

Использование пищевых продуктов на основе растительного белка для коррекции паттернов питания при алиментарно-зависимых заболеваниях: возможности и перспективы

С.В. Морозов^{✉1,2}, В.И. Пилипенко¹, В.А. Исаков¹, А.Н. Сасунова¹, А.А. Гончаров¹, А.А. Кочеткова¹

¹ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия;

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Аннотация

Возможности использования пищевых продуктов на основе растительного белка для коррекции паттернов питания при алиментарно-зависимых заболеваниях (АЗЗ) органов пищеварения изучены недостаточно. Целью обзора является анализ данных литературных источников для определения возможностей использования продуктов на основе растительного белка с целью коррекции паттернов питания при наиболее распространенных АЗЗ органов пищеварения. Проведен поиск в базах данных PubMed/Medline, Embase, Google Scholar, CyberLeninka, Elibrary с ключевыми словами, соответствующими целям исследования. Выявлено 314 исследований, однако после исключения дублирующихся публикаций и анализа релевантных данных включены в исследование 66 работ. Результаты анализа показали возможную пользу от использования растительного белка, что может иметь клиническое значение при таких заболеваниях, как метаболически ассоциированная жировая болезнь печени, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, синдром раздраженного кишечника. Приведены данные об адекватности рационов с включением растительного белка и возможные нежелательные явления при их применении. Затронуты технологические и экономические перспективы использования продуктов на основе растительных белков для коррекции паттернов питания у больных с АЗЗ органов пищеварения.

Ключевые слова: пищевые паттерны, растительный белок, метаболически ассоциированная жировая болезнь печени, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, синдром раздраженного кишечника

Для цитирования: Морозов С.В., Пилипенко В.И., Исаков В.А., Сасунова А.Н., Гончаров А.А., Кочеткова А.А. Использование пищевых продуктов на основе растительного белка для коррекции паттернов питания при алиментарно-зависимых заболеваниях: возможности и перспективы. Терапевтический архив. 2025;97(8):727–734. DOI: 10.26442/00403660.2025.08.203302

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2025 г.

REVIEW

The use of plant protein-based foods for the correction of dietary patterns in alimentary-dependent diseases: opportunities and prospects. A review

Sergey V. Morozov^{✉1,2}, Vladimir I. Pilipenko¹, Vasily A. Isakov¹, Armida N. Sasunova¹, Alexey A. Goncharov¹, Alla A. Kochetkova¹

¹Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia;

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Abstract

Idiopathic recurrent pericarditis is a rare pathology characterised by recurrent inflammation in the cardiac cavity. Treatment of recurrent pericarditis is The possibilities of using food products based on vegetable protein to correct nutritional patterns in alimentary-dependent diseases (ADDs) of the digestive system have not been sufficiently studied. The purpose of the review is to analyze the literature data to determine the possibilities of using vegetable protein products to correct nutritional patterns in the most common ADDs of the digestive system. We searched the PubMed/MEDLINE, EMBASE, Google Scholar, CyberLeninka, and Elibrary databases with keywords corresponding to the study goals. There were 314 studies identified; however, after excluding duplicate publications and analyzing relevant data, 66 papers were included. The analysis results showed a possible benefit from using vegetable protein, which may be of clinical importance in diseases such as metabolically associated fatty liver disease, gastroesophageal reflux disease, and irritable bowel syndrome. Data on the adequacy of diets with vegetable protein and possible adverse events during their use are presented. The technological and economic prospects of using products based on vegetable proteins to correct nutritional patterns in patients with ADDs of the digestive system are addressed.

Keywords: nutritional patterns, vegetable protein, metabolically associated fatty liver disease, gastroesophageal reflux disease, irritable bowel syndrome

For citation: Morozov SV, Pilipenko VI, Isakov VA, Sasunova AN, Goncharov AA, Kochetkova AA. The use of plant protein-based foods for the correction of dietary patterns in alimentary-dependent diseases: opportunities and prospects. A review. Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.). 2025;97(8):727–734. DOI: 10.26442/00403660.2025.08.203302

Информация об авторах / Information about the authors

✉ Морозов Сергей Владимирович – д-р мед. наук, вед. науч. сотр. отд-ния гастроэнтерологии, гепатологии и диетотерапии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», проф. каф. гастроэнтерологии ФГБОУ ДПО РМАНПО. E-mail: morosoffsv@mail.ru

Пилипенко Владимир Иванович – канд. мед. наук, науч. сотр. отд-ния гастроэнтерологии, гепатологии и диетотерапии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Исаков Василий Андреевич – д-р мед. наук, проф., зав. отд-нием гастроэнтерологии, гепатологии и диетотерапии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

✉ Sergey V. Morozov. E-mail: morosoffsv@mail.ru; ORCID: 0000-0001-6816-3058

Vladimir I. Pilipenko. ORCID: 0000-0001-5632-1880

Vasily A. Isakov. ORCID: 0000-0002-4417-8076

Введение

Алиментарно-зависимые заболевания (АЗЗ) – болезни, обусловленные неадекватным по сравнению с физиологическими потребностями поступлением в организм пищевых веществ [1]. Спектр таких заболеваний достаточно широк и включает артериальную гипертензию, сахарный диабет, ожирение и другие болезни. Учитывая накопленные данные о роли факторов питания в патогенезе заболеваний гастроэнтерологического профиля, к АЗЗ органов пищеварения относят, в том числе, метаболически ассоциированную жировую болезнь печени (МАЗБП), гастроэзофагеальную рефлюксную болезнь (ГЭРБ) и синдром раздраженного кишечника (СРК), которые широко распространены и в совокупности обуславливают до 70% обращений в медицинские учреждения первичного звена.

Считается, что АЗЗ являются наиболее частой причиной длительной нетрудоспособности, а в ряде случаев – смертности [2]. Данные многочисленных эпидемиологических и интервенционных исследований свидетельствуют о том, что коррекция питания может способствовать профилактике и составлять основу лечения АЗЗ [3]. В питании современного человека при значимом избытке продуктов животного происхождения и связанного с ним приема в пищу насыщенных жиров (с 1998 по 2018 г. увеличилось в 1,5 раза) потребление традиционных источников растительного белка, например из группы бобовых, стало существенно ниже уровней, характерных для паттернов питания, ассоциированных со здоровьем (средиземноморская диета, диета DASH, скандинавский тип питания, окинавская [японская] диета и др.) [4–6]. В большинстве национальных рекомендаций по питанию в рамках снижения риска заболеваемости и смертности от АЗЗ предлагается замена в рационе красного мяса и мясных деликатесов продуктами растительного происхождения [7, 8]. Вместе с тем ограничение потребления продуктов животного происхождения может сопровождаться уменьшением не только жиров, но и белка, что в свою очередь может способствовать развитию патологических состояний, обусловленных дефицитом белка, и саркопении. Одним из подходов к решению этой проблемы является производство заменителей мяса на основе растительных источников белка, имитирующих органолептические свойства продукции животного происхождения, позволяющих отказаться от ее потребления без существенного изменения пищевых привычек или ухудшения восприятия пищи [6]. Однако в настоящее время данных о возможностях использования подобных продуктов питания при АЗЗ органов пищеварения недостаточно, что и предопределило выбор темы исследования.

