

Пребиотические свойства инулина и олигофруктозы Orafti[®]

Вступление к теме

Пребиотическая концепция была впервые представлена Гибсоном (Gibson) и Роберфруа (Roberfroid). Ее сущность – направленное изменение микрофлоры кишечника под действием пищи за счет избирательной стимуляции одного или нескольких видов потенциально полезных групп бактерий и уменьшения численности потенциально патогенных видов бактерий или их метаболитов. Данная концепция была обсуждена в рамках спонсируемого ЕЭС проекта ENDO (Van Loo с сотрудниками, 1999). Избирательное стимулирование бифидобактерий было также определено документом по функциональным пищевым продуктам (Functional Food Consensus Document), разработанным Международным институтом здоровья (МИЗ) (англ. ILSI - International Life Science Institute) (Diplock с сотр., 1999) в качестве одной из основных целевых функций кишечника, оказывающих положительное влияние на общее состояние здоровья. Самыми изученными веществами, для которых доказан этот положительный эффект, являются инулин и олигофруктоза из корня цикория. Известно более 10 интервенционных клинических исследований на людях, каждое из которых продемонстрировало существенное увеличение численности бифидобактерий. Пребиотический эффект наблюдался как для микрофлоры, прикрепленной к слизистой оболочке кишечника, так и для микрофлоры, свободно движущейся в полости кишечника.

Данный документ призван обосновывать полезные для здоровья свойства, которые можно выносить на упаковку пищевых продуктов. Для инулина и олигофруктозой из цикория как пребиотических ингредиентов, входящих в состав разнообразных повседневных продуктов питания, МИЗ определяет заявленные полезные свойства как относящиеся к стимуляции полезных эндогенных бактерий, при этом бифидобактерии используются как соответствующие биомаркеры здоровой пищеварительной функции (Ashwell, 2002).

Пребиотический эффект наблюдается начиная от минимальной эффективной дозировки 5 г/день.

Пребиотические и бифидогенные свойства инулина и олигофруктозы Orafti® и их влияние на здоровье

1. Введение

1.1. Общая информация

На протяжении ряда последних лет было проведено множество исследований с целью определения взаимосвязи питания и здоровья. И, хотя идея сама по себе не нова – Гиппократ (460-377 века до н.э.) произнес известные слова «пусть пища будет лекарством» - концепция функциональных продуктов питания приобрела особую важность именно в последние годы. Научные исследования позволяют установить всё более и более четкую связь между определенными видами пищевых продуктов или входящими в их состав активными компонентами и биомаркерами здоровья. Большое внимание со стороны научной общественности уделяется роли кишечной микрофлоры и её влиянию на здоровье и самочувствие. Многочисленные научные исследования обеспечивают всё большее количество убедительных данных о том, что состав нашей микрофлоры имеет важную физиологическую функцию.

1.2. Здоровье

Всемирная организация здравоохранения определяет здоровье как «состояние полного физического, умственного и социального благополучия, а не только как отсутствие болезней или недомогания» (ВОЗ, 1948). Это определение было подписано

представителями 61 страны, и не изменялось со времени его принятия. Оно четко определяет общий аспект физического (и умственного) благополучия, стоящий выше конкретных случаев болезней и недомогания. Следовательно, конкретные факторы улучшения этого благополучия могут являться заявленными свойствами лишь при условии, что они четко определены и научно доказаны.

В 2002 Международный институт здоровья (МИЗ) опубликовал документ «Концепция функционального питания» (Ashwell, 2002).

Наука о функциональном питании изучает направленный положительный эффект, оказываемый определёнными нутриентами и компонентами пищи, на выбранные функции организма (биологический отклик). МИЗ определил 7 важных областей человеческой физиологии, относящихся к науке о функциональном питании, которые могут быть использованы для иллюстрации данной концепции. Одной из них является физиология и функции желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Пробиотики определяются как одна из стратегий создания более здорового баланса кишечной микрофлоры за счёт употребления определённых продуктов питания. Данная формулировка не определяет степень изменения кишечной микрофлоры человека в сторону более здорового состава, являющуюся результатом увеличения численности бифидобактерий и/или лактобацилл.

МИЗ приводит ряд конкретных примеров функциональных пищевых ингредиентов и обоснования их заявленных полезных свойств. Сначала описывается общая концепция обоснования заявленных свойств (документ FUFUSE Consensus Document, рис.1). Показаны два примера применения данной концепции к функциональным продуктам питания, одним из которых является пробиотик. Приведено объяснение того, каким образом увеличение численности бифидо- и лактобактерий в каловых массах может быть использовано в качестве индикатора улучшения функции ЖКТ (рис.1).



