

УДК 613.221, 641.053.2

DOI: 10.46548/21vek-2022-1159-0016

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИДЕКСТРОЗЫ В ПИТАНИИ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

© Автор(ы) 2022

ORCID: 0000-0002-1770-4456

ФОМИЧЕВА Дарья Андреевна, аспирант*Университет ИТМО**(197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, дом 49, лит. А., e-mail: dashafom19@mail.ru)*

ORCID: 0000-0002-0642-3325

ResearcherID: ABA-7956-2020

ScopusID: 57212340331

МЕЛЬЧАКОВ Роман Максимович, аспирант*Университет ИТМО**(197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, дом 49, лит. А., e-mail: romanmelchakov@mail.ru)*

SPIN: 1952-6859

AuthorID: 934676

ORCID: 0000-0001-9118-1449

ResearcherID: V-3692-2019

ScopusID: 57197822533

ЛЕПЕШКИН Артем Ильич, кандидат технических наук*Университет ИТМО**(197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, дом 49, лит. А., e-mail: artyom.lepeshkin@gmail.com)*

Аннотация. Пищевые волокна являются неотъемлемой частью полноценного питания и здоровья как взрослых, так и детей. Женское грудное молоко богато разнообразными олигосахаридами, однако, дети раннего возраста, находящиеся на искусственном вскармливании, могут испытывать их дефицит в связи с тем, что большинство обычных адаптированных смесей не содержит в составе пребиотиков. В других молочных смесях, несмотря на большое количество безопасных и одобренных пищевых волокон, для обогащения используются всего три вида олигосахаридов: фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды и инулин. Полидекстроза является пребиотиком и обладает полифункциональными свойствами. Поэтому целью данного исследования является определение перспектив применения пищевого волокна полидекстрозы в составе продуктов питания для детей раннего возраста. В статье приведен обзор существующих исследований по применению полидекстрозы в качестве пребиотика для детей с рождения до 4 лет. Рассмотренные исследования определили, что полидекстроза является перспективным и безопасным ингредиентом для обогащения детских продуктов пищевыми волокнами, она переносится аналогично уже применяемому в детском питании олигосахаридам, обеспечивая более мягкий стул, увеличение бифидогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, нормальный рост и развитие детей. И хотя в приведенных исследованиях полидекстроза успешно применялась в комплексе с другими пребиотиками, она также может применяться самостоятельно для обогащения детских продуктов пищевыми волокнами.

Ключевые слова: полидекстроза, пищевые волокна, пребиотики, галактоолигосахариды, дети раннего возраста, младенцы, адаптированные молочные смеси, последующие адаптированные молочные смеси.

**PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF POLYDEXTROSE IN THE NUTRITION
OF INFANT CHILDREN**

©The Author(s) 2022

FOMICHEVA Daria Andreevna, post-graduate student
MELCHAKOV Roman Maksimovich, post-graduate student
LEPESHKIN Artem Ilyich, phd*ITMO University**(197101, Russia, Saint-Petersburg, Kronverksky avenue, 49 A,**e-mails: dashafom19@mail.ru, romanmelchakov@mail.ru, artyom.lepeshkin@gmail.com)*

Abstract. Dietary fiber is an essential part of good nutrition and health for both adults and children. Human breast milk is rich in a variety of oligosaccharides; however, bottle-fed infants may experience a deficiency due to the fact that most conventional infant and follow-on milk formulas do not contain prebiotics. In other milk formulas, despite the large amount of safe and approved dietary fiber, only three types of oligosaccharides are used for fortification: fructooligosaccharides, galactooligosaccharides and inulin. Polydextrose is a prebiotic and has multifunctional properties. Therefore, the purpose of this study is to determine the prospects for the use of dietary fiber polydextrose in the composition of food products for young children. The article provides an overview of existing studies on the use of polydextrose as a prebiotic for children from birth to 4 years old. It is determined that polydextrose is a promising and safe ingredient for enriching children's products with dietary fiber, it is tolerated similarly to oligosaccharides already used in baby food,

providing softer stools, an increase in bifidogenic microflora in the gastrointestinal tract, normal growth, and development of children. And although polydextrose has been successfully used in combination with other prebiotics in the studies cited, it can also be used on its own to enrich children's foods with dietary fiber.

Keywords: polydextrose, dietary fiber, prebiotics, galactooligosaccharides, toddlers, infants, infant milk formulas, follow-on milk formulas.

