

Перспективы обогащения продуктов пищевыми волокнами для лечения и профилактики болезней органов пищеварения

В.И. Пилипенко, И.Б. Перова, А.А. Кочеткова, В.А. Исаков✉

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

Аннотация

Эпидемиологическими исследованиями доказана связь высокого потребления пищевых волокон и снижения риска многих заболеваний. В клинических испытаниях выявлена возможность функциональной регуляции кишки и кишечного микробиома пищевыми волокнами, что может быть значимым при определенных заболеваниях органов пищеварения. В данном обзоре представлена информация по связи физико-химических свойств и функциональных характеристик пищевых волокон, обсуждаются доказательства эффективности их применения в терапии заболеваний органов пищеварения, а также необходимость обогащения пищевых продуктов пищевыми волокнами.

Ключевые слова: пищевые волокна, здоровый рацион, эффективность пищевых волокон, обогащенные продукты

Для цитирования: Пилипенко В.И., Перова И.Б., Кочеткова А.А., Исаков В.А. Перспективы обогащения продуктов пищевыми волокнами для лечения и профилактики болезней органов пищеварения. Терапевтический архив. 2023;95(8):701–705.

DOI: 10.26442/00403660.2023.08.202328

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2023 г.

REVIEW

Prospects of dietary fibers food fortification for the treatment and prevention of gastrointestinal diseases: A review

Vladimir I. Pilipenko, Irina B. Perova, Alla A. Kochetkova, Vasily A. Isakov✉

Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Abstract

Epidemiological studies have proven the connection between high consumption of dietary fiber and a reduction in the risk of many diseases. In clinical trials, the possibility of functional regulation of the intestine and intestinal microbiome by dietary fibers has been revealed, which may be significant in certain diseases of the digestive system. This review provides information on the relationship between the physico-chemical properties and functional characteristics of dietary fibers, discusses evidence of the effectiveness of their use in the treatment of diseases of the digestive system, discusses the need to enrich food with dietary fibers.

Keywords: dietary fiber, healthy diet, the effectiveness of dietary fiber, enriched food

For citation: Pilipenko VI, Perova IB, Kochetkova AA, Isakov VA. Prospects of dietary fibers food fortification for the treatment and prevention of gastrointestinal diseases: A review. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2023;95(8):701–705. DOI: 10.26442/00403660.2023.08.202328

Введение

Интерес к пищевым волокнам (ПВ) обеспечен растущим объемом доказательств их положительного влияния на здоровье. В 2015 г. выполнен метаанализ эпидемиологических исследований значимости ПВ в профилактике различных заболеваний: установлено, что поступление каждых дополнительных 7 г в день ПВ обеспечивало статистически достоверное снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний, колоректального рака. В 2019 г. эти результаты подтверждены другим метаанализом 185 эпидемиологических исследований (135 млн человеко-лет), где максимальное снижение рисков установлено при потреблении ПВ в диапазоне 25–29 г/сут [1]. На основании этой хорошо доказанной взаимосвязи величин потребления ПВ

и здоровья в большинстве стран рекомендованы нормы потребления ПВ 25–35 г/сут, однако среднее потребление ПВ населением во всем мире пока остается низким (существенно меньше 20 г/сут) [2].

Помимо возможностей профилактики ПВ обладают значимым терапевтическим потенциалом, особенно в отношении заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Национальные и международные клинические рекомендации допускают использование ПВ в лечении синдрома раздраженного кишечника, воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), дивертикулярной болезни и при запоре [3]. Потенциал ПВ как терапевтического агента при лечении заболеваний ЖКТ обусловлен их влиянием на расщепление и абсорбцию нутриентов, улучшением гли-

Информация об авторах / Information about the authors

✉Исаков Василий Андреевич – д-р мед. наук, проф., зав. отд-нием гастроэнтерологии и гепатологии. Тел.: +7(916)659-40-05; e-mail: vasily.isakov@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4417-8076

Пилипенко Владимир Иванович – канд. мед. наук, науч. сотр. отд-ния гастроэнтерологии и гепатологии. ORCID: 0000-0001-5632-1880