Рис.1: Общая концепция обоснования заявленных свойств и её применение к пробиотикам (из монографии МИЗ – ILSI Europe Concise monograph Series, Ashwell, 2002)

2. Пребиотический эффект

2.1. Кишечная среда

ЖКТ является одним из основных частей организма, играющих ключевую роль в поддержании жизни, здоровья и хорошего самочувствия. Микрофлора кишечника определяет барьерную функцию кишечника, направленную против существования и размножения патогенных микроорганизмов в ЖКТ. Таким образом, сбалансированная кишечная микрофлора вместе с иммунной системой кишечника влияют на защитные функции организма. Толстый кишечник является очень заселенной микробной экосистемой, включающей несколько сотен видов бактерий общим числом около 10^{11} - 10^{12} бактерий на г содержимого кишечника. Более того, при расщеплении (ферментации) компонентов пищи бактерии производят разнообразные вещества, которые оказывают различные эффекты на физиологию кишечника и его системные функции. Одним из методов улучшения функции кишечника является приём в пищу живых микроорганизмов, при этом, в качестве пробиотиков обычно используются бифидо- и лактобактерии, обычно классифицируемые как полезные для здоровья. Однако, выживание этих бактерий в процессе приготовления и хранения пищевых продуктов, а также при прохождении ЖКТ иногда представляется сложным и очень зависимым от штамма. Другим, более эффективным, способом является стимуляция роста эндогенных бифидо- и лактобактерий за счёт избирательной ферментации определенных углеводов, которые не перевариваются в верхних отделах пищеварительного тракта. Селективность роста одного или нескольких видов полезных для здоровья бактерий в сложной бактериальной системе кишечника и представляет собой пребиотический эффект.

2.2. Бифидобактерии и их общепризнанные эффекты

В качестве «пробиотиков»

Термин «пробиотик» был введен в 1965 г. Лиллеем и Стилвеллом (Lilley & Stillwell) и был описан как фактор, способствующий росту микрофлоры, обеспечиваемый живыми микроорганизмами. В 1974 г. Паркер (Parker) определил пробиотики как «организмы и вещества, вносящие вклад в микробный баланс кишечника». В 1989 г. Фуллер (Fuller) внес дальнейшее уточнение и представил это определение, в следующем виде: пробиотик – это «кормовая добавка, содержащая живые микроорганизмы, которая положительно влияет на здоровье животного за счёт улучшения микробного баланса его кишечника». Это определение является наиболее признанным и широко используемым на сегодняшний день. В настоящее время из всех изученных и производимых промышленностью пробиотиков подавляющее большинство относится к группам бифидо- и лактобактерий. Несмотря на то, что ряд исследований подтверждают положительный эффект свежедобавленных бактерий, вопрос выживаемости этих пробиотиков в условиях приготовления и хранения пищевых продуктов и прохождения через верхние отделы ЖКТ по-прежнему является предметом обсуждений. Сам же по себе факт того, что бактерии, производящие молочную кислоту, вообще и бифидо- и лактобактерии в частности считаются полезными для организма, является общепризнанным во всем мире множеством ученых, считающихся экспертами в данной области знаний.

В контексте «пребиотиков»

Другим способом улучшения состава микрофлоры кишечника является стимулирование роста тех же самых полезных для здоровья бактериальных штаммов,

эндогенно присутствующих в составе кишечной микрофлоры. В 1995 проф. Гленн Гибсон (Glenn Gibson) и проф. Марсель Роберфруа (Marcel Roberfroid) впервые представили пребиотическую концепцию. Они определили пребиотический ингредиент как «неперевариваемый пищевой ингредиент, положительно влияющий на организм за счёт избирательной стимуляции роста и/или активности одного или нескольких видов бактерий кишечника и, таким образом, улучшающий здоровье организма» (Gibson, Roberfroid, 1995). Этот положительный эффект на здоровье имеет множество проявлений – улучшение процесса пищеварения и, как следствие, улучшение общего самочувствия, подавление роста экзогенных и/или эндогенных патогенных бактерий, выработку витаминов (например, группы В, фолиевой кислоты), понижение уровня аммиака в крови, иммуномодуляцию и повышение общей сопротивляемости организма, улучшение минерального баланса, и др.

В 1998 Британский журнал нутрициологии (British Journal of Nutrition) опубликовал первый отчет о текущих научных исследованиях по функциональным продуктам питания, проводимым в Европе (Functional Food Science in Europe, Salminen et al., 1998), в котором говорилось: «в дополнение к важной роли микрофлоры толстого кишечника в расщеплении компонентов пищи, она вносит вклад в здоровье целым рядом других способов. Кишечная микрофлора выполняет барьерную функцию, препятствуя заселению ЖКТ патогенными бактериями, выполняя, совместно с иммунной системой кишечника, защитную функцию. Кроме того, бактерии кишечника участвуют в выработке витаминов (особенно группы В и К), а также в метаболизме ксенобиотиков. Таким образом, возможность направленного изменения кишечной микрофлоры за счёт подбора соответствующей пищи предлагает одну из наиболее эффективных возможностей для разработки функциональных продуктов питания». (Salminen с сотр., 1998). Далее в отчете говорится, что «потенциально полезные для здоровья бактерии в основном относятся к группам бифидо- и лактобактерий. Эти два вида бактерий не включают каких-либо патогенных штаммов, и тот факт, что они доминируют в каловых массах младенцев, находящихся на грудном вскармливании, подтверждает их способность обеспечивать защиту против инфекций... Таким образом, модулирование кишечной микрофлоры человека предлагает разнообразные возможности улучшения здоровья».

В 1999 Британский журнал нутрициологии (British Journal of Nutrition) опубликовал «Научные концепции функционального питания в Европе / Консенсус» (Scientific Concepts of Functional Foods in Europe / Consensus Document – FUFOSE – Diplock et al. 1999). Семьдесят три (73) ученых, представляющих 19 различных стран, рассмотрели и одобрили текст документа. В этом документе состав кишечной микрофлоры представлен как «ключевая функция» физиологии кишечника, а бифидо- и лактобактерии рассматриваются как наиболее важные бактерии, полезные для здоровья.