Для цитирования: Фомичева Д.А. Перспективы применения полидекстрозы в питании детей раннего возраста / Д.А. Фомичева, Р.М. Мельчаков, А.И. Лепешкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 3(59). – С. 109-115. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1159-0016.

Введение. Высокомолекулярные углеводы растительного происхождения, пищевые волокна, играют важную роль в питании как взрослого человека, так и ребенка. Согласно определению из МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» пищевые волокна – это высокомолекулярные углеводы, главным образом растительной природы, и ассоциированные растительные вещества, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике.

Пищевые волокна по физиологическим функциям подразделяются на два вида в зависимости от растворимости в воде. Так, нерастворимые полисахариды, к которым относятся целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин, являются энтеросорбентами и могут предупреждать развитие кариеса; растворимые пищевые волокна, такие как пектин, альгинаты, полидекстроза и другие влияют на уровень глюкозы и инсулина, связывают и выводят тяжелые металлы из организма, косвенно влияют на метаболизм холестерина и липидов, а также обладают пребиотическими свойствами [1].

Пищевые волокна не расщепляются в верхних отделах пищеварительного тракта и в неизменном виде попадают в толстую кишку, где микроорганизмы метаболизируют их до короткоцепочечных жирных кислот, которые являются субстратом для колоноцитов, отвечающих за стимуляцию пролиферации клеток, образование слизи и кровотока в слизистой оболочке [2], таким образом они регулируют состав полезной микрофлоры кишечника и стимулируют ее рост и развитие. Пребиотики регулируют моторную деятельность кишечника: удерживают воду, тем самым влияя на осмотическое давление в просвете желудочно-кишечного тракта, электролитный состав кишечного содержимого и массу фекалий [3], стимулируют желчеотделение, обладают сорбционными свойствами, связывают соединения тяжелых металлов [4].

Источником пищевых волокон для детей раннего возраста является грудное молоко или адаптированная молочная смесь при искусственном вскармливании, а впоследствии прикорм растительного происхождения. Грудное молоко богато олигосахаридами, они составляют от 10 до 19% общего содержания углеводов [5]. Олигосахариды женского молока включают в себя до 200 видов полисахаридов. При потреблении 800 мл грудного молока ребенок получает 10 г

олигосахаридов в день [6]. Олигосахариды грудного молока участвуют в процессах формирования иммунитета у ребенка, барьерной функции кишечника и защиты от патогенных микроорганизмов, снижая частоту бактериальных, вирусных или паразитарных кишечных заболеваний, путем связывания с патогенами или их токсинами и ингибирования их прилипания к гликоновым лигандам на поверхности клеток слизистой оболочки [7, 8]. При переходе на искусственное вскармливание у ребенка может возникнуть дефицит пищевых волокон, так как стандартные адаптированные молочные смеси их не содержат, поэтому при выборе смеси важно обращать внимание на их содержание в составе.

Недостаточное поступление пищевых волокон приводит к ряду патологических состояний, большая часть которых связана с уменьшением микробного разнообразия в кишечнике. Что в свою очередь отражается на самочувствии ребенка – боли в животе, запоры. Лечение функциональных запоров у детей первого года жизни включает в себя диетотерапию, а при необходимости и медикаментозное лечение. Одним из основных принципов в данной диетотерапии является добавление в рацион продуктов обогащенных оптимальным соотношением пищевых волокон [9].

У младенцев, потребляющих обычные молочные смеси микрофлора желудочно-кишечного тракта отличается от младенцев, находящихся на грудном вскармливании. Имеются доказательства, что добавление пребиотиков в состав детских продуктов позволяет развить микробиоту желудочно-кишечного тракта младенцев, находящихся на искусственном вскармливании, до уровня микробиоты детей на грудном вскармливании. При этом риск нежелательных явлений при применении пребиотиков крайне низок [10]. Также, считается, что пищевые волокна, добавляемые в детское питание, могут предотвращать чувствительность младенцев к пищевым аллергенам, однако недостаточно доказательств, чтобы определить роль пребиотиков в механизме профилактики аллергических заболеваний и гиперчувствительности к пищевым продуктам [11].

В 2016 году FDA (U.S. Food and Drug Administration / Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов – агентство Министерства здравоохранения и социальных служб США) опубликовало определение пищевых волокон и выпустило список из семи полисахаридов с доказанной пользой для здоровья, в который вошли целлюлоза и

пектин. Через два года первый список был дополнен еще восемью ингредиентами, в который вошли такие вещества как альгинат, инулин, галактоолигосахариды (ГОС) и полидекстроза [12].