Перова Ирина Борисовна – канд. фарм. наук, ст. науч. сотр. лаб. метаболомного и протеомного анализа. ORCID: 0000-0001-5975-1376

Кочеткова Алла Алексеевна – чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф., зав. лаб. пищевых биотехнологий и специализированных продуктов. ORCID: 0000-0001-9821-192X

✉Vasily A. Isakov. E-mail: vasily.isakov@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4417-8076

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

Irina B. Perova. ORCID: 0000-0001-5975-1376

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

кемического и липидемического ответа, регуляцией уровня холестерина в крови за счет торможения реабсорбции желчных кислот, изменением скорости кишечного транзита, увеличением объема и изменением pH кишечного содержимого, усилением барьерной функции кишечной стенки, а также динамикой состава и метаболической активности микробиома [3]. Различия физико-химических характеристик ПВ (например, растворимости, вязкости и ферментируемости) определяют особенности их терапевтического потенциала в различных отделах ЖКТ.

Повышая вязкость кишечного содержимого, ПВ способны замедлять усвоение нутриентов, что может оказаться полезным в отношении ограничения поступления избыточной энергии, но, с другой стороны, может сопровождаться снижением биодоступности витаминов, минералов и фитонутриентов [4]. В клинических исследованиях ранее установлено, что включение вязких ПВ (пектинов) в жидкую пищу приводит к задержке опорожнения желудка, а псиллиум на скорость опорожнения не влияет [5]. С помощью скинтиграфии доказано, что употребление отрубей грубого помола с рисом сказывается на скорости опорожнения желудка, а высокоизмельченные отруби такого эффекта на оказывали [6]. Потребление пищи, богатой ПВ, способствует сокращению времени кишечного транзита из-за стимуляции моторики увеличенным объемом кишечного содержимого, причем данный эффект является дозозависимым: снижение около 0,78 ч на каждый 1 г/сут ПВ пшеницы [7]. Наиболее эффективны в отношении увеличения объема кишечного содержимого неферментируемые ПВ с хорошей способностью связывать воду, которые могут снижать повреждающий потенциал содержимого в просвете кишки (например, вторичных желчных кислот) в отношении слизистой оболочки [8]. Добавление в пищу псиллиума формирует вязкоэластичное содержимое в кишке, уменьшает плотность каловых масс и увеличивает их объем, что облегчает перемещение по кишечнику [9]. При диарее эти же свойства псиллиума повышают плотность жидкого стула и замедляют время кишечного транзита [10]. Обогащение рациона ферментируемыми ПВ способствует повышению уровня короткоцепочечных жирных кислот (КЖК), которые способствуют устранению повреждений слизистой оболочки кишки и оказывают местное противовоспалительное действие: способствуют правильной дифференцировке В-клеток, восстанавливают синтез иммуноглобулина А на фоне бесшлаковой диеты, позволяют макрофагам и дендритным клеткам поддерживать дифференцировку противовоспалительных T_{reg} и ИЛ-10-продуцирующих Т-клеток через ингибирование гистонацетилазы, снижают продукцию провоспалительных интерлейкина (ИЛ)-17 и ИЛ-22 γ ДТ-клетками, подавляют продукцию провоспалительных медиаторов NO, ИЛ-6 и ИЛ-12 кишечными макрофагами, уменьшают инфильтрацию эозинофилов в эпителии [11, 12]. Применение бесшлаковых рационов сопровождается нарушением секреции глюкагоноподобного пептида-1 и 2, которые синергически способствуют восстановлению целостности кишечного эпителия и его физиологической проницаемости, а также ростом популяции *Bacteroides thetaiotaomicron* и *Akkermansia muciniphila*, которые разрушают муцин и истончают слой кишечной слизи [13, 14]. ПВ как основной компонент содержимого, поступающего в слепую кишку, играют значимую роль в обеспечении видового разнообразия и количественных соотношений бактерий, населяющих кишечник, из-за различий отдельных микроорганизмов по наличию ферментов для расщепления полисахаридных связей. Влияние большинства ПВ на рост микроорганизмов видоспецифично и носит дозозависимый характер [15, 16].