Модулирующий эффект пребиотиков в частности проявляется в виде помощи кишечной микрофлоре достигать/поддерживать состав, при котором бифидо- и лактобактерии доминируют по численности», что трактуется как «оптимальный подход к улучшению здоровья». Эта же публикация содержит данные по модуляции ключевых функций физиологии кишечника. Пребиотики определены как действенный метод поддержания оптимальной функции кишечника и состава кишечной микрофлоры, а также контроля функции иммунной системы кишечника (GALT- gut associated lymphoid tissue) и ферментации субстратов.

В июне 2004 Европейский журнал нутрициологии (European Journal of Nutrition) опубликовал второй отчет PASSCLAIM (Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Food – процедура оценки научной обоснованности заявленных свойств для пищевых продуктов). Инициатива PASSCLAIM является проектом, координируемым МИЗ и Европейской комиссией, который основывается на заключениях проекта FUFUSE. В разделе «здоровье кишечника и иммунитет» (Cummins et al. 2004), указано, что около 60% всех функциональных продуктов питания, особенно про- или пребиотических, направлены на оздоровление кишечника и иммунной системы. Кишечная микрофлора в своей совокупности работает как эффективный барьер против чужеродных и патогенных микроорганизмов, и эта защита против нежелательной колонизации является одним из её самых важных качеств. Как таковое воздействие через пищевой рацион имеет большой потенциал для снижения риска заболеваний за счёт усиления колонии полезными для здоровья представителями флоры (т.е. бифидо- и лактобактериями) и/или подавления болезнетворных представителей микрофлоры (например, клостридий, сульфат-редуцирующих бактерий). Следовательно, здоровая или сбалансированная флора – это флора, в которой доминируют сахаролитические бактерии, и которая включает большое количество бифидо- и лактобактерий. Далее, там указывается, что на основании имеющихся на настоящий момент данных, доза пребиотика, равная **5 г/день**, является достаточной для достижения положительного эффекта на кишечную микрофлору.

Япония, считающаяся родоначальницей функционального питания, является единственной страной в мире, в которой официальная политика по заявленным свойствам уже давно применяется соответствующими органами (Министерством Здравоохранения): система FOSHU (Food for Specified Health Use – продукты для специального применения, направленные на улучшение здоровья). С мая 2001 г. шестьдесят два (62) продукта были одобрены в качестве «пребиотических». Пребиотическая концепция категоризуется в виде заявленных свойств типа I: продукты, улучшающие функцию ЖКТ (Arai, 2002). Министерство здравоохранения Японии официально одобрило заявленные свойства в следующей формулировке:

- «данный продукт способствует увеличению численности бифидобактерий кишечника, таким образом, помогая поддерживать хорошую функцию ЖКТ»
- «данный продукт увеличивает численность бифидобактерий кишечника, чем способствует поддержанию хорошей микробной среды в кишечнике»
- «данный продукт увеличивает численность бифидобактерий кишечника, и, следовательно, способствует улучшению функции кишечника».
- «данный продукт содержит фруктоолигосахариды, что способствует увеличению численности бифидобактерий кишечника, и, таким образом, регулирует состояние ЖКТ»

Пребиотическая концепция понимается как действительный биомаркер здоровой функции кишечника.

2.3. Бифидобактерии и микрофлора детей раннего возраста

Иллюстрацией положительных эффектов бифидобактерий являются данные, полученные для детей раннего возраста. Ряд исследований продемонстрировали, что

основное различие между детьми, находящимися на грудном и искусственном вскармливании заключается в развитии их кишечной микрофлоры (рис. 2).

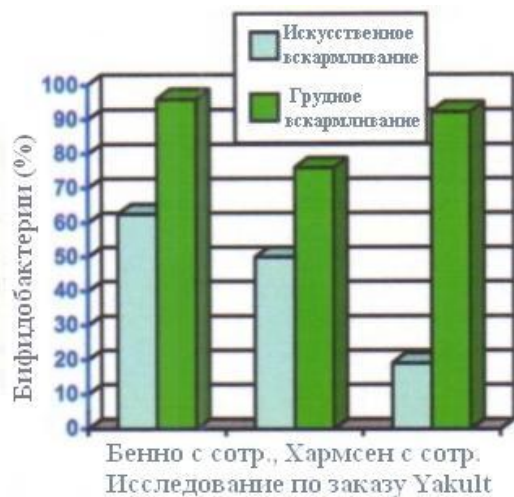


Рисунок 2: Различие в уровнях бифидобактерий у младенцев на грудном и искусственном вскармливании.

При рождении обеим группам была внедрена одинаковая флора, содержащая различные виды бактерий (подобная флоре взрослого человека). После этой начальной колонизации, у детей, находящихся на грудном вскармливании, бифидобактерии быстро становились доминирующей флорой (70-90%), в то время как у группы на искусственном вскармливании ни одна из групп бактерий не становилась доминирующей. Это ясно свидетельствует о том, что человеческое грудное молоко должно содержать компоненты, способствующие росту бифидобактерий. Состав грудного молока по олигосахаридам более менее известен. Кунц с сотрудниками (Kunz et al. 2000) определил в грудном молоке около 130 различных олигосахаридов, которые составляют 0,5-0,8% сухих веществ, что делает их третьим основным компонентом молока. Поскольку грудное вскармливание считается наилучшим для детей раннего возраста, можно сделать предположение, что повышенное содержание бифидобактерий является положительным для здоровья новорожденных детей, что выражается в облегчении дефекации, снижении числа случаев как диареи так и запора, снижении частоты инфекций и т.д. Известно, что дети на грудном вскармливании менее подвержены морбидности, чем дети на искусственном вскармливании.