Несмотря на большое разнообразие одобренных пищевых волокон, безопасность и функциональность которых была доказана, в детском питании используются в основном только три вида. В адаптированных и последующих молочных смесях пребиотики прежде всего представлены фруктоолигосахаридами (ФОС) и галактоолигосахаридами (ГОС), в специализированных смесях для диетического лечебного и диетического профилактического питания чаще используют инулин.

Полидекстроза, больше известная как пищевая добавка E1200, имеет среднюю степень полимеризации и относится к группе полисахаридов. Она обладает полифункциональными свойствами, выступая в продукте в роли стабилизатора, загустителя, влагоудерживающего агента и прежде всего в качестве пищевого волокна, так как проявляет характерные для пищевых волокон свойства: устойчивость к расщеплению в желудке и тонком кишечнике, способность увеличивать содержимое кишечника, сокращать время транзита через кишечник и снижать уровень глюкозы и холестерина в крови [13]. Полидекстроза является более экономически выгодной по сравнению с фруктоолигосахаридами, галактоолигосахаридами, и инулином. Она примерно в 3-5 раз дешевле ФОС и ГОС и в 6-7 раз дешевле инулина. Ее калорийность составляет всего 1 ккал/г. Более того, в отличие от ГОС, который представлен на российском рынке исключительно в жидком виде, полидекстроза доступна в сухом виде.

Методология. Целью данной работы является определение перспектив применения пищевого волокна полидекстрозы в составе продуктов питания для детей раннего возраста.

В работе использованы общепринятые методы анализа литературы отечественных и зарубежных авторов. Для рассмотрения полидекстрозы в качестве пищевого волокна, применительно у детей раннего возраста изучались научные статьи, описывающие рандомизированные и квазирандомизированные контролируемые испытания, в которых использование пребиотика полидекстрозы или смеси полидекстрозы с другими пищевыми волокнами в питании сравнивали с отсутствием пребиотиков, или с другими пребиотиками, а также грудным вскармливанием. Критериями оценки в данных исследованиях служили характеристики стула, диарея, фекальная микробиота, рост, индекс массы тела и частота нежелательных явлений.

Объект исследования – современные научные данные по использованию пищевого волокна полидекстрозы.

Результаты. Согласно МР 2.3.1.0253-21 физиологическая потребность в пищевых волокнах для детей старше 1 года составляет 10-22 г /сутки, а если быть

точнее то от одного года до двух требуется 10 г/сутки, от трех до шести лет – 12 г/сутки. Нормы для детей первого года жизни не нормируются, но логически следует, что суточная доза не должна превышать 10 г/сутки. FDA же установили более высокие нормы потребления пищевых волокон для детей от одного года до трех лет в количестве 14 г/сутки (основываясь на диете в 1000 ккал/сутки), иными словами нормы составили 14г /1000 ккал [14].

Для обогащения рациона и удовлетворения суточной потребности детей в пищевых волокнах пребиотики могут как добавляться в адаптированную молочную смесь и другие продукты детского питания, так и употребляться отдельно в качестве пищевых добавок. Например, в рандомизированном двойном слепом плацебо контролируемом исследовании по определению влияния пребиотиков и пробиотиков на недоношенных детей младенцами давали пребиотическую смесь отдельно от основного питания. В исследовании принимали участие 94 младенца, которые были разделены на 3 группы для получения в течение двух месяцев пребиотической смеси галактоолигосахаридов и полидекстрозы в соотношении 1:1 в количестве 600 мг/день разово с 1 по 30 день и по 600 мг дважды в день с 31 по 60 день; пробиотика *Lactobacillus rhamnosus GG* в количестве 1 дозы в сутки 10^9 КОЕ с 1 по 30 день и в количестве 2 доз в сутки по 10^9 КОЕ с 31 по 60 день; а также плацебо, которым являлась микрокристаллическая целлюлоза и декстрозы ангидрид. После двухмесячной терапии младенцы наблюдались в течение года. Критериями оценки служили раздражительность, плач, рост и фекальная микрофлора.