Цель исследования – анализ данных литературных источников для определения возможностей использования продуктов на основе растительного белка с целью коррекции паттернов питания при наиболее распространенных АЗЗ органов пищеварения.

Материалы и методы

Проведен поиск научных публикаций в базах данных PubMed/Medline, Embase, Google Scholar, CyberLeninka, Elibrary с использованием ключевых слов «неалкогольная жировая болезнь печени», «метаболически-ассоциированная жировая болезнь печени», «синдром раздраженного кишечника», «гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь» в сочетании с такими, как «растительный белок», «вегетарианская диета» и их англоязычными эквивалентами. При включении в анализ принимали во внимание наличие описания применявшегося воздействия, анализируемых исходов, данные статистической обработки результатов. Дублирующиеся публикации исключали из анализа. Ограничения по дате и языку публикации в ходе их анализа не применяли. Ввиду разнородности результатов исследований, обусловленной гетерогенностью нозологических форм, демографических характеристик исследуемых групп, невозможностью полного учета как клинической картины, сопутствующих заболеваний и применявшихся видов лечения, так и вариабельности методов получения данных, материал структурирован в соответствии с ключевыми элементами, отвечающими цели проведенного обзора.

Результаты

В ходе работы выявлено 314 исследований. После исключения дублирующихся публикаций и анализа релевантных проанализированы 66 исследований, включенных в обзор и сгруппированных с учетом его цели.

Использование продуктов на основе растительного белка при МАЗБП

МАЗБП (ранее – неалкогольная жировая болезнь печени – НАЖБП) – одно из самых распространенных хронических заболеваний печени в мире, которое встречается у 25–30% взрослого населения [9]. Для этого заболевания характерны избыточное накопление жира в печени при отсутствии значительного потребления алкоголя, тесная взаимосвязь с ожирением, сахарным диабетом 2-го типа, дислипидемией и другими проявлениями метаболического синдрома. Изменение образа жизни и диеты считается терапией 1-й линии при МАЗБП: снижение массы тела (МТ) при следовании рекомендациям по диете и увеличение физической активности достоверно уменьшают количество жировой ткани в печени и способствуют улучшению биохимических показателей крови. Однако оптимальный состав рациона (особенно соотношение жиров, углеводов и источников белка) для профилактики и лечения МАЗБП остается предметом исследований [10, 11]. Потребление белка рассматривается как важный фактор в патогенезе МАЗБП. Так, показано, что использование высокобелковых диет (~30% суточной калорийности рациона обеспечивалось за счет белка) способствовало снижению МТ, уменьшению количества жира в ткани печени

Информация об авторах / Information about the authors

Сасунова Армида Нисановна – врач-эндокринолог
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Гончаров Алексей Александрович – мл. науч. сотр. отд-ния
гастроэнтерологии, гепатологии и диетотерапии
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Кочеткова Алла Алексеевна – чл.-кор. РАН, д-р техн. наук,
проф., зав. лаб. пищевых биотехнологий и специализированных
продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Armida N. Sasunova. ORCID: 0000-0001-8896-5285

Alexey A. Goncharov. ORCID: 0000-0002-8099-8602

Alla A. Kochetkova. ORCID: 0000-0001-9821-192X

(относительное снижение составило 36% за 6 нед) и увеличению чувствительности рецепторов жировой ткани к инсулину, что приводило к уменьшению проявлений синдрома инсулинорезистентности – одного из ключевых факторов патогенеза МАЖБП [12]. Однако источник белка (животного или растительного происхождения) имеет, по-видимому, существенное значение с точки зрения аккумуляции жира в печени и влияния на сопутствующие метаболические факторы риска [10]. Как эпидемиологические исследования, так и данные исследований на животных свидетельствуют о том, что потребление животного белка может сопровождаться негативными изменениями гистологической картины печени, в то время как использование белков растительного происхождения (которое обычно сопровождается увеличением в рационе пищевых волокон, ненасыщенных жиров и флавоноидов) может оказывать протективное действие в отношении развития МАЖБП [13–16].

Различные источники растительного белка (соя, горох, рис, конопля) в целом показывают сопоставимые результаты. Однако данные текущего анализа публикаций взаимосвязи потребления растительных белков и МАЖБП свидетельствуют о том, что к настоящему времени большая часть экспериментальных и клинических исследований посвящена исследованию влияния белка сои. При этом большинство из опубликованных работ свидетельствуют о значимой пользе в отношении проявлений заболевания при использовании в пищу изолята соевого белка или продуктов на основе сои. Так, в исследовании, включавшем 24 622 участника, выявлено, что вероятность обнаружения стеатоза печени по данным ультразвукового исследования уменьшалась параллельно с увеличением кратности потребления продуктов из сои: относительный риск (ОР) 0,94 (95% доверительный интервал – ДИ 0,83–1,07) – при использовании 1 раз в неделю, ОР 0,88 (95% ДИ 0,78–0,99) – при потреблении 2–3 раза в неделю, ОР 0,75 (95% ДИ 0,65–0,87) – если такие продукты потребляли более 4 раз в неделю ($p < 0,0001$) [17]. Использование изолята соевого белка в составе высокожирового рациона сопровождалось меньшим накоплением триглицеридов в печени и увеличением чувствительности к инсулину у грызунов по сравнению с контрольной группой, в рационе которой белок представлен казеином [18]. Подобные эффекты могут быть обусловлены аминокислотным составом соевого белка, например значительным количеством аргинина, и содержанием в сое изофлавонов, таких как генистеин и дайдзеин [16, 19].

Результаты метаанализа 13 доклинических исследований и 5 рандомизированных клинических исследований продемонстрировали значительное улучшение биохимических показателей функции печени на фоне употребления продуктов, содержащих соевый белок (доверительное уменьшение аланинаминотрансферазы, аспаратаминотрансферазы, триглицеридов) по сравнению с контрольной группой [20]. Аналогичные результаты получены и в других исследованиях [21], что может свидетельствовать о перспективности использования продуктов, содержащих соевый белок, для лечения МАЖБП.