Потытоживая вышесказанное – общепризнано научной общественностью, что бифидобактерии принадлежат к группе полезных для здоровья бактерий, и что повышенное содержание бифидобактерий (как абсолютное, так и относительное) ассоциируется с улучшением состояния и самочувствия за счёт улучшения функции кишечника и более сбалансированной кишечной микрофлоры. Эти данные обеспечивают объективное научное обоснование подобного эффекта после приёма в пищу инулина и олигофруктозы из цикория.

2.4. Инулин и олигофруктоза

2.4.1. Определение

Инулин является полисахаридом с широким разбросом по длине цепи, который содержится во множестве растений, например, корне цикория, репчатом луке и луке порее, чесноке, топинамбуре, бананах (Van Loo et al., 1996).

Инулин имеет линейное строение, состоит из фруктозильных звеньев, связанных между собой гликозидной связью $\beta(2-1)$, и может быть представлен формулой GF_n, где:

G – гликозильное звено;

F – фруктозильное звено;

n – число фруктозильных единиц, которое находится между 2 и 60.

Нативный инулин содержит также фракцию олигофруктозы. Инулин может быть подвергнут ферментативному гидролизу с образованием олигофруктозы. Получающаяся олигофруктоза представляет собой смесь соединений GF_n и F_n типа, где n находится в интервале от 2 до 9.

Поскольку инулин и олигофруктоза имеют связи $\beta(2-1)$, они устойчивы к пищеварительным ферментам человека, и во всем мире признаются и используются как пищевые волокна. Их структура показана на рисунке 3.

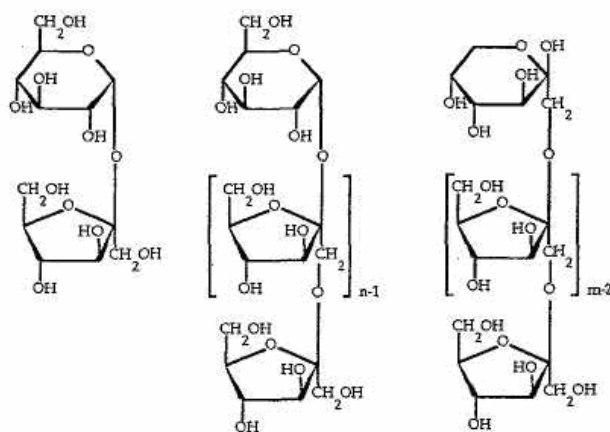


Рисунок 3: Структура соединений GF_n и F_n типа в составе олигофруктозы по сравнению с сахарозой.

2.4.2. Пребиотический эффект инулина и олигофруктозы

Было проведено и опубликовано 10 интервенционных клинических исследований на инулине и/или олигофруктозе из цикория в качестве единственных активных ингредиентов. В этих исследованиях каждое количественное определение бифидобактерий производилось 15 раз для статистики.

В первом исследовании Гибсон с сотр. (Gibson et al., 1995) продемонстрировали, что приём в пищу 15 г инулина или 15 г олигофруктозы приводил к аналогичному статистически достоверному увеличению численности бифидобактерий по сравнению с бактероидами и клостридиями. Рао с сотр. (Rao et al., 2001) показали такой же эффект при дозировке 5 г в день.

Наиболее важные данные для всех проведенных исследований сведены в таблицу 1. уровни бифидобактерий выражены в log₁₀ на г фекалий. Длительность исследований выражена в днях приёма активного ингредиента и не отражает полную длительность исследования. Число участников показывает реальное число людей, принимавших активный ингредиент, и не выбывших из группы в процессе исследования.

Эти 10 опубликованных исследований содержат 15 групп данных по количественному определению бифидобактерий, это означает, что каждое значение было определено 15 раз. Все исследования показывают статистически достоверное увеличение численности бифидобактерий, за исключением исследования Бригенти с сотр. (Brighenti et al.), в котором увеличение стало статистически достоверным только после поправки на

общее количество анаэробных бактерий. Полные результаты каждого из исследований показаны ниже на рисунке 4.

Ст = стандартный инулин.

Дл = длинноцепочечный инулин.

Ингредиент	Длительность, дни	Число участников	Доза, г/день	Бифидо-в начале экспер.	Бифидо-в конце экспер.	Увеличение бифидо-	Стат. достоверность p<	Автор	Год
Олигофруктоза	15	8	15	8.8	9.5	0.7	0.01	Gibson	1995
Инулин ст	15	4	15	9.2	10.1	0.9	0.001	Gibson	1995
Инулин ст	8	10	20	7.9	8.8	0.9	0.05	Kleessen	1997
Инулин ст	8	10	40	7.9	9.2	1.3	0.05	Klessen	1997
Инулин ст	64	11	22-34	9.8	11.0	1.2	0.05	Kruse	1999
Инулин ст	28	12	9	10.66	10.99	0.33	0.05	Brighenti	1999
Олигофруктоза	14	8	8	8.6	9.6	1.0	0.01	Menne	2000
Олигофруктоза	21	8	8	8.6	9.4	0.8	0.01	Menne	2000
Олигофруктоза	11	8	5	8.85	9.8	0.95	0.001	Rao	2001
Олигофруктоза	21	8	5	8.85	9.8	0.95	0.001	Rao	2001
Инулин дл	14	9	8	8.8	9.0	0.2	0.05	Tuohy	2001
Инулин дл	14	10	9	9.95	10.32	0.37	0.012	Harmsen	2002
Инулин ст	14	39	5	7.7	8.7	1	0.001	Bouhnik	2007
Инулин ст	28	39	5	7.7	9	1.3	0.001	Bouhnik	2007
Synergy1	28	20	20	7.54	8.19	0.65	0.05	De Preter	2008