В группе плацебо наличие в стуле бактерий группы *Clostridium histolyticum*, было на 5% выше, чем в группе пробиотиков. Частота стула (количество дефекаций больше 3 раз) в группе, получавшей пребиотики, была на 20% выше, чем в группе пробиотиков и группе плацебо, однако различий в консистенции не было. Нежелательных явлений, связанных с потреблением любой из добавок, не наблюдалось. В возрасте 1 года средний вес и рост в разных группах не имели существенных различий.

Всего 29% детей были классифицированы как чрезмерно кричащие, при этом в группах, получавших пребиотики и пробиотики их количество было значительно меньше. Видовой состав бифидобактерий среди чрезмерно кричащих детей и довольных также различался: количество *Bifidobacterium infantis* в стуле у кричащих детей было снижено. Это доказывает, что раннее введение пребиотиков и пробиотиков может облегчить симптомы, вызывающие плач и беспокойство у недоношенных детей [15].

Однако, пищевые волокна редко используются как отдельные добавки к пище, так как их рациональнее добавлять сразу в адаптированную молочную смесь или другой продукт детского питания. Существует ряд исследований, в которых дети раннего возраста употребляли адаптированные начальные и

последующие молочные смеси, обогащенные пребиотиками. Данные испытания были направлены на определение толерантности детей к смесям с пребиотиками, а также их влияние на рост, вес, характер и качество стула.

В одном таком исследовании, разработанном для оценки влияния различных комбинаций пребиотиков на рост и толерантность, принимали участие 226 здоровых доношенных детей, которых случайным образом распределили на три группы. Контрольная группа из 76 младенцев, потребляла стандартную молочную смесь. Вторая группа, 74 младенца, потребляли контрольную смесь, обогащенную смесью полидекстрозы и ГОС в соотношении 1:1 в количестве 4 мг/л. Третья группа, состоящая из 76 младенцев, потребляла контрольную смесь, обогащенную смесью полидекстрозы, ГОС и лактулозы в соотношении 50:33:17 в количестве 8 мг/л. Исследование проводили с 14 по 120 день жизни.

По результатам исследования существенных различий по скорости роста веса и длины между групп не наблюдалось. Были обнаружены значительные различия в консистенции стула: группы, получавшие пребиотики, имели более жидкий стул, чем контрольная группа. В третьей группе до 30-дневного возраста наблюдалась более высокая частота стула, по сравнению со второй и контрольной группой, однако в возрасте 60 дней и старше показатель был одинаковым у всех групп. Из нежелательных явлений диарея чаще наблюдалась у младенцев, потребляющих смесь полидекстрозы и ГОС по сравнению с контролем; экзема наблюдалась чаще у второй группы, по сравнению с третьей группой и контролем; раздражительность была выше у третьей группы по сравнению с контролем. Младенцы, потребляющие смесь содержащую пребиотики, несмотря на редкое проявление нежелательной реакции, достигли нормального роста и характеристики стула, сходного с детьми, находящимися на грудном вскармливании, по сравнению с детьми не употреблявшими пребиотики. [16].

В аналогичном многоцентровом рандомизированном двойном слепом проспективном исследовании оценивались рост и толерантность здоровых младенцев к адаптированной молочной смеси, обогащенной пребиотической смесью полидекстрозы и галактоолигосахаридов. Данное исследование, также проводилось с 14 до 120-дневного возраста. В испытании принимали участие 419 младенцев. Контрольная группа, 142 ребенка, получали обычную адаптированную молочную смесь на основе коровьего молока. Первая исследовательская группа, 139 детей, получали такую же адаптированную молочную смесь, дополненную пребиотической смесью полидекстрозы и галактоолигосахаридов в соотношении 1:1 в количестве 4 г/л. Вторая контрольная группа, 138 детей, получали адаптированную молочную смесь, дополненную только галактоолигосахаридами в количестве 4 г/л. За время исследования с 14 до 120

дневного возраста не было выявлено групповых различий в скорости роста и частоте нежелательных явлений. Обе смеси, дополненные пищевыми волокнами, хорошо переносились: беспокойство и газообразование не наблюдалось. У младенцев, получавших смеси, в которые были добавлены пищевые волокна, консистенция стула была лучше, более мягкой, как у младенцев на грудном вскармливании, по сравнению с контрольной группой [17].