Несмотря на отсутствие клинических данных, исследования на животных свидетельствуют о возможности снижения активности аланинаминотрансферазы, аспаратаминотрансферазы и концентрации триглицеридов сыворотки крови в экспериментальных моделях МАЖБП при использовании белка гороха [15, 22]. С учетом экспериментальных данных потребление белка гороха при

НАЖБП представляется перспективным, особенно вследствие его аминокислотного состава (высокого содержания лизина, аргинина, валина, лейцина и изолейцина) и низкой аллергенности.

Рисовый белок также продемонстрировал благоприятные эффекты в экспериментальных моделях МАЖБП. При его использовании достигнуто более значительное уменьшение количества триглицеридов печени по сравнению с группой грызунов, получавшей сывороточный белок [23–25]. Рисовый белок оказывает гиполипидемические и гепатопротекторные эффекты в доклинических исследованиях. Механизмы его действия еще находятся на стадии исследования, но могут включать модуляции активности транспортных белков жира, например CD36 и FATP, и улучшение системных метаболических параметров. С клинической точки зрения рисовый белок может быть перспективным, особенно для тех пациентов, которые не переносят сою.

Анализ исследований эффективности коррекции паттернов питания при НАЖБП с использованием растительного белка. Ранее упомянутое сравнительное исследование высокобелковых диет при НАЖБП/МАЖБП, продемонстрировавшее эффективность такого подхода к лечению [12], определило интерес к модификации паттернов питания у больных МАЖБП с включением растительных белков в качестве действующего фактора. При анализе данных Роттердамского когортного исследования выявлено, что приверженность соблюдению диеты с преимущественным употреблением растительной пищи, высоким содержанием пищевых волокон сопровождалась высокой вероятностью регресса НАЖБП в течение ~4,4 года [26]. Участники исследования, которые придерживались диеты, богатой овощами, фруктами, цельными злаками и растительными белками (с меньшим потреблением животных жиров), с большей вероятностью достигли уменьшения жирового гепатоза при повторном ультразвуковом исследовании, независимо от изменения МТ. Даже без существенного снижения МТ использование растительных белков и пищевых волокон может способствовать уменьшению выраженности стеатоза печени и инсулинорезистентности, более низкой вероятности выявления МАЖБП [10].

Использование продуктов на основе растительного белка при ГЭРБ

ГЭРБ – заболевание, характеризующееся регулярно повторяющимся забросом желудочного содержимого в пищевод и сопровождающееся развитием спектра клинических проявлений, включающих как типичные симптомы (изжогу и отрыжку кислым), так и в ряде случаев повреждение слизистой оболочки пищевода, полости рта, ЛОР-органов и дыхательной системы [27]. Заболевание имеет высокую распространенность, которая составляет до 27% взрослого городского населения [28]. Ввиду тесной взаимосвязи возникновения симптомов ГЭРБ с приемом пищи и зависимостью частоты возникновения от употребления ряда продуктов, заболевание относят к АЗЗ [29]. Особенности фактического питания у больных ГЭРБ характеризуются избыточным потреблением жиров и белков животного происхождения, а также недостатком в рационе пищевых волокон [30, 31]. Наблюдательные исследования свидетельствуют о том, что вегетарианская или веганская диета связана с меньшим количеством симптомов и осложнений ГЭРБ по сравнению с диетами, содержащими продукты животного происхождения [32–36]. Более того,

приверженность не-веганской диете сопровождалась более высокими шансами выявления ГЭРБ: ОР 1,96 (95% ДИ 1,22–3,17); $p=0,006$ [33]. Однако подобные диеты, содержащие преимущественно растительный белок, могут включать и большое количество других функциональных пищевых ингредиентов (например, пищевые волокна, фитонутриенты), которые также могут оказывать действие на моторику пищевода, изменять чувствительность его рецепторного аппарата к рефлюксату и модифицировать риски повреждения слизистой оболочки [37, 38]. Данные о влиянии растительного белка на моторику пищевода и течение ГЭРБ недостаточно. По данным небольшого перекрестного сравнительного исследования с использованием рН-импедансометрии, после стандартных приемов пищи на основе растительного белка общее количество рефлюксов, кислых рефлюксов и время экспозиции кислоты в пищеводе в течение первого часа после еды были меньше, чем после приема эквивалентной по калорийности и макронутриентному составу пищи, в которой белок был животного происхождения. Более того, употребление животных белков сопровождалось развитием симптомов ГЭРБ у большего числа больных [39]. Считается, что растительные белки способствуют более быстрой эвакуации содержимого из желудка, тем самым уменьшая риск рефлюкса, а растительный жир, содержащийся в растительной пище (и употребляется вместе с белком), в меньшей степени стимулирует выработку холецистокинина, который способствует уменьшению тонуса нижнего пищеводного сфинктера [40]. В плацебо-контролируемом исследовании обогащение рациона изолятом соевого белка (в составе комплексного продукта) приводило к улучшению показателей качества жизни больных ГЭРБ на 13% в сравнении с плацебо по данным опросника QOLRAD за счет уменьшения частоты возникновения симптомов [41]. В доступной литературе нами не выявлено специальных исследований, в которых бы проводилась дифференцированная оценка влияния растительных белков различного происхождения (например, горохового или рисового) с точки зрения влияния на симптомы ГЭРБ. Однако в ряде источников, базирующихся на данных самостоятельной оценки пациентами своего самочувствия, показано уменьшение частоты и выраженности симптомов заболевания при использовании изолятов растительных белков (например, гороховых протеиновых коктейлей) взамен аналогичных на основе молочной сыворотки [42]. В доступной литературе мало интервенционных исследований, в которых бы оценивали эффективность включения продуктов на основе растительного белка при ГЭРБ. В одном из исследований использование преимущественно средиземноморской диеты (с белковым компонентом преимущественно растительного происхождения) характеризовалось той же эффективностью при рефлюкс-ассоциированном ларингите, что и назначение ингибиторов протонной помпы, однако эти данные требуют дополнительного подтверждения [43].

В целом, в настоящее время невозможно надежно обосновать необходимость замены животного белка растительным у больных ГЭРБ ввиду недостаточного количества результатов хорошо спланированных исследований, в особенности интервенционных. Тем не менее модификация паттернов питания для этой категории больных может быть физиологически обоснована, учитывая данные цитируемых ранее работ. Представляется перспективным проведение рандомизированных контролируемых исследований, в которых бы сравнивалась эффективность

включения в рацион больных ГЭРБ белков различного происхождения с оценкой влияния на симптомы заболевания, моторику пищевода, а также в которых исследовалась бы возможная польза использования этого фактора в качестве дополнения медикаментозной терапии. Кроме того, целесообразно оценить действие некоторых отдельных растительных белков, например овсяного или картофельного, в составе которых содержится значительное количество глутамина, который может обладать противовоспалительной активностью и способствовать улучшению репаративных процессов при рефлюкс-эзофагите [44].

