, аспирант базовой кафедры индустрии качества, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия; ivan.muxin-2015@yandex.ru

Токарев Петр Иванович, д-р биол. наук, профессор, доцент базовой кафедры индустрии качества, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия; tokarev.pi@rea.ru

Information about the authors

Ivan E. Mukhin, graduate student, Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Russia, Moscow; ivan.muxin-2015@yandex.ru

Petr I. Tokarev, Doctor of Biology. Sciences, Professor, Associate Professor of the Basic Department of Quality Industry, Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Russia, Moscow; tokarev.pi@rea.ru

Статья поступила в редакцию 12.05.2026

The article was submitted 12.05.2026