В другом двойном рандомизированном исследовании у доношенных детей изучалось влияние адаптированной молочной смеси с полидекстрозой и ГОС на фекальную микробиоту, и секреторный иммуноглобулин *IgA (sIgA)*. В течение 60 дней в исследовании принимали участие 289 младенцев, из которых 101 ребенок получал контрольную обычную адаптированную молочную смесь на коровьем молоке, а 100 детей получали эту же смесь с добавленной смесью полидекстрозы и галактоолигосахаридов в соотношении 1:1 в количестве 4 г/л. В качестве контрольной группы были включены 88 младенцев, находящихся на грудном вскармливании. У младенцев, получавших адаптированную смесь с полидекстрозой и ГОС стул всегда был более мягкий по сравнению с контрольной группой. Состав фекальной микробиоты у младенцев, получавших смесь с пищевыми волокнами, был приближен к контрольной группе, однако при этом общее количество бифидобактерий и *Bifidobacterium longum* было выше, чем в контроле на 30 день, и значительно выше на 60 день. Содержание *B.infantis* значительно превышало содержание в контрольной группе через 30 дней. Существенных различий в изменениях от исходного уровня до 60 дней иммуноглобулина *IgA (sIgA)* между контрольной группой и группой, получавшей адаптированную смесь с полидекстрозой и ГОС, не было обнаружено [18].

Дети в возрасте 4-6 месяцев начинают получать прикорм. Однако несмотря на введение прикорма, у детей наблюдается недостаточное потребление овощей, фруктов и зерновых продуктов, что приводит к дефициту пищевых волокон в рационе. Поэтому детям раннего возраста особенно важно обеспечивать физиологическую потребность в пребиотиках.

Так, в рандомизированном исследовании, проводимом в детском саду, оценивались диарея и консистенция стула. 133 здоровых ребенка от 9 до 48 месяцев в течение 108 дней на завтрак и полдник получали по порции, 245 мл, последующей молочной смеси или последующей молочной смеси, обогащенной 1г пребиотической смеси полидекстрозы и галактоолигосахаридов (4,08 г/л). Предполагаемое ежедневное потребление пищевых волокон, за исключением пребиотиков, добавленных в последующую молочную смесь, составило 9,2 г в исследуемой группе и 8,9 г в контрольной группе, что соответствует физиологическим нормам для детей данного возраста. В обеих группах не было отличий по индексу массы тела, частоте нежелательных явлений,

шансам заболеть диареей и острой респираторной инфекцией. Обе смеси хорошо переносились детьми. Однако у группы детей, получавших обогащенную пребиотиками смесь были более высокие шансы на усиление дефекации, чем у контрольной группы [19].

Во всех рассмотренных исследованиях здоровые

доношенные младенцы и дети от 9 до 48 месяцев употребляли пребиотическую смесь полидекстрозы и галактоолигосахаридов, в соотношении 1:1, в концентрации 4 г/л, недоношенным младенцев давалась более низкая дозировка в количестве 600 мг/день и 1200 мг/день (табл.1).