Влияние пищевых продуктов на основе растительного белка на клинические проявления СРК и СИБР

СРК – распространенное функциональное заболевание, характеризующееся абдоминальной болью (АБ), связанной с изменениями моторной функции кишечника (диарея/запор или неустойчивый стул) при отсутствии признаков органической патологии. Питание играет ключевую роль в динамике симптомов СРК, а у 2/3 пациентов установлено наличие пищевых триггеров их симптомов [45]. Если раньше диетологические рекомендации при СРК были акцентированы на углеводах (диета FODMAPs), то в настоящее время выявлено множество факторов значимого влияния на клинические проявления СРК белковой пищи [46, 47]. Течение СРК часто осложняется развитием синдрома избыточного бактериального роста (СИБР) в тонкой кишке, что вызывает вздутие живота, боль и изменения консистенции стула. СИБР часто рецидивирует после лечения, а также для него характерно снижение пищевого разнообразия, соответственно, соблюдение диетологических рекомендаций является решающим фактором в его лечении [46].

АБ при СРК может быть обусловлена растяжением кишки при избыточном газообразовании или иммунными реакциями специфических белков пищи. У пациентов с СРК в стадии ремиссии на безглютеновой диете наблюдали значимое усиление боли и других симптомов СРК через неделю после введения хлеба, содержащего глютен, по сравнению с группой, получавшей плацебо [48]. Когда у пациентов с СРК разрешились симптомы при использовании строгой FODMAPs-диеты, введение глютена в пищу не способствовало появлению симптомов по сравнению с контрольной группой, получавшей сывороточный протеин или плацебо [48]. Таким образом, глютен может провоцировать АБ у некоторых пациентов с СРК. Если истинная пищевая аллергия (опосредованная иммуноглобулином E) при СРК встречается редко, то гиперчувствительность к бобовым может провоцировать боль и вздутие живота из-за наличия в них, помимо белков, сбраживаемых галактоолигосахаридов [45, 47]. Неусвоенные белки в толстой кишке ферментируются с образованием сероводорода, фенолов, аммиака, которые усиливают боли от вздутия живота и оказывают токсическое влияние на кишечный эпителий. Однако ассоциация с нарушенным всасыванием белка подтверждена только для неприятного отхождения газов, а не для АБ или нарушений моторики кишки.

При СРК с диареей употребление глютена способствует учащению стула и уменьшению его плотности [48]. Предполагаемые механизмы этого влияния включают нарушение кишечной проницаемости, с запуском иммунного ответа на высвобождение зонулина, что приводит к избыточной секреции и изменению кишечной моторики [45].

Даже при отсутствии целиакии у пациентов с СРК наличие генов *HLA-DQ2/8* способствовало учащению стула и снижению его плотности при включении в рацион глютена, а также снижению частоты дефекаций с оформлением стула на аглютенной диете [45]. Как уже отмечено ранее, после применения диеты FODMAPs негативные эффекты глютена не проявляются, соответственно, у пациентов с СРК фруктаны в глютеносодержащих продуктах являются настоящей причиной диареи [49]. Кроме глютена большинство изолятов других растительных белков не показали прямого влияния на частоту опорожнения кишечника и форму стула в ходе клинических исследований, однако употребление бобовых часто усиливает симптомы СРК из-за ферментации пищевых волокон и сахаров, а продукты с низким содержанием углеводов (например, тофу) хорошо переносятся и не влияют на частоту стула или его консистенцию. При СРК с запорами не отмечено усугубление задержки стула при употреблении растительного белка, наоборот, замена животного белка растительным способствует увеличению потребления пищевых волокон и улучшает опорожнение кишечника, хотя и с риском усиления газообразования. Использование вегетарианской диеты снижает риск развития СРК с запорами [50]. Высокая квота животного белка в рационе может способствовать активности метанпродуцирующей флоры, а усиление продукции метана замедляет кишечный транзит, урежает стул и делает его более плотным [51]. Возможно, переход с животного белка на растительный может снизить продукцию метана. Так, у вегетарианцев отмечена низкая продукция метана [51].

В отношении влияния пищевых паттернов у 41 тыс. взрослых французов установлено, что вегетарианская диета не влияет на распространенность СРК в целом, но чаще ассоциирована с СРК с диареей [50]. Индийские исследователи установили, что длительный анамнез вегетарианского питания чаще ассоциирован с СРК и функциональным вздутием живота, чем у лиц, которые питаются обычно [50]. Эти факты можно интерпретировать следующим образом: хотя вегетарианская диета ассоциирована со здоровьем (за счет снижения индекса МТ и других показателей) и улучшает течение СРК, у некоторых пациентов высокая нагрузка пищевыми волокнами и ферментируемыми углеводами может усугубить симптомы заболевания. В перспективной диете для лечения СРК соблюдается баланс между поступлением растительного белка и ограничением поступления ферментируемых компонентов.

Растительные белки также используют в исключаящих диетах при замене животных белков, которые пациенты с СРК считают непереносимыми, например когда заменяют молочную продукцию соевым молоком. При этом следует соблюдать осторожность, т.к. данные заменители могут содержать в себе компоненты FODMAP (в обычном соевом молоке ими являются галактоолигосахариды, а в молоке на основе изолята соевого белка их гораздо меньше). Повышенное потребление клетчатки, что сопутствует включению в рацион источников растительного белка, было связано с появлением симптомов СРК с диареей только у лиц с высокой активностью *Faecalibacterium prausnitzii*. Соответственно, пациенты с СРК получают пользу от рациона с высоким содержанием пищевых волокон, если их микробиом справится с их эффективной утилизацией.

В рисе мало FODMAP, поэтому протеин риса хорошо переносится при СРК, являясь гипоаллергенным источником белка. Конопля содержит много клетчатки (до 20%).

При недостаточной очистке белок конопли может вызывать вздутие живота у пациентов с СРК.

