

В.В. Бережной, Ю.И. Бондарец

Роль пребиотиков в обеспечении здоровья ребенка: литературные данные и собственные исследования

Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика, г. Киев, Украина

Modern Pediatrics.Ukraine.2019.6(102):90-98; doi 10.15574/SP.2019.102.90

For citation: Berezhniy VV, Bondarets Yul. (2019). The Role of Prebiotics in Ensuring Health of Children: Literature Review and Own Research. Modern Pediatrics.Ukraine. 6(102): 90-98. doi 10.15574/SP.2019.102.90

В статье приведены краткие исторические сведения, классификация и требования к пребиотикам. Показана клиническая эффективность галакто-, фруктоолигосахаридов, инулина, мальтодекстрина, пищевых волокон и необходимость их использования для лечения и профилактики функциональных расстройств кишечника. Приведены данные о необходимости использования пребиотиков как одного из основных компонентов симбиотических комплексов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ключевые слова: пребиотик, дети, фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды, инулин, лактулоза, мальтодекстрин, пищевые волокна.

The Role of Prebiotics in Ensuring Health of Children: Literature Review and Own Research

V.V. Berezhniy, Yu.I. Bondarets

Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine

The article provides a brief historical data, classification and requirements for prebiotics. The clinical efficacy of galacto-, fructooligosaccharides, inulin, maltodextrin, dietary fiber and the need for their use for the treatment and prevention of functional bowel disorders are shown. The data on the need to use prebiotics as one of the main components of symbiotic complexes are given.

No conflict of interest was declared by the authors.

Key words: prebiotic, children, fructooligosaccharides, galactooligosaccharides, inulin, lactulose, maltodextrin, dietary fibre.

Роль пребіотиків у забезпеченні здоров'я дитини: літературні дані та власні дослідження

В.В. Бережний, Ю.І. Бондарець

Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна

У статті наведені короткі історичні відомості, класифікація та вимоги до пребіотиків. Показана клінічна ефективність галакто-, фруктоолигосахаридів, інуліну, мальтодекстрину, харчових волокон та необхідність їх використання для лікування та профілактики функціональних розладів кишечника. Наведені дані про необхідність застосування пребіотиків як одного з основних компонентів симбіотичних комплексів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: пребіотик, діти, фруктоолигосахариди, галактоолигосахариди, інулін, лактулоза, мальтодекстрин, харчові волокна.

Здоров'я ребенка во многом зависит от состояния микробной экологической системы организма, которая выполняет широкий спектр жизненно важных функций, влияя на пищеварение, иммунитет, синтез ряда биологически активных веществ и т.д.

Более 100 лет тому назад выдающийся ученый, лауреат Нобелевской премии И.И. Мечников предположил, что молочнокислые бактерии благотворно влияют на здоровье человека. Это относится, прежде всего, к кисломолочным продуктам, полученным при сквашивании молока болгарской палочкой — *Lactobacillus bulgaricus*.

В дальнейшем роль нормальной микрофлоры в жизнедеятельности организма была подтверждена Анри Тиссьером (Институт Пастера), который из кала грудного ребенка выделил бифидумбактерию и рекомендовал ее вводить младенцам при диарее.

В 60-е годы XX в. живые непатогенные микроорганизмы, которые оказывали положительное влияние на организм человека, стали называть пребиотиками. Разработаны требования для определения статуса пребиотика: точная идентификация, отсутствие патогенных

и токсигенных свойств, устойчивость к действию желудочного сока и желчи, наличие способности адгезии к эпителию, длительность персистенции в кишечнике, антагонизм к патогенам, положительное влияние на иммунитет, генетическая стабильность и др.

Определены функции пробиотических бактерий: барьерная, метаболическая, синтетическая (синтез витаминов группы В: В1, В2, В3, В6, В12, витамина К), иммуномодулирующая, штаммоспецифическая активность, продукция бактериоцинов, угнетение колонизации патогенов, снижение уровня холестерина, в результате чего их широко начали использовать для лечения различных заболеваний у детей — диареи, запора, аллергических заболеваний, инфекции дыхательных и мочевыводящих путей, обеспечения гомеостаза организма и приэпителиальной биологической пленки.

В группу пребиотиков включены: бифидумбактерии, лактобациллы, дрожжевые микроорганизмы *Saccharomyces cerevisiae*, некоторые штаммы апатогенной кишечной палочки. Пребиотики входят в состав различных пищевых продуктов и добавок, лекарственных препаратов.

Для обеспечения жизнедеятельности пробиотических штаммов необходимы питательные вещества, которые избирательно стимулируют рост и метаболическую активность полезных человеку бактерий. Поиск веществ, которые стимулируют их пролиферацию, привел к обнаружению бифидогенных факторов и появлению термина «пребиотик», который был введен в обиход G. Gibson и M. Robertroid в 1995 г. [15].

Одними из первых бифидогенных факторов, стимулирующих развитие бифидобактерий в кишечнике ребенка, были неконъюгированные гликаны (фукозилированные и сиалилированные), которые обнаружены в женском молоке и определены как олигосахариды грудного молока [3]. В настоящее время известно около тысячи различных видов олигосахаридов женского молока.