Таблица 1: Опубликованные данные пребиотических тестов инулина и олигофруктозы из цикория с участием людей

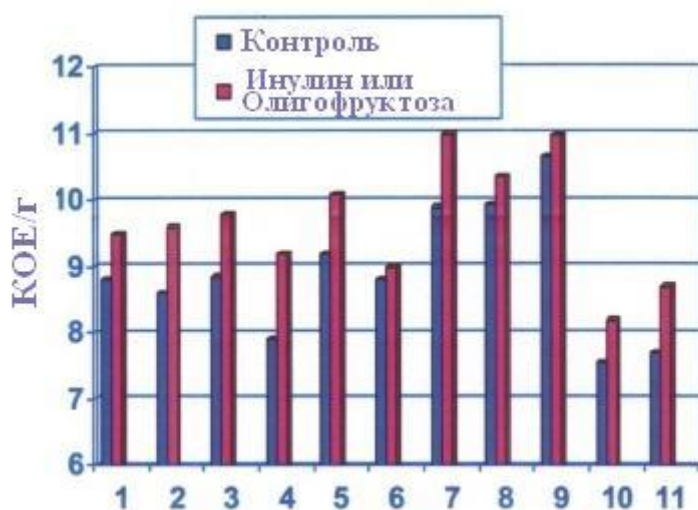


Рисунок 4: бифидогенный эффект в КОЕ/г

1. Gibson et.al., 1995.
2. Menne et.al., 2000.
3. Rao et.al., 2001.
4. Kleessen et.al., 1997.
5. Gibson et.al., 1995.
6. Tuohy et.al., 2001.
7. Kruse et.al., 1999.
8. Harmsen et.al., 2002.
9. Brighenti et.al., 1999.
10. De Preter et.al., 2008.
11. Bouhnik et.al., 2007.

В целом в процессе этих исследований 135 добровольцев принимали в пищу различные количества инулина и/или олигофруктозы. Эффект начинал наблюдаться в течение недели после начала приёма и продолжал проявляться на протяжении более

чем двух месяцев. Некоторые из исследований включали наблюдение в течение определенного периода после окончания приёма, в течение которого число бифидобактерий всегда начинало убывать, и состав микрофлоры показывал тенденцию возвращения к исходному состоянию, наблюдавшемуся до начала эксперимента. Это также является чётким подтверждением того, что увеличение численности бифидобактерий напрямую зависит от приёма в пищу активного ингредиента. Одно из исследований (Menne et.al., 2000) включало использование двух типов диет, при которых принималось в пищу 8 г/день олигофруктозы, при этом в обоих случаях были получены аналогичные результаты по увеличению числа бифидобактерий. Этот результат позволяет предположить, что пищевая матрица, в которой содержится пребиотик, не оказывает какого-либо влияния на эффект.

Пребиотический эффект был показан для дозировки всего 5 г/день (Rao et.al., 2001; Bouhnik et.al., 2007). На рисунке 5 показана величина эффекта, полученного в различных исследованиях, в зависимости от дозировки. Как можно видеть, оптимальный эффект наблюдается для дозировок от 5 до 15 г.

Очевидно, прослеживается чёткая взаимосвязь между величиной наблюдаемого эффекта и начального уровня бифидобактерий, присутствовавшего до исследования (рисунок 6). Это указывает на то, что может быть выявлен своего рода регулирующий эффект – для людей с изначально более низким уровнем бифидобактерий характерно более явное увеличение их численности по сравнению с людьми, имеющими изначально более высокий уровень бифидобактерий.

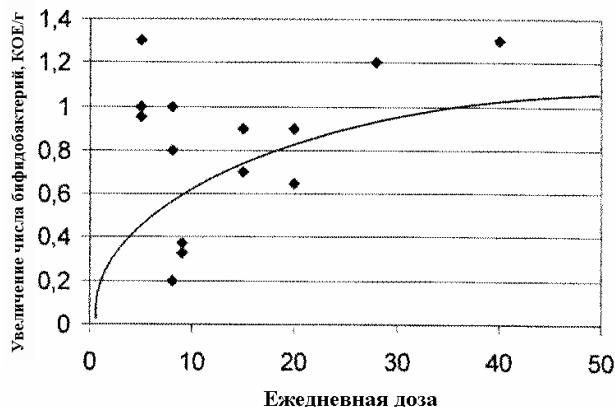


Рисунок 5: Увеличение численности бифидобактерий в зависимости от дневной дозы.