Таблица 1 – Рассмотренные исследования о применении полидекстрозы

№ п/п	Количество детей	Возраст	Пищевая добавка и продукт	Доза пищевых волокон	Контролируемые параметры / Обнаруженные эффекты	Источник
1	94	Недоношенные младенцы с возрастом с 1 по 3 день Период исследования 2 месяца и наблюдения до возраста 1 года	Пребиотическая смесь ГОС и полидекстрозы в соотношении 1:1 (n=31)	600 мг/день разово с 1 по 30 день; по 600 мг дважды в день с 31 по 60 день	Плач и раздражительность, рост и фекальная микрофлора.	[15]
			Пробиотика <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG (n=31)	1 доза в сутки 10 ⁹ КОЕ с 1 по 30 день; 2 дозы в сутки 10 ⁹ КОЕ с 31 по 60 день	Различий в росте и весе, а также наличия нежелательных явлений не наблюдалось. Частота дефекации была выше у группы, получавшей пребиотики, но консистенция стула у всех групп была одинаковой. Количество чрезмерно кричащих детей было ниже в группах, получавших пре- и пробиотики.	
			Плацебо – микрокристаллическая целлюлоза и декстрозы ангидрид (n=32)	-		
2	226	Доношенные младенцы возрастом 14 дней Период исследования с 14 дня по 120 день жизни	Стандартная молочная смесь (n=76)	-	Скорость роста веса и длины, консистенция стула.	[16]
			Стандартная смесь, обогащенная полидекстрозой и ГОС (1:1) (n=74)	4г/л	Различий в росте и весе не наблюдалось. У детей старше 60 дней характер стула был одинаково нормальным.	
			Стандартная смесь, обогащенная смесью полидекстрозы, ГОС и лактулозы в соотношении 50:33:17 (n=76)	8г/л	Частота нежелательных явлений была выше у детей, потребляющих пребиотики.	
3	419	Младенцы 14-120 дней Период исследования с 14 до 120 дней	Обычная детская смесь (n=142)	-	Консистенция стула, антропометрические исследования, подтвержденные нежелательные явления.	[17]
			Исследовательская формула с пребиотической смесью полидекстрозы и ГОС в соотношении 1:1 (n=139)	4г/л	Различий в скорости роста не было. Беспокойство и газообразование не наблюдалось. Консистенция стула была выше (более мягкий стул) у младенцев, получавших смеси, содержащие пищевые волокна, схожая с младенцами, находящимися на грудном вскармливании.	
			Исследовательская формула с ГОС (n=138)	4г/л	Частота нежелательных явлений была одинаковой.	
4	289 (230 завершили)	Доношенные младенцы возрастом 21-30 дней Период исследования 60 дней	Обычная детская смесь; (n=101)	-	Фекальная микробиота и секреторный IgA (sIgA).	[18]
			Исследовательская формула с пребиотической смесью полидекстрозы и ГОС в соотношении 1:1; (n=100)	4г/л	Фекальная микробиота приближена к грудному вскармливанию.	
			Грудное вскармливание (n=88)	-	Общее количество бифидобактерий и <i>Bifidobacterium longum</i> было выше у младенцев, потребляющих пребиотики, по сравнению с контролем. Различий в изменении иммуноглобулина не обнаружено	
5	133 (129 завершили исследование)	Дети от 9 до 48 месяцев Период исследования 108 дней	Последующая смесь на основе коровьего молока (n=67)	-	Диарея, характер стула, рост.	[19]
			Последующая смесь на основе коровьего молока, обогащенная пребиотической смесью полидекстрозы и галактоолигосахаридов (n=62)	1г на 245мл (4,08г/л)	Отличий по индексу массы тела, шансам заболеть диареей и острой респираторной инфекцией, частоте нежелательных явлений обнаружено не было. У детей, получавших смесь с пребиотиками был выше шанс усиления дефекации.	

Обсуждение. При нормальном уровне потребления полидекстроза проявляет физиологические свойства, аналогичные свойствам других пищевых волокон. Однако чрезмерное потребление неперевариваемых углеводов может привести к расстройству желудочно-кишечного тракта. Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) и Научный комитет Европейской комиссии по пищевым продуктам (EC/SCF) определили, что средний порог слабительного действия полидекстрозы составляет 90 г/сут или (1,3 г/кг), или разовое употребление 50 г [20, 21].

Рассмотренные исследования определили, что полидекстроза переносится также хорошо, как и уже применяемые в практике детского питания пребиотики: ФОС, ГОС и инулин. Это связано с тем, что полидекстроза имеет высокую молекулярную массу и частично ферментируется в толстой кишке, что снижает риск осмотической диареи.

Адаптированные молочные смеси, обогащенные пребиотической смесью из полидекстрозы и галактоолигосахаридов, а также отдельно принятые пищевые добавки, содержащие данную смесь, предупреждают развитие запоров и не допускают развитие диареи, обеспечивают более мягкий стул, рост бифидогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, в частности *Bifidobacterium longum*, и снижение симптомов, вызывающих плач и беспокойство ребенка, при этом не оказывая негативного влияния на скорость роста и набор веса. Младенцы, потребляющие пребиотическую смесь, в состав которой входит полидекстроза, в количестве 4 г/л, имеют фекальную и желудочно-кишечную микробиоту сходную с младенцами, находящимися на грудном вскармливании. И хотя в приведенных исследованиях полидекстроза успешно применялась в комплексе с другими пребиотиками, она также может применяться самостоятельно для обогащения детских продуктов.

Полидекстроза не производится в России, и представлена на внутреннем рынке за счет импорта в основном из Китая. Китай является одной из основных стран по производству полидекстрозы и экспортирует данный ингредиент примерно в 50 стран мира. Примерные объемы экспорта в Россию составляют более 100 тонн в год.

Благодаря тому, что полидекстроза представлена в порошкообразной форме, ее удобно вносить в жидкие смеси для распылительной и сублимационной сушки, а также использовать при производстве продуктов методом сухого смешивания.