Эффективность ПВ при заболеваниях ЖКТ

Учет особенностей физико-химических характеристик конкретного ПВ, его физиологических эффектов и возможных проблем с толерантностью является основополагающим для реализации клинических эффектов ПВ. Эффективность ПВ при синдроме раздраженного кишечника, дивертикулярной болезни и функциональных запорах общеизвестна и хорошо раскрыта в большом числе рандомизированных клинических исследований [17–25], однако для других заболеваний результаты применения ПВ все еще исследуются.

Воспалительные заболевания кишечника. Целесообразность применения ПВ при ВЗК неоднозначна: с одной стороны, их возможный терапевтический потенциал обусловлен усилением продукции КЖК (особенно бутирата), что может ослабить выраженность кишечного воспаления за счет регуляции экспрессии цитокинов (ИЛ-10, интерферон γ и ИЛ-1 β) колоницитами [26, 27], с другой – в исследованиях с трибутирином и β -фруктанами повышение уровня бутирата в кишке сопровождалось усилением кишечного воспаления из-за повышения активности ИЛ-1 β и ингибированием NLRP3-рецептора, усилением продукции активных форм кислорода, влияющих на GLP-1R-рецепторы [28, 29]. Плохая переносимость отдельных ПВ у пациентов с ВЗК может обуславливаться утратой микроорганизмов, способных к ферментации, что делает их неферментируемыми, и их взаимодействием с рецепторами кишки запускает воспалительные изменения [30]. Пребиотическое влияние ПВ может положительно повлиять на характерное для пациентов с болезнью Крона сокращение численности *Bifidobacterium* и *Faecalibacterium prausnitzii* и сниженную продукцию КЖК у пациентов с неспецифическим язвенным колитом [30, 31]. Хотя качественных клинических исследований по применению ПВ у больных с ВЗК крайне мало, имеющиеся результаты позволяют предположить, что применение ПВ способно поддерживать ремиссию, а также восстанавливать целостность кишечного эпителия [26].

В систематическом обзоре четырех исследований по поддержанию ремиссии с помощью ПВ с участием 213 пациентов с язвенным колитом в одном обнаружено сохранение ремиссии через 12 мес во всех основных группах (псиллиум по сравнению с месалазином и с комбинированной терапией псиллиумом и месалазином), в то время как в другом показана более низкая частота неэффективной комбинированной терапии псиллиумом и месалазином (28%) в течение года по сравнению с одним месалазином (35%) [26]. С другой стороны, наблюдательное когортное исследование с участием 1619 пациентов с ВЗК показало, что высокое потребление ПВ связано со снижением риска обострения у пациентов с болезнью Крона (скорректированное отношение шансов 0,58, 95% доверительный интервал 0,37–0,90), чего не наблюдалось у пациентов с язвенным колитом (скорректированное отношение шансов 1,82, 95% доверительный интервал 0,92–3,60) [32]. Систематический обзор терапии ВЗК включал 5 исследований с участием 114 пациентов с язвенным колитом, где выявлено положительное влияние ПВ (например, проросшего ячменя, комбинированных олигофруктозы-инулина) на динамику активности заболевания [26]. Однако в 5 исследованиях с участием 193 пациентов с болезнью Крона положительного эффекта ПВ не выявлено, а в 3 исследованиях не обнаружено различий эффективности диеты с высоким содержанием ПВ по сравнению с другими диетическими вмешательствами в когортах с активной и неак-

тивной стадией заболевания [26]. В целом представленные результаты показывают, что язвенный колит более восприимчив к терапии ПВ, чем болезнь Крона, возможно, из-за образования КЖК в месте поражения [26]. Ранее в клинической практике бездоказательно рекомендовалось сокращение употребления продуктов с высоким содержанием ПВ на период рецидива заболевания, однако в настоящее время полагают, что как во время ремиссии, так и во время рецидива нет необходимости в ограничении потребления ПВ при условии хорошей их переносимости.

Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь. Ранее исследователи отмечали наличие относительно низкого потребления ПВ у пациентов с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью [33]. В открытом проспективном исследовании установлено, что использование псиллиума по 5 г 3 раза в день (эквивалент 12,5 г/сут растворимых ПВ) в течение 10 дней способствовало достоверному увеличению давления покоя нижнего пищеводного сфинктера (с $5,41 \pm 10,1$ до $11,3 \pm 9,4$ мм Нг; $p=0,023$) и снижению числа гастроэзофагеальных рефлюксов (с $67,9 \pm 17,7$ до $42,4 \pm 13,5$; $p<0,001$). Наиболее вероятным объяснением противорефлюксной эффективности этой разновидности ПВ является ускорение опорожнения желудка и снижение кислотности его содержимого, помимо этого рассматривается возможность связывания псиллиумом поступающего с пищей оксида азота, что нейтрализует его негативное влияние на работу нижнего пищеводного сфинктера [34]. С другой стороны, включение в рацион фруктоолигосахаридов негативно отражается на работе нижнего пищеводного сфинктера, возможно, за счет эффектов глюкагоноподобного пептида-1, обусловленных ферментацией этих ПВ в толстой кишке [35]. Необходимо проведение крупных плацебо-контролируемых исследований, чтобы подтвердить полученные ранее результаты.

Синдром избыточного роста бактерий в тонкой кишке. В исследовании, изучавшем особенности питания больных с синдромом избыточного роста бактерий – СИБР ($n=988$), отмечено, что во всех группах СИБР с избытком в выдыхаемом воздухе H_2 , CH_4 или H_2 , CH_4 потребление ПВ оказалось достоверно ниже, чем в группе контроля ($19,1$ г/сут против $21,3$ г/сут; $p=0,007$) [36]. В более поздних работах, посвященных СИБР, наиболее значимым отличием рационов пациентов с СИБР также выявлено низкое содержание ПВ [37]. К сожалению, к настоящему времени опубликованы лишь единичные работы, в которых у больных с СИБР оценивался эффект от модификации рациона ПВ. Так, добавление 5 г/сут гуаровой камеди во время приема стандартной дозы рифаксимина позволило увеличить эффективность терапии СИБР с 62 до 87% за счет усиления метаболической активности микрофлоры при утилизации ПВ и изменения скорости кишечного транзита [38]. Количество ПВ в рационе пропорционально толщине слоя слизи в кишечнике [39], что в свою очередь может способствовать усилению барьерной функции слизистой оболочки тонкой кишки и увеличить сопротивляемость к колонизации бактериальной флорой. Кроме того, ПВ ферментируются с образованием летучих жирных кислот, что сдвигает pH в просвете кишки в сторону кислых значений, а это ограничивает рост бактериоидов [40].

Неалкогольная жировая болезнь печени. В случае неалкогольной жировой болезни печени наиболее эффективным видом диетотерапии является применение гипокалорийных рационов. Включение в рацион ПВ способствует сокращению объема пищи за счет усиления насыщаемости, обусловленной продукцией анорексигенных гормонов и по-

давления продукции грелина [41]. В рандомизированных контролируемых исследованиях доказано, что включение в рацион олигофруктозы или инулина способствовало снижению массы тела и улучшило контроль глюкозы у лиц с ожирением по сравнению с плацебо [42, 43]. В клинических исследованиях установлено, что увеличение потребления ПВ с 19 до 29 г/сут снижает концентрацию зонулина в сыворотке крови и уровень печеночных ферментов, уменьшает выраженность стеатоза печени, возможно, за счет уменьшения кишечной проницаемости [44]. Ферментация ПВ с накоплением в просвете кишки КЖК восстанавливает барьерную функцию кишки и уменьшает поток бактериальных метаболитов в печень, ингибирование ими активности гистонацетилтрансфераз уменьшает выраженность стеатогепатита, посредством влияния на АМФ-активируемую протеинкиназу они способствуют расходу энергии и окислению липидов гепатоцитами [45]. Эпидемиологические исследования зафиксировали факт обратной корреляции выраженности фиброза печени с уровнем потребления ПВ, а повышение потребления ПВ с 38 до 117 мг/кг в сутки снижало риск неалкогольной жировой болезни печени на 60% [46]. Сравнение эффективности 12-недельного применения сопоставимых гипокалорийных рационов с включением овсяных ПВ и без них показало, что рационы одинаково эффективны в отношении редукции массы тела, но в группе, употреблявшей ПВ, уменьшение жировой массы в печени выражено сильнее ($1,1 \pm 0,2$ против $1,9 \pm 0,3$; $p<0,05$) [47].