Питание сильно влияет на течение СИБР, обеспечивая поступление субстрата для бактериального роста. Некоторые микроорганизмы (метанпродуцирующие археи) увеличивают свою активность за счет водорода, который образуется при ферментации углеводов и белков. Пациенты с СИБР отличаются более высоким потреблением белка животного происхождения (птицы и рыбы), при этом выявлены различия структуры потребления белка в зависимости от типа СИБР: при меньшем потреблении красного мяса метанпродуценты потребляют больше рыбы, а продуценты водорода – больше мяса птиц при отсутствии различий по потреблению яиц и мясных деликатесов. Растительные белки различаются по усвояемости: соевый и гороховый протеины усваиваются хорошо, а белок из цельных бобов или сырого зерна с ингибиторами протеаз сильно ограничены в усвоении. Поступление белка в толстую кишку может увеличиться при избыточном его потреблении, внешнесекреторной недостаточности поджелудочной железы или ускоренном кишечном транзите. СИБР часто сочетается с дефицитом ферментов (например, лактазы), что также может косвенно снизить эффективность усвоения белка. Стратегически все диетологические подходы к терапии СИБР должны быть направлены на уменьшение доступности ферментируемых субстратов. При лечении СИБР 2-недельная элементная (мономерная) диета может эффективно подавлять избыточный бактериальный рост у 80% пациентов с СРК, однако такой подход к питанию не может использоваться долго, и пациенты должны возвращаться к традиционному питанию. Изоляты риса, гороха и сои используют в терапии СИБР из-за низкого содержания в них ферментируемых остатков. В целом не ясно, какой белок лучше для этой цели: животный или растительный, но сделав упор на тофу, сейтан, орехи, семена и изоляты белка при ограниченном потреблении зерновых и бобовых, можно адаптировать растительную диету для этих целей. У пациентов с рецидивирующим СИБР отмечено более частое употребление в пищу гречки, проса, мяса птицы и сливочного масла [51]. Интересно, что гречка и пшено – это безглютеновые зерновые продукты, которые плохо поддаются ферментации, следовательно, в составе рациона на вероятность формирования СИБР влияет не только содержание FODMAP-компонентов.

Растительные белки могут косвенно влиять на кишечный микробиом: некоторые аминокислоты пищевого белка (цистин и метионин) способствуют продукции сероводорода, поэтому высокое содержание животного белка в рационе увеличивает выработку сульфидов, что может повредить энтероциты и замедлить кишечную перистальтику. В случае превалирования в рационе растительного белка в кишку поступает меньше жира, меняется спектр желчных кислот, что может снизить риск СИБР из-за антимикробного действия желчи.

Адекватность питания при замене белка животного происхождения

Результаты исследований влияния адекватности рационов, в которых проведена замена мяса и молочной продукции продуктами растительного происхождения, показали увеличение потребления пищевых волокон (+71,2%), углеводов (+7,5%) и уменьшение потребления насыщенных жиров (-30,3%), однако такая замена сопровождается ухудшением обеспеченности цинком, кальцием и витамином B₁₂,

а также увеличением поступления натрия (+14,5%) [52–55]. Приведенные данные подтверждают сложность задачи замены белков животного происхождения растительными альтернативами ввиду наличия угрозы недостаточного потребления некоторых ключевых нутриентов. Исследования индексов качества питания свидетельствуют о том, что замена мяса на тофу, темпе или соевый белок повышает качественные показатели рациона, а заменители на основе злаков или изготовленные в виде колбас на растительной основе снижают качество рациона из-за различий по содержанию нутриентов [53]. Замена в рационе рыбы на растительные источники белка вдвое уменьшает обеспеченность жирными кислотами омега-3 [54].

Считается, что биодоступность соевого белка ниже, чем животного (80% против 85–90%) [56]. Однако в процессе переработки растительный белок окисляется и агрегируется, что дополнительно ухудшает его усваиваемость и уменьшает концентрацию незаменимых аминокислот [57]. Вследствие этого при замене животного белка растительным может увеличиваться ферментация неусвоенного белка микробиотой в толстой кишке с образованием потенциально опасных органических соединений: аммиака, аминов, кинуренинов и производных индола и крезола [56].

Модификация паттернов питания с включением продуктов на основе растительного белка может приводить к увеличению потребления железа, но его биодоступность существенно ниже (5–12% в сравнении с 14–18% соответственно) [58]. Использование в некоторых заменителях мясной продукции гемового железа растительного происхождения (из клубеньков на корнях сои) может повысить качественные характеристики такого белка и улучшить его биодоступность, однако производство продуктов на основе растительного белка с повышенной биодоступностью нутриентов требует дополнительных технологических усилий и сопровождается увеличением стоимости [56, 59–64].

Описаны и другие возможные нежелательные явления при использовании растительных заменителей белка животного происхождения. Так, увеличение потребления бобов может сопровождаться ростом концентрации мочевой кислоты в крови, что повышает риск развития подагры [56]. Растительные аналоги мяса могут способствовать проявлению реакций гиперчувствительности за счет содержания в них распространенных пищевых аллергенов (что особенно характерно для фасоли, сои и пшеницы) [65, 66]. Производство и хранение продуктов на основе растительного белка требуют более тщательного соблюдения мер микробиологической безопасности, т.к. высокое содержание в их составе влаги при нейтральных значениях уровня кислотности увеличивает риски микробиологической порчи в сравнении с обычным мясом [67]. Кроме того, описаны превышения допустимого содержания микотоксинов и алкалоидов (атропина, скополамина) в некоторых заменителях мясной продукции (бургерах) на основе сои [68, 69].

Заключение

В статье представлен обзор современных литературных данных о возможностях и перспективах замены белков животного происхождения растительными источниками белка при АЗЗ органов пищеварения. Несмотря на возможную пользу использования продуктов на основе растительного белка для модификации паттернов питания у больных с АЗЗ, имеется недостаток научных данных с высоким уровнем доказательности. Представляется необходимым проведение исследований, в которых бы оценивали эффективность использования таких продуктов у больных с различными АЗЗ органов пищеварения, в том числе с разделной оценкой влияния различных растительных белков. В настоящее время ряд факторов ограничивают внедрение таких продуктов в повседневную практику, включая биодоступность и качество белка, технологические особенности производства, стоимость, возможность развития нежелательных явлений при их применении. Важным аспектом являются меры по увеличению осведомленности потребителей о важности соблюдения обеспеченности нутриентами и пользе замещающих растительных продуктов. Решение представленных проблем позволит обеспечить широкий выбор альтернативных мясу продуктов, способных удовлетворить потребности миллиардов людей по всему миру и сохранить их здоровье.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии личных, профессиональных или финансовых отношений, которые могли бы быть расценены как конфликт интересов в рамках данного исследования. Независимость научной оценки, интерпретации данных и подготовки рукописи сохранялась на всех этапах работы, включая этап финансирования проекта со стороны Российского научного фонда.

Disclosure of conflict of interest. The authors declare no personal, professional, or financial relationships that could be regarded as a conflict of interest for this study. The independence of the scientific assessment, data interpretation, and manuscript writing was maintained at all stages of work, including the stage of financing by Russian Science Foundation.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work: acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Эта работа была поддержана Российским научным фондом (грант №19-76-30014-П).