Термином «пребиотик» в разных странах обозначают различные понятия. Европейским агентством по безопасности продуктов питания (European Food Safety Authority, EFSA), Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенной Нации (Food and Agriculture Organization, FAO), а также Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) термин «пребиотики» используется для обозначения пищевых компонентов для коррекции изменений микробиоты, которые приносят пользу здоровью хозяина [23].

В Российской Федерации, в соответствии с ГОСТ Р 52349–2005, «пребиотик» определяется как «продукт пищевой», а также «физиологически функциональный ингредиент в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающий при систематическом употреблении в пищу человека в составе пищевых продуктов, благоприятное воздействие на организм в результате избирательной стимуляции роста и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника» [6].

Экспертами Международной научной ассоциации пробиотиков и пребиотиков (International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics, ISAPP) в 2017 г. предложено новое определение термина: «пребиотик — субстрат, который селективно используется микроорганизмами хозяина, что обеспечивает пользу для его здоровья» [6,14]. Пребиотиком считается любое вещество, в том числе и неуглеводного происхождения. Спектр его действия более широкий и связан не только с положительным влиянием в желудочно-кишечном тракте на стимуляцию роста нормальной микрофлоры, угнетение патогенов, но и на другие функции, такие как кардиометаболизм за счет снижения уровня липопротеидов крови, синтеза короткоцепочных жирных кислот. Способствует абсорбции ионов Ca, Mg, Fe, повышая биодоступность минеральных ве-

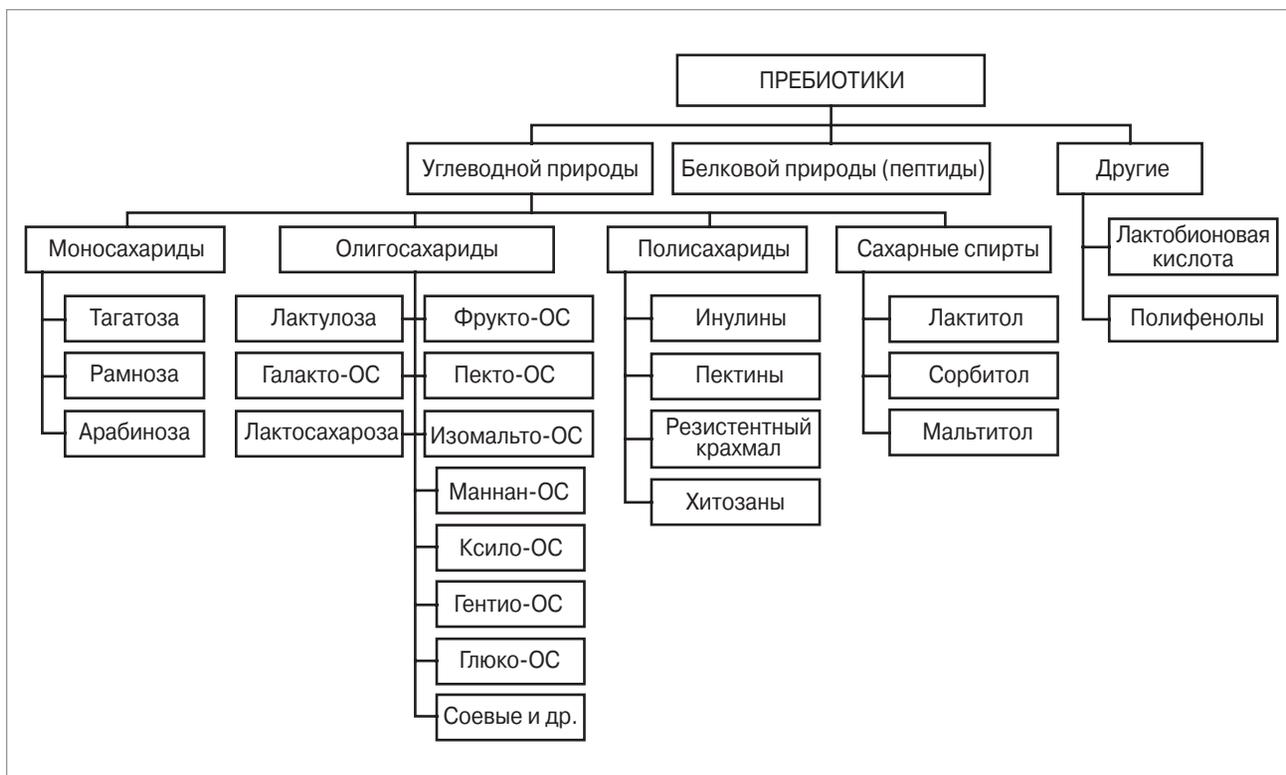


Рис. Классификация пребиотиков согласно их химической структуре

ществ и улучшая активность костной системы. Положительно влияют на психическое здоровье, улучшая функцию головного мозга и когнитивное развитие за счет метаболитов. А также стимулируют функцию иммунной системы — синтез IgA, модуляция цитокинов.

Классификация пребиотиков

Единой классификации пребиотиков не существует, а основным критерием происхождения является химическое строение их молекул. До недавнего времени к пребиотикам относили только вещества углеродной природы, преимущественно олигосахариды (неперевариваемые короткоцепочные углеводы). Затем перечень пребиотиков был значительно расширен, и к ним стали относить также вещества белковой природы (аминокислоты), витамины, низкомолекулярные ненасыщенные жирные кислоты, антиоксиданты, пектины и др.