Необходимость внедрения обогащенных ПВ пищевых продуктов

Для того чтобы реализовать описанный лечебно-профилактический потенциал ПВ, необходимо добиться регулярного употребления достаточных количеств ПВ наибольшим числом населения. Однако, несмотря на серьезные усилия по пропаганде пользы употребления ПВ, их потребление в популяции остается довольно низким (с 1999 по 2008 г. оно составило всего около 15 г/сут при рекомендуемой норме потребления 20–25 г/сут) [48]. Обогащенные ПВ наиболее популярных пищевых продуктов может снизить остроту данной проблемы: исследованиями установлено, что доступность обогащенных ПВ продуктов приводит к увеличению потребления ПВ более чем на 10 г/сут по сравнению аналогично построенным рационом из небогатых продуктов [49]. Применение концепции обогащения продуктов ПВ способно значительно улучшить качество питания населения, в то время как прежние усилия по увеличению потребления ПВ за счет роста частоты употребления овощей, фруктов и цельных злаков признаны малоэффективными [49]. Особенно важно нарастить регулярное потребление ПВ молодежью и подростками: именно в юном возрасте, когда происходит закладка функциональных резервов организма и полноценность питания определяет эффективность профилактики заболеваний старшего возраста, в то же время коррекция питания в более зрелом возрасте имеет, к сожалению, существенно меньшую эффективность [50]. В данной возрастной категории достижение этой цели будет достигнуто скорее доступностью обогащенных ПВ продуктов, чем применением ПВ в виде лекарственных препаратов или биологически активных добавок, содержащих ПВ.

Совокупность описанных особенностей строения и физико-химических свойств различных видов ПВ должна обязательно учитываться при создании обогащенных пищевых продуктов, предназначенных для восполнения

дефицита в пищевых рационах традиционных источников ПВ. Основными группами обогащенной ПВ пищевой продукции, представленной сегодня на российском рынке, являются: хлебные продукты: хлеб, хлебобулочные и макаронные изделия, готовые завтраки, хлопья, каши, обогащенные мучные кондитерские изделия, обогащенная молочная продукция (в том числе кисломолочные продукты), обогащенные напитки (в том числе кисели), другие виды обогащенных пищевых продуктов (мясные изделия). При этом подбор ПВ осуществляется с учетом его известных физико-химических параметров, исследования влияния физиологически значимых концентраций ПВ на качество разрабатываемого продукта, модификации рецептуры продукта с целью нивелирования возможных изменений, вызванных введением ПВ. Так, инулин является неподходящим ПВ для обогащения макаронных изделий из-за снижения в них содержания белка и вымывания инулина кипящей водой во время приготовления, а добавление рисовых отрубей в сосиски способствует усилению окисления липидов [51, 52].

Заключение

Питание играет значимую роль в лечении и профилактике заболеваний органов пищеварения, и ПВ из-за своего влияния на все аспекты кишечной физиологии являются неотъемлемой частью оптимального рациона. К настоящему времени созрела острая необходимость в разработке новых диетических (лечебных и профилактических) пи-

щевых продуктов, обогащенных ПВ, с хорошими потребительскими свойствами и доказанной пользой для здоровья. Широкое внедрение обогащенных ПВ пищевых продуктов является многообещающей стратегией предупреждения и лечения заболеваний органов пищеварения.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

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 поддержана Российским научным фондом (грант №19-76-30014-П).

Funding source. Grant of the Russian Science Foundation №19-76-30014-P.