Funding source. This work was supported by Russian Science Foundation (grant No. 19-76-30014-P).

Список сокращений

АБ – абдоминальная боль
АЗЗ – алиментарно-зависимое заболевание
ГЭРБ – гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь
ДИ – доверительный интервал
МАЗБП – метаболически ассоциированная жировая болезнь печени

МТ – масса тела
НАЖБ – неалкогольная жировая болезнь печени
ОР – относительный риск
СИБР – синдром избыточного бактериального роста
СРК – синдром раздраженного кишечника

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Терехин С.П., Ахметова С.В., Молотов-Лучанский В.Б., и др. Проблема неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний в современном мире. *Медицина и экология*. 2018;(2):40-8 [Teryokhin SP, Akhmetova SV, Molotov-Luchansky VB, et al. Problem of non-infectious alimentary-dependent diseases in the world. *Medicine and Ecology*. 2018;(2):40-8 (in Russian)].
2. Permyer I, Trias-Llimós S, Spijker JJA. Best-practice healthy life expectancy vs. life expectancy: Catching up or lagging behind? *Proc Natl Acad Sci USA*. 2021;118(46):e2115273118. DOI:10.1073/pnas.2115273118
3. Riboli E, Hunt KJ, Slimani N, et al. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC): study populations and data collection. *Public Health Nutr*. 2002;5(6B):1113-24. DOI:10.1079/PHN2002394
4. Hughes J, Pearson E, Grafenauer S. Legumes-A Comprehensive Exploration of Global Food-Based Dietary Guidelines and Consumption. *Nutrients*. 2022;14(15):3080. DOI:10.3390/nu14153080
5. Green A, Blattmann C, Chen C, Mathys A. The role of alternative proteins and future foods in sustainable and contextually-adapted flexitarian diets. *Trends in Food Science & Technology*. 2022;124:250-5. DOI:10.1016/j.tifs.2022.03.026
6. Curtain F, Grafenauer S. Plant-Based Meat Substitutes in the Flexitarian Age: An Audit of Products on Supermarket Shelves. *Nutrients*. 2019;11(11):2603. DOI:10.3390/nu11112603
7. Lichtenstein AH, Appel LJ, Vadiveloo M, et al. 2021 Dietary Guidance to Improve Cardiovascular Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;144(23):e472-47. DOI:10.1161/CIR.0000000000001031
8. Willett W, Rockström J, Loken B, et al. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*. 2019;393(10170):447-92. DOI:10.1016/S0140-6736(18)31788-4
9. European Association for the Study of the Liver (EASL), European Association for the Study of Diabetes (EASD), European Association for the Study of Obesity (EASO). EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines on the management of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD). *J Hepatol*. 2024;81(3):492-542. DOI:10.1016/j.jhep.2024.04.031
10. Khazaei Y, Dehghanseresht N, Ebrahimi Mousavi S, et al. Association Between Protein Intake From Different Animal and Plant Origins and the Risk of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Case-Control Study. *Clin Nutr Res*. 2023;12(1):29-39. DOI:10.7762/cnr.2023.12.1.29
11. Alferink LJ, Kieft-de Jong JC, Erler NS, et al. Association of dietary macronutrient composition and non-alcoholic fatty liver disease in an ageing population: the Rotterdam Study. *Gut*. 2019;68(6):1088-98. DOI:10.1136/gutjnl-2017-315940
12. Markova M, Pivovarova O, Hornemann S, et al. Isocaloric Diets High in Animal or Plant Protein Reduce Liver Fat and Inflammation in Individuals With Type 2 Diabetes. *Gastroenterology*. 2017;152(3):571-85.e8. DOI:10.1053/j.gastro.2016.10.007
13. Lang S, Martin A, Farowski F, et al. High Protein Intake Is Associated With Histological Disease Activity in Patients With NAFLD. *Hepatol Commun*. 2020;4(5):681-95. DOI:10.1002/hep4.1509
14. Cocate PG, Natali AJ, de Oliveira A, et al. Red but not white meat consumption is associated with metabolic syndrome, insulin resistance and lipid peroxidation in Brazilian middle-aged men. *Eur J Prev Cardiol*. 2015;22(2):223-30. DOI:10.1177/2047487313507684
15. Zhang S, Cui Z, Zhang H, et al. Pea Albumin Extracted from Pea (*Pisum sativum* L.) Seeds Ameliorates High-Fat-Diet-Induced Non-Alcoholic Fatty Liver Disease by Regulating Lipogenesis and Lipolysis Pathways. *Nutrients*. 2024;16(14):2232. DOI:10.3390/nu16142232
16. Yang Z, Gong D, He X, et al. Association between daidzein intake and metabolic associated fatty liver disease: A cross-sectional study from NHANES 2017-2018. *Front Nutr*. 2023;10:1113789. DOI:10.3389/fnut.2023.1113789
17. Zhang S, Kumari S, Gu Y, et al. Soy Food Intake Is Inversely Associated with Newly Diagnosed Nonalcoholic Fatty Liver Disease in the TCLSIH Cohort Study. *J Nutr*. 2020;150(12):3280-27. DOI:10.1093/jn/nxaa297
