

М.Д. Ардатская

**Клиническое применение
пищевых волокон**

Москва
2010

УДК [615.874.2:616-085::615.322Мукофальк](035.3)

ББК 52.5+53.51

А79

Ардатская М.Д.

А79 Клиническое применение пищевых волокон: [метод. пособие] / М. Д. Ардатская. – М.: 4ТЕ Арт, 2010. – 48 с.: ил., табл.

ISBN 978-5-903274-49-9

Пособие предназначено для практикующих врачей-терапевтов, гастроэнтерологов, инфекционистов, кардиологов, эндокринологов, аспирантов, слушателей курсов повышения квалификации и студентов старших курсов медицинских институтов.

На сегодняшний день пищевые волокна (ПВ) являются одними из самых востребованных и наиболее широко применяемых пищевых ингредиентов в рационе человека. Назначение пациентам диеты, богатой пищевыми волокнами – общепризнанный подход к профилактике и лечению многих заболеваний желудочно-кишечного тракта, злокачественных новообразований, а также заболеваний, связанных с повышенным уровнем глюкозы и липидов крови. За последние несколько лет механизмы действия ПВ и целесообразность их применения были изучены во множестве исследований, в том числе и в рамках рандомизированных контролируемых испытаний.

В методическом пособии даны определения и основные термины, относящиеся к ПВ, представлены их классификации. Отражены вопросы, касающиеся превращения ПВ в желудочно-кишечном тракте, и рассмотрены их основные биохимические эффекты. Подробно описаны физические и метаболические эффекты ПВ при различных патологических состояниях макроорганизма. Отдельное внимание уделено возможностям и преимуществам терапии с использованием лекарственного препарата на основе псиллиума (Мукофальк). Рассмотрены механизмы его действия и терапевтические эффекты при различной патологии.

Сведения: Ардатская Мария Дмитриевна, д.м.н., профессор кафедры гастроэнтерологии ФГУ «Учебно-научный медицинский центр» Управления делами Президента РФ.

E-mail: ma@uni-med.ru, ma@sai.msu.ru

Тел.: (499) 730-64-89, (916) 544-02-00

Адрес: раб. 121359, Москва, ул. Маршала Тимошенко, дом 21

Подписано в печать 08.10.2010 г. Формат 60x90/16. Бумага мелованная 115 г/м³.

Гарнитуры ProspectC, PragmaticaC. Печать офсетная. Тираж 10 000 экз. Заказ 1730.

Оригинал-макет подготовлен ООО «4ТЕ Арт».

127473, Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр.1. Тел.: (495) 234-40-88

ISBN 978-5-903274-49-9

© Ардатская М.Д., 2010

Оглавление

Введение	4
Определение	5
Термины, относящиеся к пищевым волокнам.	5
Химический состав пищевых волокон	6
Содержание ПВ в различных продуктах питания	9
Физико-химические эффекты ПВ	10
Превращение ПВ в желудочно-кишечном тракте человека и их метаболические эффекты.	11
Влияние ПВ на активность пищеварительных ферментов и усвояемость нутриентов	14
Физические и метаболические эффекты ПВ при различных патологических состояниях макроорганизма	16
Слабительное действие препарата Мукофальк®	27
Антидиарейное действие препарата Мукофальк®	29
Противовоспалительное действие препарата Мукофальк®	30
Применение препарата Мукофальк® при дивертикулярной болезни	34
Пребиотическое действие препарата Мукофальк®	35
Гиполипидемическое действие препарата Мукофальк®	36
Режимы терапии и способы применения препарата Мукофальк®	38
Заключение	39
Список литературы	40
Приложения	46

Концепция пищевых волокон (ПВ) имеет длинную историю и восходит еще к временам Гиппократ, который в 430 г. до н. э. описал слабительный эффект пшеничных отрубей. Можно также процитировать произведение У. Шекспира «Троил и Крессида», герои которого высоко ценили «мякину и отруби».

Однако до 1980 г. клетчатка и другие неферментируемые пищеварительными органами человека углеводы рассматривались в качестве балласта в рационе питания, и искали способы избавиться от этого «балласта» различными технологическими процессами переработки растительного сырья.