Список сокращений

ВЗК – воспалительные заболевания кишечника
ЖКТ – желудочно-кишечный тракт
ИЛ – интерлейкин

КЖК – короткоцепочечные жирные кислоты
ПВ – пищевые волокна
СИБР – синдром избыточного роста бактерий

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Reynolds A, Mann J, Cummings J, et al. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet*. 2019;393:434-45. DOI:10.1016/S0140-6736(18)31809-9
- Mayor S. Eating more fibre linked to reduced risk of non-communicable diseases and death, review finds. *BMJ*. 2019;364:1159. DOI:10.1136/bmj.1159
- Gill SK, Rossi M, Bajka B, Whelan K. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2020;18:101-16. DOI:10.1016/j.cdnut.2023.100105.
- Harland BF. Dietary fibre and mineral bioavailability. *Nutr Res Rev*. 1989;2:133-47. DOI:10.1079/NRR19890011
- Sanaka M, Yamamoto T, Anjiki H, et al. Effects of agar and pectin on gastric emptying and post-prandial glycaemic profiles in healthy human volunteers. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2007;34(11):1151-5. DOI:10.1111/j.1440-1681.2007.04706.x.
- Vincent R, Roberts A, Frier M, et al. Effect of bran particle size on gastric emptying and small bowel transit in humans: a scintigraphic study. *Gut*. 1995;37(2):216-9. DOI:10.1136/gut.37.2.216
- de Vries J, Miller PE, Verbeke K. Effects of cereal fiber on bowel function: a systematic review of intervention trials. *World J Gastroenterol*. 2015;21:8952-63. DOI:10.3748/wjg.v21.i29.8952
- Chaplin MF. Fibre and water binding. *Proceed Nutr Soc*. 2003;62(1):223-7. DOI:10.1079/PNS2002203
- Christodoulides S, Dimidi E, Fragkos KC, et al. Systematic review with metaanalysis: effect of fibre supplementation on chronic idiopathic constipation in adults. *Aliment Pharmacol Ther*. 2016;44:103-16. DOI:10.1111/apt.13662
- Bliss DZ, Savik K, Jung HJ, et al. Dietary fiber supplementation for fecal incontinence: a randomized clinical trial. *Res Nurs Health*. 2014;37:367-78. DOI:10.1002/nur.21616
- Zhang F, Fan D, Huang J, Zuo T. The gut microbiome: linking to inflammatory diseases. *Medicine in Microecology*. 2022;14:100070. DOI:10.1016/j.medmic.2022.100070
- Kim M, Kim CH. Regulation of humoral immunity by gut microbial products. *Cell Host Microbe*. 2016;20(2):202-14. DOI:10.1080/19490976.2017.1299311
- Hunt JE, Hartmann B, Schoonjans K, et al. Dietary Fiber Is Essential to Maintain Intestinal Size, L-Cell Secretion, and Intestinal Integrity in Mice. *Front Endocrinol*. 2021;12:640602. DOI:10.3389/fendo.2021.640602
- Desai MS, Seekatz AM, Koropatkin NM, et al. A Dietary Fiber-Deprived Gut Microbiota Degrades the Colonic Mucus Barrier and Enhances Pathogen Susceptibility. *Cell*. 2016;167:1339-53.e21. DOI:10.1016/j.cell.2016.10.043
- So D, Whelan K, Rossi M, et al. Dietary fiber intervention on gut microbiota composition in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2018;107:965-83. DOI:10.1093/ajcn/nqy041
- Holscher HD. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut microbes*. 2017;8(2):172-84. DOI:10.1080/19490976.2017.1290756
- Akrami M, Sasani MR. Dietary Habits Affect Quality of Life: Bowel Obstruction Caused by Phytobezoar. *Iran J Public Health*. 2016;45:1080-2.
- National Institute for Health and Care Excellence. Irritable bowel syndrome in adults: diagnosis and management. NICE, 2017.
- Quigley EMM, et al. Irritable bowel syndrome: a global perspective. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines. 2015. Available at: <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/global-guidelines/irritable-bowel-syndrome-ibs/irritable-bowel-syndrome-ibs-english>. Accessed: 31.05.2023.
- Moayyedi P, Quigley EM, Lacy BE, et al. The effect of fiber supplementation on irritable bowel syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Am J Gastroenterol*. 2014;109:1367-74. DOI:10.1038/ajg.2014.195