Происхождение пребиотиков может быть природным (натуральным) и искусственным. Природное происхождение имеют инулин, пектин, соевые олигосахариды. Синтетические пребиотики — это производные лактозы, лактулоза, галактоолигосахариды (ГОС), лактид и др., для которых используется сырье животного происхождения.

На рисунке показана одна из классификаций пребиотиков, основанная на их химической структуре [6].

В другой классификации систематизированы бифидогенные олигосахариды, отличающиеся длиной цепочек мономеров и их химической структурой. Выделяют 12 классов: галактоолигосахариды (ГОС), лактулоза, лактосахароза, фруктоолигосахариды (ФОС), палатинозоолигосахариды, гликозилсахароза, мальтоолигосахариды, изомальтоолигосахариды, циклодекстрины, соевые олигосахариды, гентиоолигосахариды, ксилоолигосахариды [21].

При выборе симбиотических препаратов у детей с лечебной и профилактической целью следует учитывать требования, которые предъявляются к пребиотикам: не гидролизироваться пищеварительными ферментами и не всасываться в верхних отделах желудочно-кишечного тракта; являться селективным субстратом для одного или нескольких родов полезных бактерий; обладать способностью изменять баланс кишечной микрофлоры в сторону более благоприятного для организма хозяина состава; индуцировать полезные эффекты не только на уровне желудочно-

кишечного тракта, но и на уровне организма в целом (системный эффект).

Галакто- и фруктоолигосахариды

Галакто- и фруктоолигосахариды (ГОС/ФОС) являются наиболее востребованными пребиотиками, входят в состав некоторых симбиотиков — препаратов, содержащих одновременно пробиотик и пребиотик, оказывающий синергизм к соответствующему виду бактерий, например: Лактимак форте, фермент Флор Джуниор и др.

В настоящее время достаточно хорошо изучен комплекс ГОС/ФОС, который входит в состав молочных адаптированных смесей и обладает бифидогенным эффектом. Учеными голландского научного центра Numico Researeng разработана оригинальная пробиотическая смесь, состоящая из короткоцепочных ГОС (90%) и длинноцепочных ФОС (10%). Входящие в состав смеси олигосахариды не расщепляются ферментами желудка, поджелудочной железы, компонентами желчи и в не измененном виде достигают толстого кишечника, где происходит их ферментация бифидобактериями, стимуляция их роста и сопутствующих лактобацилл. Кроме бифидогенного эффекта комплекс ГОС/ФОС нормализует частоту и консистенцию стула у детей с функциональными нарушениями пищеварения, увеличивает выработку секреторного IgA [4, 11,16,22,26]. Указанный выше комплекс, имитирующий влияние олигосахаридов грудного молока, рекомендован для добавления в адаптированные детские смеси Европейским агентством по безопасности продуктов питания (European Food Safety Authority, EFSA) [12].

Современные адаптированные молочные смеси для вскармливания детей, обогащенные пребиотиками ГОС/ФОС, выпускаются такими компаниями, как «Нестле» (NAN тройной комфорт, Nestogen-1), «Нутриция» (Нутрилон 1, 2, 3, 4 с пронутра плюс, Нутрилон гипоаллергенный, кисломолочный, комфорт и др.). Кроме указанных выше смесей, содержащих двухкомпонентные пребиотики (ГОС/ФОС), на рынке Украины также присутствуют молочные смеси, содержащие только один пребиотик: ГОС — компания «Ниб» (комфорт, комбиотик НА), олигосахариды — «Фрисо» (Фрисолак голд, Фрисовом, Фрисонен).

При клинической оценке эффективности пребиотиков (ГОС/ФОС), используемых для обогащения смесей, установлено положительное их влияние для устранения функциональных нарушений пищеварения [5,22].

Стул у младенцев становился чаще и мягче, уменьшалась его плотность, и по консистенции приближался к стулу детей, находящихся на грудном вскармливании. При этом также происходила нормализация количества бифидо- и лактобактерий, зависящая от дозы пребиотика.

Результаты других исследований показали, что у детей с минимальными гастроинтестинальными нарушениями, находящихся на искусственном вскармливании, был установлен положительный эффект при употреблении смесей, обогащенных ГОС и ФОС [25]. Наблюдалось уменьшение частоты кишечных колик, снижение эпизодов срыгивания.

Данные метаанализа, приведенные Комитетом по питанию ESPGHAN, подтвердили положительное влияние смесей, обогащенных пребиотиками, на характер стула и его частоту, снижение рН кала и отсутствие негативного влияния на рост здоровых младенцев [10]. Комитет по питанию также сделал заключение о дифференцированном подходе к оценке эффективности и безопасности разных пребиотиков.

Особого внимания заслуживает использование в рационе детей других продуктов питания — каш, обогащенных пребиотиками. Как показали результаты двойного плацебо-контролируемого исследования в основной группе — здоровые дети, получавшие кашу с олигофруктозой и инулином в течение 4 недель, — титры поствакцинальных коревых антител выросли в 6,6 раза, в то время как в группе сравнения — дети, получавшие кашу без пребиотиков, — увеличение титров было только в 4,6 раза [13].

Результаты еще одного исследования по изучению эффективности употребления продуктов прикорма, обогащенных ГОС и инулином у детей на искусственном вскармливании, показали увеличение количества бифидобактерий в кишечнике [27,28].