На территории Российской Федерации уже существует несколько патентов, зарегистрированных на российские представительства зарубежных производителей, на педиатрические и молочные смеси, в состав которых входит полидекстроза в качестве пребиотика [22, 23, 24, 25], однако на данный момент практического ее использования в составе детских продуктов питания не наблюдается.

Тем не менее на практике данное пищевое волокно начинает внедряться в состав детских пищевых продуктов: американским мировым производителем *Mead Johnson Nutrition* была разработана первая адаптированная сухая молочная смесь *Enfamil® Reguline® Infant Formula with Prebiotics*, в состав которой в качестве пищевых волокон входит полидекстроза.

Выводы. Состав и количество олигосахаридов, характерных для грудного молока, пока что не воспроизводятся в детских смесях. Однако расширение видов пищевых волокон, применяемых в продуктах питания для детей раннего возраста, могут ускорить этот процесс.

В России нет производства полидекстрозы, и данный ингредиент импортируется из Китая. Потребность российского рынка составляет 100 тонн в год и с каждым годом увеличивается на 20%.

Полидекстроза является перспективным, безопасным и полифункциональным ингредиентом для обогащения детских продуктов пищевыми волокнами благодаря своим пребиотическим свойствам и доступности, и может быть использована самостоятельно для обогащения детских продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. МР 2.3.1.0253-21. 2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/789/1.-mr-2.3.1.0253_21-normy-pishchevykh-veshchestv.pdf
2. Программа оптимизации питания детей в возрасте от 1 года до 3 лет в Российской Федерации: методические рекомендации / ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. – М.: б. и., 2019. – 36с.
3. Бородулина, Т.В. Значение овощей и фруктов в питании детей: пищевые волокна / Т.В. Бородулина, А.В. Суржик // Вопросы детской диетологии. – 2008. – Т. 6. – № 4. – С. 73-76/
4. Кондрашина, В. В. Пищевые волокна и их роль в формировании здоровья человека / В. В. Кондрашина // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 5(73). – С. 5.
5. Фурцев, В.И. Грудное вскармливание: состав и свойства грудного молока (сообщение 1) / В. И. Фурцев // Сибирское медицинское обозрение. – 2012. – № 2(74). – С. 91-96.
6. Sanchez C., Franco L., Regal P., Lamas A., Cepeda A., Fente C. Breast Milk: A Source of Functional Compounds with Potential Application in Nutrition and Therapy // *Nutrients* 2021, 13(3), 1026; <https://doi.org/10.3390/nu13031026>.
7. Макарова, Е.Г. Олигосахариды грудного молока: история открытия, структура и защитные функции / Е.Г. Макарова, О.К. Нетребко, С.Е. Украинцев // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. 2018. №4. С.152-160.
8. Newburg, D.S.; Ruiz-Palacios, G.M.; Morrow, A.L. Human milk glycans protect infants against enteric pathogens. *Annu. Rev. Nutr.* 2005, 25, 37–58. doi: 10.1146/annurev.nutr.25.050304.092553.
9. Программа оптимизации вскармливания детей первого года жизни в Российской Федерации: методические рекомендации / ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. – М.: б. и., 2019. – 112с.
10. Ванденплас, И. Пребиотики в детских молочных смесях // И. Ванденплас, И.Н. Захарова., Ю.А. Дмитриева // Вопросы современной педиатрии. – 2015. – №1. – С.31-37.
11. Osborn D.A., Sinn J.K.H. Prebiotics in infants for prevention of allergic disease and food hypersensitivity. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007, Issue 4. Art. No.: CD006474. doi: 10.1002/14651858.CD006474.pub2.