21. Strate LL, Keeley BR, Cao Y, et al. Western dietary pattern increases, and prudent dietary pattern decreases, risk of incident diverticulitis in a prospective cohort study. *Gastroenterology*. 2017;152:1023-30.e2. DOI:10.1053/j.gastro.2016.12.038
22. Crowe FL, Balkwill A, Cairns BJ, et al. Source of dietary fibre and diverticular disease incidence: a prospective study of UK women. *Gut*. 2014;63:1450-6. DOI:10.1136/gutjnl-2013-304644
23. Tursi A, Elisei W. Diet in colonic diverticulosis: is it useful? *Pol Arch Intern Med*. 2020;130(3):232-9. DOI:10.20452/pamw.15199
24. Dukas L, Willett WC, Giovannucci EL. Association between physical activity, fiber intake, and other lifestyle variables and constipation in a study of women. *Am J Gastroenterol*. 2003;98:1790-6. DOI:10.1111/j.1572-0241.2003.07591.x
25. Alrefaai L, Cade JE, Burley VJ. Dietary fibre intake and constipation in the UK Women's Cohort Study. *Proc Nutr Soc*. 2013;72:E287. DOI:10.1017/S0029665113003145
26. Wedlake L, Slack N, Andreyev HJ, Whelan K. Fiber in the treatment and maintenance of inflammatory bowel disease: a systematic review of randomized controlled trials. *Inflamm Bowel Dis*. 2014;20:576-86. DOI:10.1097/01.MIB.0000437984.92565.31
27. Asarat M, Apostolopoulos V, Vasiljevic T, Donkor O. Short-chain fatty acids regulate cytokines and Th17/Treg cells in human peripheral blood mononuclear cells in vitro. *Immunol Invest*. 2016;45:205-22. DOI:10.3109/08820139.2015.1122613
28. Singh V, Vijay Kumar M. Beneficial and detrimental effects of processed dietary fibers on intestinal and liver health: health benefits of refined dietary fibers need to be redefined! *Gastroenterol Rep*. 2020;8(2):85-9. DOI:10.1093/gastro/goz072
29. Di Rosa C, Altomare A, Imperia E, et al. The Role of Dietary Fibers in the Management of IBD Symptoms. *Nutrients*. 2022;14:4775. DOI:10.3390/nu14224775
30. De Preter V, Joossens M, Ballet V, et al. Metabolic profiling of the impact of oligofructose-enriched inulin in Crohn's disease patients: a double-blinded randomized controlled trial. *Clin Transl Gastroenterol*. 2013;4:e30. DOI:10.1038/ctg.2012.24
31. James SL, Christophersen CT, Bird AR, et al. Abnormal fibre usage in UC in remission. *Gut*. 2015;64:562-70. DOI:10.1136/gutjnl-2014-307198
32. Brotherton CS, Martin CA, Long MD, et al. Avoidance of fiber is associated with greater risk of Crohn's disease flare in a 6-month period. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2016;14:1130-6. DOI:10.1016/j.cgh.2015.12.029
33. El-Serag HB, Satia JA, Rabeneck L. Dietary intake and the risk of gastro-oesophageal reflux disease: a cross sectional study in volunteers. *Gut*. 2005;54:11-7. DOI:10.1136/gut.2004.040337
34. 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):2291-9. DOI:10.3748/wjg.v24.i21.2291
35. Morozov S. Letter: dietary fibre benefits for the oesophagus-physical rather than metabolic action? *Aliment Pharmacol Ther*. 2019;49:1367-72. DOI:10.1111/apt.15238
36. Пилипенко В.И., Исаков В.А., Балмашнова А.В. Пищевые паттерны больных с синдромом избыточного бактериального роста в кишечнике. *Вопросы диетологии*. 2018;8(1):17-26 [Pilipenko VI, Isakov VA, Balmashnova AV. Food patterns of patients with the syndrome of excessive bacterial growth in the intestine. *Questions of Dietetics*. 2018;8(1):17-26 (in Russian)]. DOI:10.20953/2224-5448-2018-1-17-26