Инулин

Кроме ГОС и ФОС широкое применение в пищевой промышленности получил инулин, который является одним из самых изученных пребиотиков. Нативный инулин в наибольшем количестве содержится в экстракте из корней цикория, клубней топинамбура, клубней и корней георгины, артишока и одуванчика. Наряду с ФОС и олигофруктозой он входит в группу фруктанов-пребиотиков, являясь полимером Д-фруктозы. При частичном ферментативном гидролизе инулина образуется олигомер олигофруктоза.

Инулин и олигофруктоза увеличивают абсорбцию магния, железа, меди, цинка, вита-

мина D3. Снижают концентрацию холестерина и глюкозы крови. Доказано, что прием инулина, обогащенного олигофруктозой, значительно повышает усвоение кальция, благоприятно влияет на минерализацию, плотность, рост, резорбцию и ремоделирование костной ткани [2].

Инулин не переваривается в верхних отделах пищеварительного тракта, транзитом проходит в толстый кишечник, где гидролизуется микробными ферментами до моносахаридов с последующим образованием короткоцепочечных жирных кислот, являющихся субстратом для жизнедеятельности бифидогенных бактерий. Обладает трофическим действием и служит дополнительным источником энергии для эпителиальных клеток слизистой оболочки толстого кишечника; обладает эффектом прямого связывания патогенов, способствует смещению рН кала в кислую сторону; оказывая действие на рецепторы толстой кишки, усиливает перистальтику. Этот пребиотик взаимодействует с рецепторами клеток иммунорезонанса (дендритными клетками, Т- и В-лимфоцитами пейеровых бляшек), участвует в синтезе противовоспалительных цитокинов, влияет на содержание интерлейкина-10, простагландина E2, иммуноглобулина E и A.

Проведено исследование по изучению действия инулина, который использовался для обогащения адаптированных молочных смесей при вскармливании детей до трех месяцев. Установлено его положительное влияние на характер стула и увеличение содержания бифидо- и лактобактерий [18,19].

В качестве пребиотической добавки инулин также применяется для изготовления каш (молочная, овсяная, гречневая, рисовая) компании «Него» (Швейцария), «Прогресс» (Россия). Является составной частью детских чаев, витаминных комплексов, печенья, фруктовых пюре («Него», Швейцария).

Результаты исследований по изучению эффективности каш, обогащенных инулином, у детей в возрасте 6–12 мес. со склонностью к запорам, показали, что употребление этого продукта привело к нормализации стула — он стал самостоятельным и ежедневным [20].

В последнее время на фармацевтическом рынке Украины появились симбиотические многокомпонентные препараты, которые имеют разный состав пробиотических штаммов полезной микрофлоры человека вместе с пребиотиком инулином: Ротабиотик, Опефера и др.

В составе симбиотика Ротабиотик пробиотические компоненты представлены лакто- и бифидобактериями: *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium ssp.* (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. infantis*), а также *Streptococcus thermophilus*.

Streptococcus thermophilus способствует улучшению переваривания и всасывания лактозы за счет наличия фермента — β -галактозидазы, уплотнению биопленки на эпителии кишечной стенки, стимулирует рост бифидобактерий, подавляет рост кишечной палочки с патогенными свойствами, а также способствует снижению холестерина и повышению иммуностимулирующего эффекта путем синтеза экзополисахаридов.

Lactobacillus acidophilus стойкая к действию желудочного сока, желчи, обладает адгезивными свойствами по отношению к эпителию кишечника, способствует восстановлению барьерной функции слизистой, продуцирует бактериоцины, подавляющие рост и развитие патогенных микроорганизмов, в том числе метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus* (MRSA) и *Clostridium defficile*, проявляет антиоксидантный эффект по отношению к ротавирусной инфекции, а также стимулирует фагоцитарную активность нейтрофилов, продукцию секреторного IgA и интерферона.

Lactobacillus bulgaricus в симбиозе с другими бактериями выделяет антибактериальные, детоксицирующие, антисклеротические, противораковые вещества, способствует регуляции состава микрофлоры кишечника, повышает фагоцитоз чужеродных микробов, за счет образования молочной кислоты препятствует размножению патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, *E. coli*, стрептококка, стимулирует выработку В-лимфоцитов.

Bifidobacterium bifidum подавляет размножение патогенной, гнилостной и газообразующей микрофлоры, нейтрализует токсины, принимает участие в пищеварении, синтезе витаминов, нормализации обмена микроэлементов, особенно кальция, железа, проявляет иммуностимулирующую активность.

Bifidobacterium infantis стойкая к действию желчных кислот, способствует нормализации нормального состава микрофлоры кишечника, и уровня провоспалительных цитокинов.

Bifidobacterium longum угнетает рост патогенных бактерий, обладает противовоспалительными свойствами. Заселяя организм ребен-

ка в первые часы после рождения, способствует формированию устойчивого иммунитета. Снижает уровень холестерина, положительно влияя на работу печени и почек у пациентов с гиперхолестеринемией. Участвует в выработке витамина B7 (биотина). Снижает частоту развития алиментарных аллергических реакций у детей.