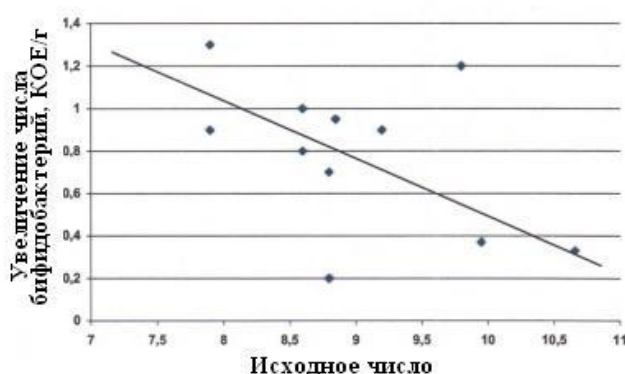


Рисунок 6: Увеличение численности бифидобактерий в зависимости от их начального уровня.

Далее, Эйлер с сотр. (Euler et.al., 2005), основываясь на данных исследования с участием новорожденных детей, сделали вывод о том, что при употреблении формулы,

содержащей олигофруктозу Orafiti[®] P95, число бифидо- и лактобактерий в фекалиях младенцев было близко к их числу у младенцев на грудном вскармливании.

2.4.3. Флора, закрепленная на слизистой оболочке и планктонная флора

Бактерии, населяющие кишечник, могут быть подразделены на две группы: свободно живущие в кишечнике, называемые планктонными бактериями и бактерии, закрепленные на слизистой оболочке (мукоза ассоциированная флора - МАФ). Известно, что планктонная флора играет основную роль в процессе пищеварения за счёт участия в расщеплении компонентов пищи и обеспечения барьера против заселения патогенными штаммами. О популяции МАФ известно меньше, но укрепляется мнение, что они могут играть ключевую роль в формировании здоровья кишечного эпителия за счёт их способности препятствовать прикреплению патогенов, стимулировать развитие иммунной системы и купировать воспалительные процессы.

Ланглендс с сотр. (Langlands et.al., 2004) изучали влияние инулина и олигофруктозы специфически на МАФ на 14 добровольцах, приглашенных из числа лиц, находившихся в листе ожидания колоноскопии. В течение двухнедельного приёма 15 г/день смеси инулина и олигофруктозы наблюдалось существенное увеличение численности как бифидо- так и лактобактерий, причем, как в проксимальном (начальном), так и дистальном отделах кишечника, указывая на то, что пребиотическая ферментация (и получающаяся в результате благоприятная микробная среда) происходит по всей длине кишечника.

2.4.4. Повышение сопротивляемости организма

Сааведра провел исследование с участием 123 детей в возрасте от 4 до 24 месяцев. Группа, получавшая зерновую смесь, содержащую олигофруктозу, сравнивалась с группой, получавшей плацебо. Дозировка олигофруктозы в среднем составляла 1,1 г/день. В этом исследовании не определялось количество бифидобактерий, зато в течение 6 месяцев фиксировался целый ряд параметров, связанных с ЖКТ и иммунной системой. Результаты приведены на рисунках 7, 8 и 9. Эти данные чётко показывают, что приём олигофруктозы существенно улучшал общее состояние здоровья детей.

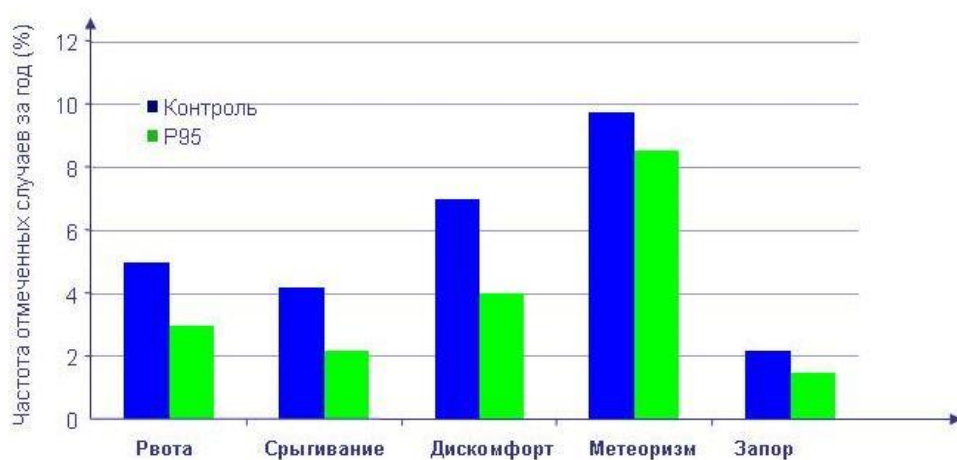


Рисунок 7: Снижение проявления некоторых симптомов, связанных с работой ЖКТ, у младенцев, получающих в среднем 1,1 г/день олигофруктозы; данные выражаются как частота проявления эпизодов на младенца в год; $p < 0.05$ для срыгивания, рвоты и дискомфорта (Saavedra & Tschernia, 2002).



Рисунок 8: Снижение проявления некоторых симптомов, связанных с диареей, у младенцев, получающих в среднем 1,1 г/день олигофруктозы; данные выражаются как частота проявления эпизодов на младенца в год; $p < 0.05$ для высокой температуры, консультаций по телефону и визитов к врачу (Saavedra&Tschernia, 2002).