18. McCarthy EM, Rinella ME. The role of diet and nutrient composition in nonalcoholic fatty liver disease. *J Acad Nutr Diet*. 2012;112(3):401-9. DOI:10.1016/j.jada.2011.10.007
19. Amanat S, Eftekhari MH, Fararouei M, et al. Genistein supplementation improves insulin resistance and inflammatory state in non-alcoholic fatty liver patients: A randomized, controlled trial. *Clin Nutr*. 2018;37(4):1210-25. DOI:10.1016/j.clnu.2017.05.028
20. Li Y, Deng X, Guo X, et al. Preclinical and clinical evidence for the treatment of non-alcoholic fatty liver disease with soybean: A systematic review and meta-analysis. *Front Pharmacol*. 2023;14:1088614. DOI:10.3389/fphar.2023.1088614
21. Eslami O, Shidfar F, Maleki Z, et al. Effect of Soy Milk on Metabolic Status of Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A Randomized Clinical Trial. *J Am Coll Nutr*. 2019;38(1):51-8. DOI:10.1080/07315724.2018.1479990
22. Liu N, Song Z, Jin W, et al. Pea albumin extracted from pea (*Pisum sativum* L.) seed protects mice from high fat diet-induced obesity by modulating lipid metabolism and gut microbiota. *Journal of Functional Foods*. 2022;97:105234. DOI:10.1016/j.jff.2022.105234
23. Liu B, Wang Z, Liang M, Yang L. Rice Protein Reduces Triglyceride Levels through Modulating CD36, MTP, FATP, and FABP Expression in Growing and Adult Rats. *Foods*. 2024;13(17):2704. DOI:10.3390/foods13172704
24. Kubota M, Watanabe R, Hosojima M, et al. Rice bran protein ameliorates diabetes, reduces fatty liver, and has renoprotective effects in Zucker Diabetic Fatty rats. *Journal of Functional Foods*. 2020;70:103981. DOI:10.1016/j.jff.2020.103981
25. Kadowaki M, Kubota M, Watanabe R. Physiological Multifunctions of Rice Proteins of Endosperm and Bran. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2019;65(Suppl.):S42-4. DOI:10.3177/jnsv.65.S42
26. Alferink LJM, Erler NS, de Knecht RJ, et al. Adherence to a plant-based, high-fibre dietary pattern is related to regression of non-alcoholic fatty liver disease in an elderly population. *Eur J Epidemiol*. 2020;35(11):1069-85. DOI:10.1007/s10654-020-00627-2
27. Ивашкин В.Т., Маев И.В., Трухманов А.С., и др. Рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению гастроэзофагеальной рефлюксной болезни. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2020;30(4):70-97 [Ivashkin VT, Maev IV, Trukhmanov AS, et al. Recommendations of the Russian Gastroenterological Association in Diagnosis and Treatment of Gastroesophageal Reflux Disease. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2020;30(4):70-97 (in Russian)]. DOI:10.22416/1382-4376-2020-30-4-70-97
28. Исаков В.А., Морозов С.В., Ставраки Е.С., Комаров Р.М. Анализ распространенности изжоги: национальное эпидемиологическое исследование взрослого городского населения (АРИАДНА). *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2008;1:20-30 [Isakov VA, Morozov SV, Stavradi ES, Komarov RM. Heartburn prevalence analysis: national epidemiologic examination of adult urban population (ARIADNA). *Experimental & Clinical Gastroenterology*. 2008;1:20-30 (in Russian)].
29. Кропачев В.С., Морозов С.В., Ланцева М.А., и др. Анализ особенностей питания у больных гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью: результаты пилотного исследования. *Терапевтический архив*. 2020;92(8):66-72 [Kropachev VS, Morozov SV, Lantseva MA, et al. Food patterns in Russian patients with gastroesophageal reflux disease: the results of pilot comparative study. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2020;92(8):66-72 (in Russian)]. DOI:10.26442/00403660.2020.08.000760
30. Borodina G, Morozov S. Children With Gastroesophageal Reflux Disease Consume More Calories and Fat Compared to Controls of Same Weight and Age. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2020;70(6):808-14. DOI:10.1097/MPG.0000000000002652
31. Морозов С.В. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь: роль факторов питания в патогенезе и лечении. *Вопросы питания*. 2013;82(5):10-22 [Morozov SV. Gastroesophageal reflux disease: the role of nutritional patterns in pathogenesis and treatment. *Voprosy pitaniia*. 2013;82(5):10-22 (in Russian)].
32. Rizzo G, Baroni L, Bonetto C, et al. The Role of a Plant-Only (Vegan) Diet in Gastroesophageal Reflux Disease: Online Survey of the Italian General Population. *Nutrients*. 2023;15(22):4725. DOI:10.3390/nu15224725
33. Baroni L, Bonetto C, Solinas I, et al. Diets including Animal Food Are Associated with Gastroesophageal Reflux Disease. *Eur J Investig Health Psychol Educ*. 2023;13(12):2736-76. DOI:10.3390/ejihpe13120189