Для оценки эффективности симбиотика Ротабиотик нами проведено изучение его действия у детей с ювенильным ревматоидным артритом (ЮРА), преимущественно суставной формой, и активностью заболевания I–II ст. с наличием дисбиотических нарушений микробиоты толстого кишечника. Основными клиническими проявлениями диспептического синдрома были: снижение аппетита, периодическая боль в животе, метеоризм, запор.

При бактериологическом исследовании фекалий у 29 детей с ЮРА дисбиоз I–III ст. за счет снижения количества лактобактерий $<10^6$ КОЕ, бифидобактерий $<10^7$ КОЕ выявлен у больше половины пациентов. Также обнаружено повышение содержания условно-патогенной и патогенной микрофлоры — грибов рода *Candida*, гемолитических и плазмокоагулирующих стафилококков, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* с измененными ферментативными свойствами и *Proteus mirabilis* по сравнению с нормой.

Всем детям проводилась коррекция выявленных изменений микробиоты путем добавления Ротабиотика к базисной терапии ревматоидного артрита у детей. Курс лечения составлял 25 дней. При повторном обследовании после лечения установлена положительная динамика за счет устранения клинических проявлений дисбиоза и нормализации микробиоты кишечника.

Лактулоза

К классическим пребиотикам относится лактулоза — дисахарид, синтезируемый из галактозы и фруктозы. Лактулоза, являясь синтетическим дисахаридом, применяется как лекарственный препарат для лечения запоров и печеночной энцефалопатии. Пребиотическая олигофруктоза присутствует во многих пищевых продуктах — пшеница, лук, чеснок, бананы.

В организме человека нет фермента, который расщепляет лактулозу, поэтому она в не измененном виде достигает толстой кишки, где избирательно стимулирует рост нормальной микрофлоры кишечника (бифидо-, лактобактерии). Является пищевым материалом для бифидобактерий, снижает рН в толстом кишечнике, связывая воду, способствует раз-

мягчению фекалий, нейтрализует токсические метаболиты — аммиак, скатол, индол, образующиеся в процессе пищеварения, способствует абсорбции минералов (магний, кальций, железо, цинк, медь).

С помощью бифидобактерий разлагается до короткоцепочных жирных кислот, стимулирует функцию печени, предотвращает образование камней в печеночном тракте. Также используется в терапии почечной недостаточности, связывая азотистые шлаки в кишечнике и уменьшая время прохождения пищи по желудочно-кишечному тракту.

В Украине препараты лактулозы под представлены под различными названиями — Дуфалак, Нормазе, Медулак, Лактусан, она входит в состав таких симбиотиков, как Лабиллакт.

Мальтодекстрин

Последние десятилетия внимание исследователей было привлечено к использованию мальтодекстрина как пребиотического продукта. Мальтодекстрин как химическое соединение состоит из глюкозы (0–50%), декстрина (0–70%), мальтозы (19–85%).

Декстрины — это группа низкомолекулярных углеводов, образующихся при гидролизе крахмала α -амилазой слюны и поджелудочной железы. Имеют такую же формулу, как и крахмал, но более короткую длину цепей. Ферментация крахмала может осуществляться также некоторыми бактериями, например, *Bacillus macerans*, с образованием циклических декстринов, используемых в промышленности в качестве водорастворимого клея, в пищевой промышленности как загустителя, в фармацевтических препаратах как связывающего вещества.

Мальтоза является солодовым сахаром (в переводе с латинского *maltum* — сахар). Это природный дисахарид, построенный двумя остатками D-глюкозы, соединенными между собой. Мальтозу получают в результате брожения солода злаковых культур — пшеницы, ржи, риса, овса. Она богата минералами и витаминами.

Мальтодекстрин нетоксичен, не расщепляется желудочным соком, не вызывает аллергических реакций. Часто используется в детском питании, улучшая моторику желудочно-кишечного тракта, насыщая глюкозой организм ребенка. Его действия похожи на пищевые волокна, которые препятствуют запорам. Мальтодекстрин снижает уровень холестерина в крови. Полезен спортсменам, особенно профессиональным бегунам, как энергетический продукт, длительно поступающий в кровь,

а также при игре в теннис, плавание. Следует помнить, что разовое поступление большого количества мальтодекстрина может вызвать быстрое повышение инсулина крови.

Мальтодекстрин образует защитный слой на раневой поверхности, нормализуя грануляцию ткани, что важно в хирургической практике [1].

Одним из главных направлений использования мальтодекстрина является применение этого олигосахарида для оптимизации симбиотических отношений с пробиотическими штаммами [24]. Установлено, что совместное применение мальтодекстрина и кислотоустойчивого штамма *Lactobacillus acidophilus* оптимизировали *in vitro* симбиотические отношения пробиотика и пребиотика. В других исследованиях было показано влияние концентрации мальтодекстрина на рост культуры *Lactobacillus acidophilus* [17].

Добавление мальтодекстрина при производстве биоогурта с низким содержанием жира повышает жизнеспособность пробиотических штаммов (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*) и органолептические свойства конечного продукта в течении всего периода хранения, что рекомендуется для использования в промышленном производстве.

При вскармливании грудных детей, как здоровых, так и с функциональными нарушениями пищеварения, применяются адаптированные молочные смеси, в состав которых входят пребиотические волокна ГОС/ФОС и мальтоза (Нутрилон-2, пепти, аминокомфорт, антирефлюкс). Наличие в смесях двух пребиотических веществ значительно усиливает их влияние на нормальную микрофлору кишечника у детей.