37. Пилипенко В.И., Исаков В.А., Власова А.В., и др. Взаимосвязь способов тепловой кулинарной обработки пищи с наличием синдрома избыточного бактериального роста в тонкой кишке. *Вопросы питания*. 2020;89(3):106-13 [Pilipenko VI, Isakov VA, Vlasova AV, et al. Interrelation of methods of thermal culinary processing of food with the presence of the syndrome of excessive bacterial growth in the small intestine. *Questions of Nutrition*. 2020;89(3):106-13 (in Russian)]. DOI:10.24411/0042-8833-2020-10035
38. Furnari M, Parodi A, Gemignani L, et al. Clinical trial: the combination of rifaximin with partially hydrolysed guar gum is more effective than rifaximin alone in eradicating small intestinal bacterial overgrowth. *Aliment Pharmacol Ther*. 2010;32(8):1000-6. DOI:10.1111/j.1365-2036.2010.04436.x
39. Porter NT, Martens EC. The critical roles of polysaccharides in gut microbial ecology and physiology. *Annu Rev Microbiol*. 2017;71(8):349-69. DOI:10.1146/annurev-micro-102215-095316
40. Flint HJ, Duncan SH, Louis P. The impact of nutrition on intestinal bacterial communities. *Curr Opin Microbiol*. 2017;38:59-65. DOI:10.1016/j.mib.2017.04.005
41. Pérez-Montes de Oca A, Julián MT, Ramos A, et al. Microbiota, Fiber, and NAFLD: Is There Any Connection? *Nutrients*. 2020;12. DOI:10.3390/nu12103100
42. Parnell JA, Reimer RA. Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults. *Am J Clin Nutr*. 2009;89:1751-9. DOI:10.3945/ajcn.2009.27465
43. Ferrarese R, Ceresola ER, Preti A, Canducci F. Probiotics, prebiotics and synbiotics for weight loss and metabolic syndrome in the microbiome era. *Eur Rev Med Pharm Sci*. 2018;22:7588-605. DOI:10.26355/eurrev_201811_16301
44. Krawczyk M, Maciejewska D, Rytarska K, et al. Gut Permeability Might be Improved by Dietary Fiber in Individuals with Nonalcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) Undergoing Weight Reduction. *Nutrients*. 2018;10:1793. DOI:10.3390/nu10111793
45. Zhu Y, Yang H, Zhang Y, et al. Dietary fiber intake and non-alcoholic fatty liver disease: The mediating role of obesity. *Front Public Health*. 2023;10:1038435. DOI:10.3389/fpubh.2022.1038435
46. Cantero I, Abete I, Monreal JJ, et al. Fruit Fiber Consumption Specifically Improves Liver Health Status in Obese Subjects under Energy Restriction. *Nutrients*. 2017;9:667. DOI:10.3390/nu9070667
47. Schweinlin A, Ulbrich S, Stauß S, et al. Vergleich einer kommerziell erhältlichen, Formula-basierten, mit Haferballaststoffen angereicherten Ernährungstherapie mit einer isokalorischen diätetischen Therapie ohne Formula zur Therapie der nicht-alkoholischen Fettlebererkrankung (NAFLD) eine randomisierte, kontrollierte Interventionsstudie. *Z Gastroenterol*. 2018;56:1247-56. DOI:10.1055/a-0668-2891
48. Li YO, Komarek AR. Dietary fibre basics: Health, nutrition, analysis, and applications. *Food Quality and Safety*. 2017;1:47-59. DOI:10.1093/fqs/fyx007
49. Brandl B, Rennekamp R, Reitmeier S, et al. Offering Fiber-Enriched Foods Increases Fiber Intake in Adults With or Without Cardiometabolic Risk: A Randomized Controlled Trial. *Front Nutr*. 2022;9:816299. DOI:10.3389/fnut.2022.816299
50. Song M, Garrett WS, Chan AT. Nutrients, foods, and colorectal cancer prevention. *Gastroenterology*. 2015;148(6):1244-60.e16. DOI:10.1053/j.gastro.2014.12.035
51. Bustos MC, Perez GT, Leon AE. Effect of Four Types of Dietary Fiber on the Technological Quality of Pasta. *Food Sci Tech Int*. 2011;17(3):0213-9. DOI:10.1177/1082013210382303
52. Sofi SA, Singh J, Rafiq S, Rashid R. Fortification of Dietary Fiber Ingredients in Meat Application: A Review. *Int J Biochem Res Rev*. 2017;19(2):1-14. DOI:10.9734/IJBARR/2017/36561

Статья поступила в редакцию / The article received: 31.05.2023



OMNIDOCTOR.RU