12. U.S. Food and Drug Administration. Questions and Answers on Dietary Fiber. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/questions-and-answers-dietary-fiber>.
13. Шубина, О.Г. Полидекстроза – многофункциональный углевод для создания низкокалорийных и обогащенных продуктов / О. Г. Шубина // Пищевая промышленность. – 2005. – №5. – С. 28-31.
14. U.S. Food and Drug Administration. Key nutrients and your family's health [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fda.gov/media/135619/download#:~:text=The%20Daily%20Value%20for%20dietary,years%20of%20age%20and%20older>.
15. Pärty A, Luoto R, Kalliomäki M, Salminen S, Isolauri E. Effects of early prebiotic and probiotic supplementation on development of gut microbiota and fussing and crying in preterm infants: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Pediatr*. 2013 Nov;163(5):1272-7.e1-2. doi: 10.1016/j.jpeds.2013.05.035.
16. Ziegler E, Vanderhoof JA, Petschow B, Mitmesser SH, Stolz SI, Harris CL, Berseth CL. Term infants fed formula supplemented with selected blends of prebiotics grow normally and have soft stools similar to those reported for breast-fed infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2007 Mar;44(3):359-64. doi: 10.1097/MPG.0b013e31802fca8c
17. Ashley C., Johnston W.H., Harris C.L. et al. Growth and tolerance of infants fed formula supplemented with polydextrose (PDX) and/or galactooligosaccharides (GOS): double-blind, randomized, controlled trial. *Nutr J* 11, 38 (2012). doi 10.1186/1475-2891-11-38.
18. Scalabrin DM, Mitmesser SH, Welling GW, Harris CL, Marunycz JD, Walker DC, Bos NA, Tölkö S, Salminen S, Vanderhoof JA. New prebiotic blend of polydextrose and galacto-oligosaccharides has a bifidogenic effect in young infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2012 Mar;54(3):343-52. doi: 10.1097/MPG.0b013e318237ed95.
19. Ribeiro TC, Costa-Ribeiro H Jr, Almeida PS, Pontes MV, Leite ME, Filadelfo LR, Khoury JC, Bean JA, Mitmesser SH, Vanderhoof JA, Scalabrin DM. Stool pattern changes in toddlers consuming a follow-on formula supplemented with polydextrose and galactooligosaccharides. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2012 Feb;54(2):288-90. doi: 10.1097/MPG.0b013e31823a8a4c.
20. Flood MT, Auerbach MH, Craig SA. A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food. *Food Chem Toxicol*. 2004 Sep;42(9):1531-42. doi: 10.1016/j.fct.2004.04.015.
21. EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Younes M, Aquilina G, Castle L, Engel KH, Fowler P, Fürst P, Gürtler R, Gundert Remy U, Husøy T, Manco M, Mennes W, Moldeus P, Passamonti S, Shah R, Waalkens-Berendsen DH, Wölflle D, Wright M, Boon P, Crebelli R, Domenico AD, Filipič M, Mortensen A, Woutersen R, Loveren HV, Giarola A, Lodi F, Rincon AM, Tard A, Fernandez MJF. Re-evaluation of polydextrose (E 1200) as a food additive. *EFSA J*. 2021 Jan 8;19(1):e06363. doi: 10.2903/j.efsa.2021.6363.
22. Патент № 2415674 C2 Российская Федерация, МПК A61K 31/715, A23L 1/308, A23C 9/152. Применение полидекстрозы для приготовления молочных смесей для детей на искусственном вскармливании: № 2007144333/15 : заявл. 23.03.2006 : опубл. 10.04.2011 / Б. В. Петскоу, Р. Д. Мкмахон, Г. Р. Гибсон [и др.] ; заявитель МИД ДЖОНСОН НУТРИШЕН КОМПАНИ. – EDN ZKUNCH.
23. Патент № RU2010128535A Российская Федерация МПК A23L 1/308 Педиатрическая смесь пищевых волокон: № 2010128535/13; заявл. 10.12.2008; опубл. 20.01.2012 / А.К. Гудхарт (NL), М.С. Аллес (NL), К.М.И. Ван Ларе (NL), заявитель Н.В. НЮТРИСИЯ (NL).
24. Патент № 2415674 C2 Российская Федерация, МПК A61K 31/715, A23L 1/308, A23C 9/152. Применение полидекстрозы для приготовления молочных смесей для детей на искусственном вскармливании: № 2007144333/15 : заявл. 23.03.2006; опубл. 10.04.2011 / Б. В. Петскоу, Р. Д. Мкмахон, Г. Р. Гибсон [и др.] ; заявитель МИД ДЖОНСОН НУТРИШЕН КОМПАНИ. – EDN ZKUNCH.
25. Патент № RU2424736C2 Российская Федерация, МПК A23L 1/29, A23L 1/308, A61K 31/702, A23C 9/20, A61P 1/12 Композиция для лечения и/или профилактики аллергии, астмы, инфекции и атопического дерматита у детей, рожденных посредством кесарева сечения (варианты): № 2008119992/13; заявл. 06.10.2006; опубл. 27.07.2011 / И. Шмитт (DE), Б. Шталь (DE), Я. Кнол (NL); заявитель Н.В. НЮТРИСИЯ (NL).

Статья поступила в редакцию 12.08.2022

Статья принята к публикации 16.09.2022