Мальтодекстрин также входит в состав молочных смесей для вскармливания здоровых детей компании «Friso» (Фрисолак-1, 2, 3).

Оптимизация симбиотических связей достигается путем совместного применения пробиотика *Lactobacillus acidophilus* с добавкой двух пребиотиков — ГОС и мальтодекстрина [24]. Показана способность выживания и роста лактобацилл в кислой среде. При использовании другого штамма *Lactobacillus casei* в сочетании с ФОС, мальтодекстрином и полиненасыщенными кислотами усиливался эффект пробиотических микроорганизмов в тонком кишечнике, а наличие ФОС оказывало положительное пребиотическое действие в толстой кишке.

В результате экспериментальных исследований на поросятах установлен положительный

эффект в группе, получавшей комплекс *Lactobacillus paracasei* с мальтодекстрином, за счет уменьшения количества *Escherichia coli*, клостридий, энтеробактерий, которые колонизировали слизистую оболочку кишечника гнотобиотических животных, увеличение количества лакто- и бифидобактерий по сравнению с контрольной группой, не получавшей симбиотический комплекс. Установлен также стимулирующий эффект полиненасыщенных жирных кислот на увеличение количества *Lactobacillus paracasei* [9].

При сравнительной оценке мальтодекстрина, лактулозы выявлена более значительная устойчивость их в модельной среде желудка *in vitro* по сравнению с инулином [8]. Результаты исследований свидетельствовали о том, что пребиотик мальтодекстрин в комбинации с пробиотическими штаммами является эффективным продуктом для конструирования различных симбиотиков.

Установлено положительное влияние пребиотика мальтодекстрина в сочетании с различными лактобациллами (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*), бифидобактериями, пропионобактериями на повышение их жизнеспособности и увеличение срока хранения конечного продукта, что важно при конструировании симбиотика [7].

В настоящее время в Украине реализуется несколько симбиотиков, содержащих мальтодекстрин: Пробиолог, Пробиланс для детей и др.

Пищевые волокна

К пребиотикам также относятся пищевые волокна (полисахариды). Различают три группы пищевых волокон:

1. Ферментируются бактериями полностью:
 - пектин (содержится в овощах и фруктах);
 - камеди — водорастворимые клейящиеся полисахариды, состоящие из глюкозы, галактозы, маннозы, арабинозы, рамнозы;
 - слизь — полисахариды из семян льна, морских водорослей;
 - гемицеллюлоза злаковых и кукурузных растений;
2. Ферментируются бактериями частично (целлюлоза, гемицеллюлоза).
3. Не ферментируются бактериями (ликнин).

Пищевые волокна (клетчатка) — это вещества растительного происхождения, входящие в состав фруктов, овощей, злаков и др., которые не перевариваются и не усваиваются организмом, не содержат минералов, витаминов и других питательных веществ. Разделяются на:

— растворимые, которые впитывают воду и увеличиваются в объеме. Попадая в организм, вызывают чувство насыщения при заполнении желудка. Содержатся в яблоках, апельсинах, картофеле, моркови, овсе, ячмене, фасоли.

— нерастворимые — почти не впитывают воду и не изменяются в объеме. Попадая в кишечник человека, стимулируют его работу, ускоряя выведение остатков пищи. Содержатся в отрубях, цельном зерне.

Пищевые волокна не всасываются в тонком кишечнике и достигают толстого кишечника в не измененном виде. Регулирует перистальтику кишечника за счет усиления его моторики и увеличения объема стула. Являются субстратом для микрофлоры кишечника, стимулируя ее рост.

Адсорбируют желчные кислоты, регулируя их обратное всасывание. Нормализуют среду обитания нормофлоры кишечника, способствуя росту бифидо- и лактобактерий. Значительное количество пищевых волокон используется микрофлорой толстого кишечника для своей жизнедеятельности.

Пищевые волокна обладают антиканцерогенным эффектом, препятствуя развитию рака кишечника.

Благодаря высоким абсорбционным свойствам и антиоксидантной активности способствуют выведению токсинов из организма.

Формируют гелеобразные структуры, ускоряют опорожнение желудка и прохождение пищи через кишечный тракт.

Пищевые волокна могут содержать как крахмальные, так и некрахмальные полисахариды. Последние содержат целлюлозу. Могут также быть нецеллюлозные полисахариды, среди которых различают гемицеллюлозу, пектины, камеди, слизь, декстрины.

Клетчатка необходима для улучшения работы кишечника, стимуляции роста микрофлоры. Она снижает уровень сахара и холестерина крови.

Целлюлоза — один из самых распространенных полисахаридов. Является главной составляющей клеточных стенок растений, обуславливая их прочность и эластичность. В организме целлюлоза не расщепляется ферментами желудочно-кишечного тракта (амилазой, мальтазой).

Гемицеллюлоза — это собирательное название неперевариваемых полисахаридов, обнаруженных в клеточных мембранах растений. Состоит из разных моносахаридов, содержится во многих фруктах, овощах и злаках. В кишеч-

нике, впитывая влагу, набухает и создает чувство насыщения. Содержащаяся в овсяных отрубях гемицеллюлоза способствует регулярным испражнениям, предотвращая запоры. Является бифидогенным фактором.