34. Bhatia SJ, Reddy DN, Ghoshal UC, et al. Epidemiology and symptom profile of gastroesophageal reflux in the Indian population: report of the Indian Society of Gastroenterology Task Force. *Indian J Gastroenterol.* 2011;30(3):118-27. DOI:10.1007/s12664-011-0112-x
35. Wenzl EM, Riedl R, Borenich A, et al. Low prevalence of gastroesophageal reflux symptoms in vegetarians. *Indian J Gastroenterol.* 2021;40(2):154-61. DOI:10.1007/s12664-021-01156-w
36. Jung JG, Kang HW, Hahn SJ, et al. Vegetarianism as a protective factor for reflux esophagitis: a retrospective, cross-sectional study between Buddhist priests and general population. *Dig Dis Sci.* 2013;58(8):2244-52. DOI:10.1007/s10620-013-2639-4
37. Morozov S, Isakov V, Konovalova M. Fiber-enriched diet helps to control symptoms and improves esophageal motility in patients with non-erosive gastroesophageal reflux disease. *World J Gastroenterol.* 2018;24(21):2291-29. DOI:10.3748/wjg.v24.i21.2291
38. Morozov S, Sentsova T. Local inflammatory response to gastroesophageal reflux: Association of gene expression of inflammatory cytokines with esophageal multichannel intraluminal impedance-pH data. *World J Clin Cases.* 2022;10(26):9254-23. DOI:10.12998/wjcc.v10.i26.9254
39. Martinucci I, Guidi G, Savarino EV, et al. Vegetal and Animal Food Proteins Have a Different Impact in the First Postprandial Hour of Impedance-pH Analysis in Patients with Heartburn. *Gastroenterol Res Pract.* 2018;2018:7572430. DOI:10.1155/2018/7572430
40. Greger M. Best foods for acid reflux (video transcript). NutritionFacts.org. 2019. Available at: <https://nutritionfacts.org/blog/best-foods-for-acid-reflux/#:~:text=Based%20on%20a%20study%20of,protective%20factor%20for%20reflux%20esophagitis>. Accessed: 27.04.2025.
41. Tan ESS, Zaman R, Memon MA, Tan CK. Effect of Fermented Soybean (FSB) Supplementation on Gastroesophageal Reflux Disease (GERD). *Nutrients.* 2024;16(16):2779. DOI:10.3390/nu16162779
42. Flashback Friday: Diet and GERD Acid Reflux Heartburn. Available at: <https://nutritionfacts.org/video/flashback-friday-diet-gerd-acid-reflux-heartburn/#:~:text=Then%20in%20terms%20of%20later,appeared%20to%20increase%20cancer%20risk>. Accessed: 09.05.2025.
43. Zalvan CH, Hu S, Greenberg B, Geliebter J. A Comparison of Alkaline Water and Mediterranean Diet vs Proton Pump Inhibition for Treatment of Laryngopharyngeal Reflux. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;143(10):1023-9. DOI:10.1001/jamaoto.2017.1454
44. Hasani M, Mansour A, Asayesh H, et al. Effect of glutamine supplementation on cardiometabolic risk factors and inflammatory markers: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2021;21(1):190. DOI:10.1186/s12872-021-01986-8
45. Mazzawi T, El-Salhy M. Effect of diet and individual dietary guidance on gastrointestinal endocrine cells in patients with irritable bowel syndrome (Review). *Int J Mol Med.* 2017;40(4):943-52. DOI:10.3892/ijmm.2017.3096
46. Rej A, Sanders DS. Gluten-Free Diet and Its 'Cousins' in Irritable Bowel Syndrome. *Nutrients.* 2018;10(11):1727. DOI:10.3390/nu10111727
47. Boettcher E, Crowe SE. Dietary proteins and functional gastrointestinal disorders. *Am J Gastroenterol.* 2013;108(5):728-36. DOI:10.1038/ajg.2013.97
48. Biesiekierski JR, Newnham ED, Irving PM, et al. Gluten causes gastrointestinal symptoms in subjects without celiac disease: a double-blind randomized placebo-controlled trial. *Am J Gastroenterol.* 2011;106(3):508-14. DOI:10.1038/ajg.2010.487
49. Biesiekierski JR, Peters SL, Newnham ED, et al. No effects of gluten in patients with self-reported non-celiac gluten sensitivity after dietary reduction of fermentable, poorly absorbed, short-chain carbohydrates. *Gastroenterology.* 2013;145(2):320-8.e1-3. DOI:10.1053/j.gastro.2013.04.051
50. Buscail C, Sabate JM, Bouchoucha M, et al. Association between self-reported vegetarian diet and the irritable bowel syndrome in the French NutriNet cohort. *PLoS One.* 2017;12(8):e0183039. DOI:10.1371/journal.pone.0183039
51. Pilipenko V, Lanceva M, Isakov V, Vlasova A. Does a Decrease in Food Diversity Predispose to SIBO? *Current Developments in Nutrition.* 2021;5:443. DOI:10.1093/cdn/nzab038_055
52. Michel F, Hartmann C, Siegrist M. Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plant-based meat alternatives. *Food Quality and Preference.* 2020;87:104063. DOI:10.1016/j.foodqual.2020.104063
53. Farsi DN, Uthumange D, Munoz Munoz J, Commame DM. The nutritional impact of replacing dietary meat with meat alternatives in the UK: a modelling analysis using nationally representative data. *Br J Nutr.* 2022;127(11):1731-71. DOI:10.1017/S0007114521002750
54. Kaartinen NE, Tapanainen H, Maukonen M, et al. Partial replacement of red and processed meat with legumes: a modelling study of the impact on nutrient intakes and nutrient adequacy on the population level. *Public Health Nutr.* 2023;26(2):303-14. DOI:10.1017/S1368980022002440
55. Lawrence AS, Huang H, Johnson BJ, Wycherley TP. Impact of a Switch to Plant-Based Foods That Visually and Functionally Mimic Animal-Sourced Meat and Dairy Milk for the Australian Population – A Dietary Modelling Study. *Nutrients.* 2023;15(8):1825. DOI:10.3390/nu15081825
56. Schweiggert-Weisz U, Etbach L, Gola S, et al. Opinion Piece: New Plant-Based Food Products between Technology and Physiology. *Mol Nutr Food Res.* 2024;68(20):e2400376. DOI:10.1002/mnfr.202400376
57. Estévez M, Arjona A, Sánchez-Terrón G, et al. Ultra-processed vegan foods: Healthy alternatives to animal-source foods or avoidable junk? *J Food Sci.* 2024;89(11):7008-01. DOI:10.1111/1750-3841.17407
58. Salomé M, Huneau JF, Le Baron C, et al. Substituting Meat or Dairy Products with Plant-Based Substitutes Has Small and Heterogeneous Effects on Diet Quality and Nutrient Security: A Simulation Study in French Adults (INCA3). *J Nutr.* 2021;151(8):2435-45. DOI:10.1093/jn/nxab146
59. Marchese LE, McNaughton SA, Hendrie GA, et al. Modeling the Impact of Substituting Meat and Dairy Products with Plant-Based Alternatives on Nutrient Adequacy and Diet Quality. *J Nutr.* 2024;154(8):2411-41. DOI:10.1016/j.tjn.2024.05.029
60. Mayer Labba IC, Steinhausen H, Almius L, et al. Nutritional Composition and Estimated Iron and Zinc Bioavailability of Meat Substitutes Available on the Swedish Market. *Nutrients.* 2022;14(19):3903. DOI:10.3390/nu14193903
61. Kumar M, Tomar M, Potkule J, et al. Advances in the plant protein extraction: Mechanism and recommendations. *Food Hydrocolloids.* 2021;115:106595. DOI:10.1016/j.foodhyd.2021.106595
62. Siegrist A, Green A, Michel F, Mathys A. Comparing the nutritional value and prices of meat and milk substitutes with their animal-based benchmarks across six European countries. *Food Res Int.* 2024;197(Pt 1):115213. DOI:10.1016/j.foodres.2024.115213
63. Hunt JR. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr.* 2003;78(Suppl. 3):633S-3S. DOI:10.1093/ajcn/78.3.633S
64. Gibson RS, Raboy V, King JC. Implications of phytate in plant-based foods for iron and zinc bioavailability, setting dietary requirements, and formulating programs and policies. *Nutr Rev.* 2018;76(11):793-804. DOI:10.1093/nutrit/nuy028
65. Samad A, Kim SH, Kim CJ, et al. From Farms to Labs: The New Trend of Sustainable Meat Alternatives. *Food Sci Anim Resour.* 2025;45(1):13-30. DOI:10.5851/kosfa.2024.e105
66. Reese I, Schäfer C, Ballmer-Weber B, et al. Vegan diets from an allergy point of view – Position paper of the DGAKI working group on food allergy. *Allergol Select.* 2023;7:57-83. DOI:10.5414/ALX02400E
67. Elhailis H, See XY, Osen R, et al. Significance of Fermentation in Plant-Based Meat Analogs: A Critical Review of Nutrition, and Safety-Related Aspects. *Foods.* 2023;12(17):3222. DOI:10.3390/foods12173222
68. Augustin Mihalache O, Dellafiora L, Dall'Asta C. A systematic review of natural toxins occurrence in plant commodities used for plant-based meat alternatives production. *Food Res Int.* 2022;158:111490. DOI:10.1016/j.foodres.2022.111490
69. Kołodziejczak K, Onopiuk A, Szpicer A, Poltorak A. Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific Research: A Review. *Foods.* 2021;11(1):105. DOI:10.3390/foods11010105

Статья поступила в редакцию / The article received: 15.05.2025