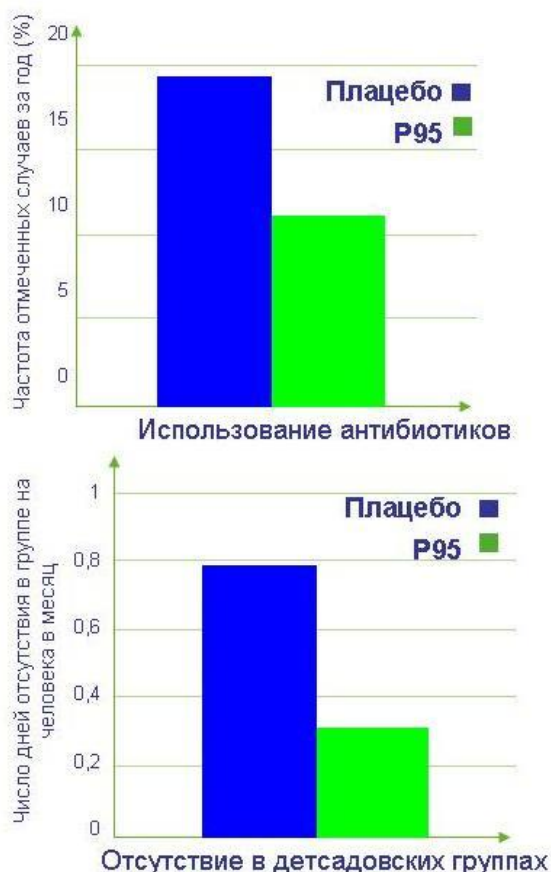


Рисунок 9: Снижение частоты использования антибиотиков ($p < 0.001$) и отсутствия в детских группах ($p < 0.033$) у младенцев, получавших в среднем 1,1 г/день олигофруктозы; данные выражаются в числе эпизодов на младенца в год и на младенца в неделю, соответственно (Saavedra&Tschernia, 2002).

В одном из самых последних исследований (Waligora-Dupriet et.al., 2007), 20 здоровых младенцев в возрасте от 6 до 24 месяцев принимали 2 г/день олигофруктозы в течение 21 дня. Наряду с проявлением положительного эффекта на численность бифидобактерий ($P > 0.9$) наблюдалось статистически достоверное снижение числа случаев диареи, недомогания, запора, высокой температуры, метеоризма (рисунок 10).



Рисунок 10: Эпизоды побочных эффектов после приёма 2 г/день олигофруктозы младенцами в возрасте от 6 до 24 месяцев (Waligora-Dupriet et.al., 2007)

2.4.5. Влияние на вес и частоту стула

Одним из наиболее хорошо известных эффектов пищевого волокна является его способность вызывать расслабление кишечника. В случае инулина и олигофруктозы этот эффект главным образом вызывается увеличением численности бифидобактерий. В общем случае этот мягкий слабительный эффект регулирует стул, обеспечивая более нормальную частоту дефекации и вес дневного стула. Эти данные приведены на рисунках 11 и 12.

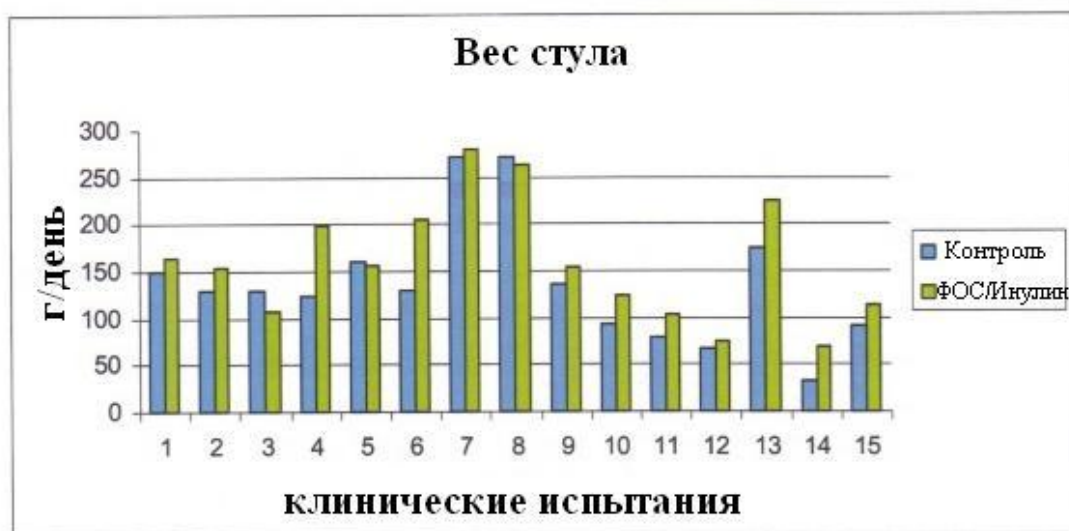


Рисунок 11: Вес стула в г/день.

1. Causey et.al., 2000.
2. Van Dokkum et.al., 1999.
3. Van Dokkum et.al., 1999.
4. Clausen et.al., 1998.
5. Brighenti et.al., 1999.
6. Castiglia-Delavaud et.al., 1998.
7. Alles et.al., 1996.
8. Alles et.al., 1996.