Пектины — полисахариды, содержащиеся в овощах и фруктах. Широко используются в кондитерской промышленности. Обладают сорбирующими свойствами, выводят из организма радионуклиды, тяжелые металлы, служат питательным веществом для микробиоты кишечника, увеличивая синтез витаминов группы В, фолиевой кислоты. Являются источником калия. Оказывают диуретическое действие, нормализуют моторную функцию желудочно-кишечного тракта и желчных путей.

Следует отметить, что в настоящее время используются многие рафинированные пищевые продукты, не содержащие пищевых волокон, что отрицательно сказывается на процессах пищеварения, функциональной активности желудочно-кишечного тракта. Недостаток пищевых волокон в рационе детей можно компенсировать путем употребления отрубей (пшеничных, ржаных, овсяных). Хорошим источником клетчатки являются сухофрукты, хлеб грубого помола с отрубями.

Выводы

На сегодня доказано положительное влияние пребиотиков на различные функции организма, в первую очередь на количественный и качественный состав микробиоты кишечника. Это способствует нормальному функционированию иммунной, пищеварительной системы, метаболической активности, что в конечном итоге может быть использовано для профилактики заболеваний кишечного тракта, дыхательной системы и др.

Выбор пребиотических продуктов должен быть основан на доказательности, а также учитывать пребиотическую активность (избирательное стимулирование бифидо- и лактобактерий) и технологические свойства для изготовления продукции.

Требует дальнейшей разработки оценка эффективности применения пищевых волокон растительного происхождения с профилактической целью у детей.

Появление на рынке новых симбиотиков с различными пробиотическими штаммами и пребиотическими веществами диктует необходимость изучения показаний для их применения с оценкой эффективности и безопасности.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

- Aroyan MV, Sagradyan GV, Kompantsev DV. (2015). Maltodextrin use for wound and inflammatory processes treatment and prospects of drug forms manufacturing on its basis. *Pharmacy and Pharmacology*. 1(8): 23—26 [Ароян МВ, Саградян ГВ, Компанцев ДВ. (2015). Использование мальтодекстрина для лечения раневых и воспалительных процессов и перспективы создания лекарственных форм на его основе. *Фармация и фармакология*. 1(8): 23—26].
- Zaichenko OE. (2014). Prebiotics, probiotics and synbiotics in the prevention of osteoporosis. *Ukrainian Therapeutic Journal*. 1: 85—94. [Зайченко ОЕ. (2014). Пребиотики, пробиотики и синбиотики в профилактике остеопороза. *Український терапевтичний журнал*. 1: 85—94].
- Lukoynova OL, Borovik TE, Surzhik AV. (2017). Reconsidered Concept of «Prebiotics» and Their Impact on the children's Organism. *Current Pediatrics*. 16(6): 516—521 [Лукоянова ОЛ, Боровик ТЭ, Суржик АВ. (2017). Новые взгляды на понятие «пребиотики» и их влияние на организм ребенка. *Вопросы современной педиатрии*. 16(6): 516—521].
- Nyankovsky SL. (2010). Prebiotics and probiotics — can be practiced in a professional and licensed vacuum in children. *Children's doctor*. 4(6): 5—8 [Няньковский СЛ. (2010). Пребиотики і пробиотики — можливості профілактичного і лікувального використання у дітей. *Дитячий лікар*. 4(6): 5—8].
- Safronova AI, Kon'ya, Georgieva OV. (2013). Enrichment of products for children food with prebiotics: achievements and challenges. *Current Pediatrics*. 12(1): 87—92 [Сафронова АИ, Конь ИЯ, Георгиева ОВ. (2013). Обогащение продуктов детского питания пребиотиками: достижения и проблемы. *Вопросы современной педиатрии*. 12(1): 87—92].
- Khramtsov AG, Ryabtseva SA, Budkevich RO et al. (2018). Prebiotics as functional food ingredients: terminology, choice and comparative evaluation criteria, classification. *Problems of Nutrition*. 87(1): 5—17 [Храмцов АГ, Рябцева СА, Будкевич РО и соавт. (2018). Пребиотики как функциональные пищевые ингредиенты: терминология, критерии выбора и сравнительной оценки, классификация. *Вопросы питания*. 87(1): 5—17].
- Batawy OE, Khalil OS. (2018). Manufacture and Properties of Low-Fat Bio Yoghurt Containing Probiotic Strains and Maltodextrin as Prebiotic. *J Prob Health*. 6: 192.
- Bekeris M, Grube M, Upite D et al. (2010). The Resistance of Some Prebiotic Bacteria in the Stomach Model Environment. *LLU Rakski*. 24(319): 55—64.
- Bomba A, Nemcova R, Gancarcikova et al. (2002). Improvement of the probiotic effect of micro-organisms by their combination with maltodextrins, fructo-oligosaccharides and polyunsaturated fatty acids. *Br J Nutr*. 88(1): 95—99.
- Braegger C, Chmielevska A, Desci T et al. (2011). Supplementation of infant formula with probiotics and/or prebiotics: a systematic review and comment by ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 52(2): 238—250.
- Bruzzese E, Volpicelli M, Squeglia V et al. (2009). A formula containing galacto- and fructooligosaccharides prevents intestinal and extra intestinal infections: an observational study. *Clin Nutr*. 28(2): 156—161.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the essential composition on infant and follow-on formulae (2014). *EFSA Journal*. 12(7): 3760.
- Firmansayh A, Pramila G, Fassler A et al. (2000). Improved humoral immune response to measles vaccine in infants receiving infant cereal with fructooligosaccharides. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. Abstract 521.
- Gibson G, Hutkins R, Sanders M et al. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 14: 491—502.