Своеобразным поворотным моментом явился выход в Великобритании (1982 год) руководства по высоковолокнистой диете, основанной на употреблении непросеянной муки зерновых при достаточном содержании в рационе овощей и фруктов. В течение одного года было реализовано свыше 1 млн. экземпляров, что свидетельствовало об интересе населения к познанию нового (и вместе с тем старого) раздела учения о питании человека.

В нашей стране «роль ПВ в питании и сохранении гомеостаза организма – рассматривалась с позиции новой и интересной проблемы нутрициологии 70–80 гг.». В 1984 г. научный совет по медицинским проблемам питания АМН СССР рекомендовал в план исследований включить изучение роли волокнистых структур в питании. Была поставлена цель: «Более глубоко исследовать все стороны влияния ПВ на организм с учетом количества и качества этих компонентов, включаемых в рацион... Изучить действие на организм разных видов волокнистых веществ, получаемых из различных источников, и установить рекомендуемый уровень этих веществ в профилактических и лечебных рационах».

В этот период появилось множество исследований по изучению химических и физико-химических свойств ПВ, их количества в разных рационах, физиологических эффектов. Было опубликовано более 600 публикаций (среди них несколько обзоров), посвященных влиянию ПВ на функцию толстой кишки, предупреждению и лечению запоров, дивертикулеза, рака и синдрома раздраженного кишечника, желчнокаменной болезни, нарушений липидного обмена и атеросклероза, сахарного диабета и ожирения и т.д.

Причем круг болезней, в происхождении которых «повинны» диеты с малым содержанием ПВ, постоянно расширялся. Среди них фигурировали мочекаменная болезнь, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, варикозное расширение вен, подагра, кариес и др.

В эти же годы академик А.М. Уголев разработал теорию адекватного питания, являющуюся одной из важнейших составляющих трофологии, одним из основных положений которой является следующее: «Необходимыми компонентами пищи являются не только нутриенты, но и *балластные вещества (пищевые волокна)*». И в свете сегодняшнего понимания роли пищевых волокон в трофологии дальнейшее использование термина «балластные вещества» представляется некорректным.

В настоящее время намечается очередной «ренессанс» пищевых волокон.

Введение в рацион ПВ одобрено и рекомендовано такими авторитетными организациями, как Американская ассоциация кардиологов (АНА) и Комиссия по надзору за продовольствием и лекарственными средствами (FDA). За последние несколько лет механизмы действия ПВ и целесообразность их применения были изучены во множестве исследований, в том числе и в рамках рандомизированных контролируемых испытаний.

В нашей стране также отмечается вновь повышенный интерес к применению ПВ в связи с приходом на отечественный фармацевтический рынок лекарственных препаратов на их основе.

С целью освещения роли и возможности использования ПВ в лечении внутренних болезней, благодаря их различным физическим и метаболическим эффектам, создано данное пособие.

Определение

Термин «пищевые (диетические) волокна» впервые введен в научный обиход Е.Н. Hipsley в 1953 году, под ним понимаются «остатки растительных клеток, способные противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека».

Наиболее приемлемым следует считать определение ПВ как суммы полисахаридов и лигнина, которые не перевариваются эндогенными секретами желудочно-кишечного тракта человека (*Trowell H.C., Burkitt D.P., 1987*).

В 2000 году Американская ассоциация химиков-зерновиков дала более широкое определение: «Пищевое волокно – это съедобные части растений или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике».

Термины, относящиеся к пищевым волокнам

ГРУБЫЕ ВОЛОКНА. Это часть пищевой субстанции, остающаяся после обработки кипящей серной кислотой, щелочью, водой, алкоголем и эфиром. Хотя она может включать некоторые трудно растворимые гемицеллюлозоподобные вещества, эта часть главным образом является мерой содержания целлюлозы в пище. Грубые волокна потребляются невегетарианцами в количестве 8–12 г/сут, потребность для взрослых составляет 6 г.

ДИЕТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА. Они упоминаются также как очищенные диетические волокна и очищенные растительные волокна. Это часть растительных веществ рациона, резистентная к воздействию секретов ЖКТ. Дополненная к целлюлозе и лигнину, она включает определенные гетерополисахариды, классифицируемые как гемицеллюлозы и пектины.

НЕОЧИЩЕННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ВОЛОКНА называются также неочищенными диетическими волокнами. Это любые волокнистые вещества в их натуральном состоянии со всеми ингредиентами клеточных стенок: полисахаридами, лигнином,

кутинами, минеральными веществами, не утилизируемыми липидами и др. Термин может быть использован по отношению к неочищенной фракции волокон люцерны, пшеницы и др. зерновых, фруктов, овощей.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ НЕПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА. Эта часть ПВ обычно не употребляется человеком и включает целлофан, высокоочищенную целлюлозу из древесной массы и др.

ОСТАТКИ. Твердая часть фекалий, состоящая из непереваренных и невсосавшихся частей пищи, продуктов метаболизма и бактерий.

ОСТАТКИ ПРОТИВ ВОЛОКОН. Некоторые авторы предложили отказаться от термина «остатки» по отношению к диете, с учетом его двойственного значения. Этот термин взаимозаменяемо используется для обозначения двух явлений: 1) неперевариваемого содержимого пищи – составной части пищевых диетических волокон и 2) прироста массы фекалий, не связанного ни с какой частью пищи, приписываемой к остаткам в толстой кишке после пищеварения.

Химический состав пищевых волокон

Растения синтезируют из простых сахаров несколько углеводных полимеров. Крахмал – запасной источник энергии растений, почти полностью переваривается и адсорбируется в верхних отделах кишечника человека. Лишь малая часть крахмала, окруженная волокнистой тканью, проходит до слепой кишки. Волокнистые и клейкие полисахариды придают растениям их структуру и форму. Они не перевариваются в тонкой кишке, проходя неизменными в толстую кишку, где ферментируются в разной степени. Эти полисахариды и принято считать ПВ.

В структуре первичной и вторичной клеточной стенки растений пространство между элементарными фибриллами целлюлозы заполняют гемицеллюлозы и углеводное вещество лигнин. Макромолекулярными компонентами стенки являются волокнистые полисахариды (в основном целлюлоза), межклеточные полисахариды (пектиновые субстанции, гемицеллюлозы и гликопротеины) и отвердевающие полисахариды.

Молодые, развивающиеся ткани растений в основном состоят из полисахаридов и белковых веществ. По мере роста идет формирование лигнина. Компоненты ПВ представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1.

Компоненты пищевых волокон (Talbot J.M., 1981)

ФРАКЦИЯ	ОСНОВНЫЕ СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ
Признаны большинством исследователей	
Грубые волокна	
Целлюлоза (клетчатка)	Полисахариды клеточной стенки, неразветвленные полимеры глюкозы
Лигнин	Неуглеводные вещества клеточной стенки, фенилпропановые полимеры

ФРАКЦИЯ	ОСНОВНЫЕ СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ
Мягкие волокна	
Гемицеллюлозы	Полисахариды клеточной стенки, дериваты разных пентоз и гексоз
Пектины	Полимеры галактурановой кислоты с пентозными и гексозными боковыми цепями, содержащиеся в клеточной стенке
Добавочные субстанции:	
Камеди	Не содержатся в клеточной стенке; комплекс полисахаридов, включающий глюкуроновую и галактурановую кислоты, ксилозу, арабинозу, маннозу
Слизи	Не содержатся в клеточной стенке; комплекс полисахаридов, некоторые являются полисахаридами запаса (гуар)
Полисахариды водорослей	Высококомплексированные полимеры
Предложенные для включения в группу ПВ	
<ul style="list-style-type: none"> • неперевариваемые запасные полисахариды • неперевариваемые растительные белки • хитины грибов • связанные неперевариваемые минеральные вещества, воски, др. субстанции 	

Существует шесть основных типов ПВ (схема 1). Химический анализ показал, что в основном это полисахариды. Но с этих позиций дефиниция волокон будет недостаточной, т.к. в диете присутствуют и другие полисахариды, например крахмал. Наиболее точно называть большинство фракций волокон некрахмальными полисахаридами. Далее они могут быть разделены на целлюлозу и нецеллюлозные полисахариды. К последним относятся гемицеллюлозы, пектин, запасные полисахариды, подобные инулину и гуару, а также растительные камеди и слизи. И, наконец, нецеллюлозные полисахариды можно разделить на водорастворимые и водонерастворимые компоненты. Лигнин не является углеводом и его следует рассматривать как отдельное волокно.