9. Gibson et.al., 1995.
10. Gibson et.al., 1995.
11. De Preter et.al., 2007.
12. De Preter et.al., 2007.
13. Scholtens et.al., 2006.
14. Chen et.al., 2000.
15. Den Hond et.al., 2000

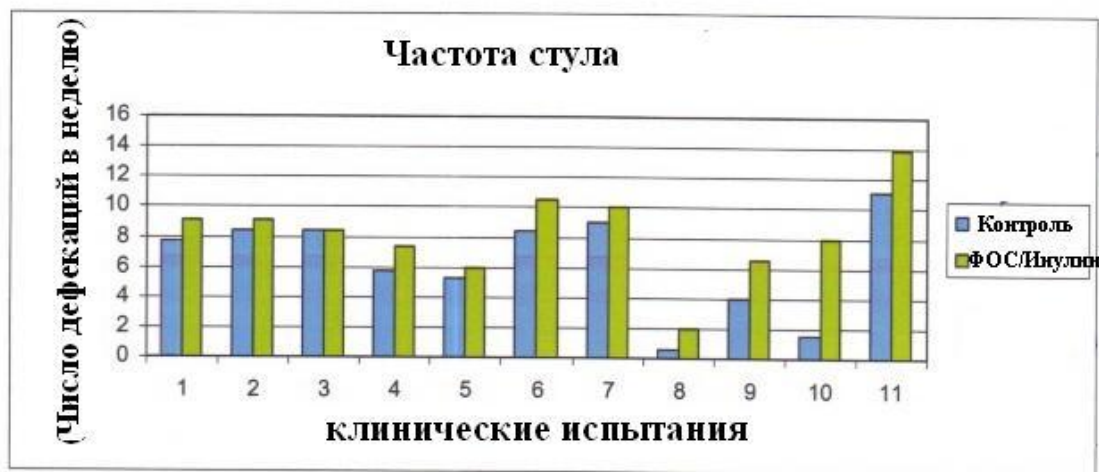


Рисунок 12: Частота стула: число дефекаций в неделю.

1. Brighenti et.al., 1999.
2. Alles et.al., 1996.
3. Alles et.al., 1996.
4. Gibson et.al., 1995.
5. Gibson et.al., 1995.
6. Scholtens et.al., 2006.
7. Kleessen et.al., 2007.
8. Chen et.al., 2000.
9. Den Hond et.al., 2000.
10. Kleessen et.al., 1997.
11. Moore et.al., 2003.

2.4.6. Улучшение общего самочувствия.

Каммингс сотр. (Cumming et.al., 2001) провели исследование с целью определения эффективности олигофруктозы в предотвращении диареи путешественников. В общей сложности 244 здоровых взрослых человека, путешествовавших в местах высокого и среднего риска кишечных инфекций, принимали 10 г/день олигофруктозы или плацебо (сахарозы).

По возвращении из отпуска участникам испытания было предложено заполнить опросные листы с несколькими вопросами, касающимися симптомов расстройства ЖКТ и общего самочувствия. Интересно, что путешественники из группы, принимавшей олигофруктозу, имели заметно более выраженное общее хорошее самочувствие в течение этого путешествия ($p = 0.04$).

Наблюдалось незначительное снижение числа случаев диареи (20% участников из группы, получавшей плацебо, по сравнению с 11% участников, получавших олигофруктозу).

2.4.7. Опубликованные официальные разрешения.

Orafti получила следующие официальные разрешения от французских экспертов в письменном виде:

- 9 мая 2000 Французское агентство санитарной безопасности питания (AFSSA - Agence Francaise de Securite Sanitaire des Alimentos) подтвердило бифидогенный эффект олигофруктозы при дозировке 5 г/день, а также особо отметило, что этот эффект может быть заявлен на упаковке пищевых продуктов.

- 22 декабря 2000 г. то же самое агентство одобрило заявленное свойство, гласящее, что приём 9 г/день инулина существенно увеличивает образование бифидобактерий.
- 20 апреля 2005 г. это же агентство одобрило заявленное свойство, гласившее, что употребление в пищу 5 г/день инулина существенно увеличивает численность бифидобактерий кишечника.

В Нидерландах 8 января 2003 г. добровольный Кодекс Норм по Заявленным Свойствам (Code of Conduct on Health Claims), контролируемый Центром Питания в Гааге, одобрил заявленное свойство в отношении употребления в пищу инулина - «поддерживает сбалансированный состав кишечной микрофлоры и хорошую функцию кишечника». Кроме того, в данном документе указывалось, что инулин является пищевым волокном, стимулирующим рост бифидобактерий.

3. Заключение

В заключение мы хотели бы сказать, основываясь на весомых опубликованных клинических исследованиях с участием людей, что существуют убедительные научные данные интервенционных исследований на людях, свидетельствующие о том, что существует четкая взаимосвязь между приёмом в пищу инулина и/или олигофруктозы и статистически достоверным увеличением численности бифидобактерий в кишечнике человека. На сегодняшний день инулин и олигофруктоза являются наиболее изученными из имеющихся пребиотических волокон. Мы уверены, что в качестве минимальной эффективной дозы может быть принято:

5 г/день инулина и/или олигофруктозы из цикория.

Кроме того, понятно, что повышение содержания бифидобактерий оказывает положительный эффект на общую сопротивляемость нашего организма, снижая число важных симптомов желудочно-кишечных расстройств. Как таковые они являются строгими и понятными биомаркерами общей функции и здоровья пищеварительной системы, свидетельствующими об улучшении работы пищеварительной системы, как подтверждено МИЗ.