15. Gibson GR, Robertoid MB. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.* 125: 1401–1412.
16. Gruber C, van Stuijvenberg M, Mosca F et al. (2015). Immunoactive prebiotics transiently prevent occurrence of early atopic dermatitis among low-atopy-risk infants. *J Allergy Clin Immunol.* 136(6): 1696–1698.
17. Guzman-Maldonado H, Paredes-Lopes O. (1995). Amyolytic enzymes and products derived from starch: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 35(5): 373–403.
18. Kim SH, Lee DH, Meyer D. (2007). Supplementation on baby formula with native inuline has a prebiotic effect in formula-fed babies. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 16: 172–177.
19. Kon Ya, Abramova TV, Pustograyev NN et al. (2008). A study of a new dried adapted milk formula in nutrition of infants. *Questios of practical Pediatrics.* 3(4): 76–81.
20. Kon Ya, Safronova AI, Abramova TV et al. (2012). Cereals with inuhn in nutrition of infants. *Russian bulletin of perinatology and Pediatrics.* 3: 106–110.
21. Modler HW, Birlouer I, Holland S et al. (1996). Oligosaccharides and probiotic bacteria. *Bull IDF.* 313: 58.
22. Moro G, Minoli I, Mosca M, Fanaro S, Jelinek J, Stahl B, Boehm G. (2002). Dosage-related bifidogenic effects of galacto- and fructooligosaccharides in formula-fed term infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 34(3): 291–295.
23. Pineiro M, Aps NG, Reid G et al. (2008). FAO technical meeting on prebiotics. *J Clin Gastroenterol.* 42: 156–159.
24. Quddos MY, Farooq U, Husain S et al. (2018). Optimizing the in vitro Synbotic relationship of Probiotic (Acid resistant strain of *Lactobacillus Acidophilus*) and prebiotics (Galacto-Oligosaccharide and Maltodextrin). *Int J Sci Innov.* 1(2): 75–83.
25. Savino F, Cresi F, Maccario S et al. (2003). «Minor» feeding problems during the first month of life: effect of a partially hydrolysed milk formula containing fructo- and galactooligosaccharides. *Acta Paediatrica.* 92: 86–90.
26. Scholtens PA, Alliet P, Raes M et al. (2008). Fecal secretory immunoglobulin A is increased in healthy infants who receive a formula with short-chain galactooligosaccharides and long-chain fructooligosaccharides. *J Nutr.* 138(6): 1141–1147.
27. Sholtens P, Alles M, Bindels JG et al. (2006). Bifidogenic effect of solid weaning added prebiotic oligosaccharides: a randomized controlled clinical trial. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 42(5): 553–559.
28. Sholtens P, Alles M, van Der Linde E et al. (2003). Introduction of solid weaning foods with added prebiotic oligosaccharides affects the composition of the intestinal microflora. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 4(36): 566.

Відомості про авторів:

Бережний Вячеслав Владимирович — д.мед.н., проф. каф. педиатрії № 2 НМАПО імені П.Л. Шупика. Адрес: г. Киев, ул. Богатырская, 30; тел. (044) 412-16-70.
Бондарец Юлия Ивановна — аспирант каф. педиатрії №2 НМАПО імені П.Л. Шупика. Адрес: г. Киев, ул. Богатырская, 30; тел. (044) 412-16-70.

Статья поступила в редакцию 28.01.2019 г.; принята в печать 24.08.2019 г.

21st Annual World Congress on Pediatrics

March 27–28, 2020 Barcelona, Spain

Theme: Current Challenges in Delivering Pediatric and Neonatal Research

Pediatrics 2020 conference will focus on the latest and exciting innovations in all the areas of Pediatrics research. This year's annual congress highlights the theme, «Current Challenges in Delivering Pediatric and Neonatal Research» which reflects the innovative progress in Pediatric disease research. The conference includes child health care workshops, symposiums, special keynote sessions conducted by eminent and renowned speakers who excel in the field of pediatrics which include the topics pediatric immunology, pediatric hematology and oncology, pediatric allergy, pediatric cardiology, pediatric neurology, pediatric psychology, pediatric emergencies etc. This International Pediatric Conference also encourages the active participation of young student researchers as we are hosting Poster Award Competition and Young research Forum at the conference venue.

Target Audience for Pediatrics Conferences:

- Pediatricians
- Health Practitioners
- Pediatric Associations and Societies
- Primary Care Physicians
- Nurses, Family physicians
- Physician assistants
- Neonatologists
- Research Institutes
- Educational Institutes
- Nutrition based companies
- Pharmaceutical companies engaged in manufacturing, development and commercialization of drugs and surgical equipment's

Abstract Submission / Registration

peditrics@pediatricsconferences.com

General Queries

peditrics@pediatricsconferences.com

Sponsors / Exhibiting / Advertising

peditrics@eventsupporting.org

<https://pediatrics.conferenceseries.com/>