Схема 1. Основные типы пищевых волокон

Из основных типов ПВ **целлюлоза** (клетчатка) представляет линейный полимер глюкозы; микрокристаллиты целлюлозы имеют длину 4000–6000 нм и диаметр 4 нм, каждая макромолекула целлюлозы включает несколько тысяч единиц глюкозы.

Гемицеллюлозы – разветвленные полимеры пентозных и гексозных сахаров (например, ксилозы, маннозы, галактозы, глюкозы – в основных цепях; арабинозы, галактозы и глюкуроновой кислоты – в боковых). Их соотношение зависит от источника ПВ: к примеру, ксиланогликаны преобладают в гемицеллюлозах мякоти фруктов и овощей.

Лигнин – неуглеводное вещество, фенилпропановый полимер ароматических спиртов (в основном синапового, каниферилового и кумаринового).

Пектины – комплекс коллоидальных полисахаридов (в основе галактуроновая кислота с боковыми цепями из рамнозы, арабинозы, ксилозы и фруктозы). Некоторые пектины экстрагируются из растительных тканей водными растворами хелатов, но 20–30% их тесно связаны с другими составными частями клеточной стенки, особенно с альфа-целлюлозой.

Камеди (гумми) – водорастворимые клейкие полисахариды из 10 000–30 000 связей, главным образом глюкозы, галактозы, маннозы, арабинозы, рамнозы и их уроновых кислот, которые могут быть метоксилированы или ацетилированы, а также соли магния и кальция.

Камеди обычно используются в пищевой промышленности (гуммиарабик, трагакант, гуар и др.), их получают из стеблей или семян тропических или субтропических деревьев, кустарников, растений.

Слизи – полисахариды из семян и морских водорослей, представляют собой разветвленные сульфатированные арабиноксиланы. Применяются в пищевой промышленности как загустители и стабилизирующие средства, учитывая их гидрофильность и вязкость.

По химическому строению слизи делят на две группы:

1. **Нейтральные слизи** – являются продуктами полимеризации моносахаридов – D-галактозы, D-маннозы, L-арабинозы, D-глюкозы (галактоманнаны, глюкоманнаны, арабиногалактаны). Встречаются у растений семейства орхидных, лилейных, бобовых.
2. **Кислые слизи** – кислотность их обусловлена наличием в их составе уроновых кислот (слизь семян подорожников, льна, корней алтея и др.).

В бурых водорослях в большом количестве содержатся **альгинаты** – соли альгиновых кислот, молекула которых представлена полимером полиуроновых кислот.

Классификации ПВ. На настоящий момент существует несколько различных классификаций ПВ, отражающих физико-химические свойства, методы выделения из сырья, степени микробной ферментации и медико-биологические эффекты (приложения 1, 2).

Содержание ПВ в различных продуктах питания

Интерес диетологов к ПВ побудил химиков еще в 60–70-е годы к анализу растительных продуктов питания на содержание ПВ. Содержание ПВ в некоторых продуктах переработки хлебных злаков фруктах и овощах представлены в таблицах 2,3.

ТАБЛИЦА 2.
*Содержание ПВ в некоторых продуктах переработки
хлебных злаков (Вайнштейн С.Г., 1994)*

Продукты	Количество ПВ в 100 г продукта, г	Компоненты ПВ, %		
		Целлюлоза	Гемицеллюлоза	Лигнин
Белая мука (72%)	3,5	19	80	1
Темная мука (90–95%)	8,7	18	724	10
Непросеянная мука (100%)	11,5	20	74	6
Отруби отработанные	30,6	16	75	9
Отруби грубые	43,0	18	74	7
Овсяная крупа	7,2	12	83	6
Рис	2,7	22	78	Следы
Рожь	12,7	11	71	18

ТАБЛИЦА 3.
*Содержание ПВ в некоторых овощах, съедобной
части фруктов и ягод (Вайнштейн С.Г., 1994)*

Название	Количество ПВ в 100 г продукта, г		Компоненты ПВ, %		
	Сырая масса	Сухая масса	Целлюлоза	Гемицеллюлоза	Лигнин
Капуста брюссельская	4,2	35,5	25	72	3
Капуста зимняя	3,4	24,4	25	62	13
Капуста белая	2,7	27,4	23	66	11
Лук	1,3	18,1	26	74	Следы
Горох мороженный	7,8	37,1	27	69	2
Горох стручковый	6,3	47,6	39	61	Следы
Морковь	2,9	28,4	40	60	Следы
Брюква	3,4	22,1	33	67	Следы
Картофель	3,4	14,1	29	71	Следы

Название	Количество ПВ в 100 г продукта, г		Компоненты ПВ, %		
	Сырая масса	Сухая масса	Целлюлоза	Гемиллюлоза	Лигнин
Яблоки свежие	1,4	9,2	33	66	1
Бананы	1,8	6,0	21	64	15
Вишня	1,2	6,7	20	74	6
Грейпфруты	0,4	2,4	9	78	13
Апельсины	1,9	13,7	14	71	15
Груша	2,4	14,7	28	54	18
Слива	1,5	9,3	15	65	20
Клубника	2,1	19,1	16	46	38

Разнообразие растительного мира, использование новых, выведенных селекционерами сортов злаковых, овощей, фруктов и ягод, специальное извлечение ПВ из нетрадиционных источников – все это причина непрекращающихся исследований по данному вопросу.

Необходимо отметить тенденцию к снижению потребления ПВ во всех развитых странах. При этом мужчины в среднем потребляют ПВ больше, чем женщины.

По мнению большинства специалистов в суточном рационе взрослого человека должно содержаться не менее 30–45 г ПВ. В нашей стране суточная потребность населения в клетчатке и пектине практически во всех регионах удовлетворяется лишь на 1/3.

Физико-химические эффекты ПВ

Важное свойство ПВ состоит в том, что они устойчивы к действию амилазы и других ферментов и поэтому в тонкой кишке не всасываются.

Это свойство обеспечивает их своеобразные физико-химические действия:

- При прохождении по кишечнику ПВ формируют матрикс фиброзного или аморфного характера по типу «молекулярного сита», физико-химические свойства которого обуславливают водоудерживающую способность, катионообменные и адсорбционные свойства, чувствительность к бактериальной ферментации в толстой кишке.
- Наличие у ПВ гидроксильных и карбоксильных групп способствует, кроме гидратации, ионообменному набуханию.
- Способность к набуханию, то есть удержанию и последующему выведению воды из организма, в большей степени выражена у аморфных ПВ. Это свойство ПВ способствует ускоренному кишечному транзиту, увеличению влажности и массы фекалий и снижению напряжения кишечной стенки (Gybney, 1986).
- В желудке под влиянием ПВ замедляется эвакуация пищи, что создает более длительное чувство насыщения, ограничивает потребление высокоэнергетической пищи и способствует снижению избыточной массы тела.

Превращение ПВ в желудочно-кишечном тракте человека и их метаболические эффекты

Деградация ПВ, резистентных к гидролизу пищеварительными ферментами человека, происходит под воздействием микрофлоры, выполняющей для макроорганизма целый ряд полезных функций (таблица 4).

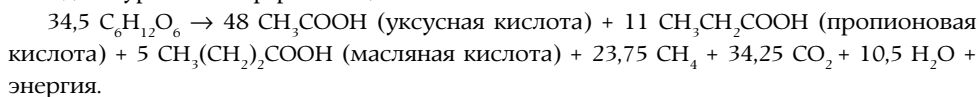
ТАБЛИЦА 4.

*Локальные и системные функции микробиоты.
(Бабин В.Н., Минушкин О.Н., Дубинин А.В. и др., 1998 г.)*

№	Эффект
1	Трофические и энергетические функции – тепловое обеспечение организма
2	Энергообеспечение эпителия
3	Регулирование перистальтики кишечника
4	Участие в регуляции дифференцировки и регенерации тканей, в первую очередь эпителиальных
5	Поддержание ионного гомеостаза организма
6	Детоксикация и выведение эндо- и экзогенных ядовитых соединений, разрушение мутагенов, активация лекарственных соединений
7	Образование сигнальных молекул, в том числе нейротрансмиттеров
8	Стимуляция иммунной системы
9	Стимуляция местного иммунитета, образование иммуноглобулинов
10	Обеспечение цитопротекции
11	Повышение резистентности эпителиальных клеток к мутагенам (канцерогенам)
12	Ингибирование роста патогенов
13	Ингибирование адгезии патогенов к эпителию
14	Перехват и выведение вирусов
15	Поддержание физико-химических параметров гомеостаза приэпителиальной зоны
16	Поставка субстратов глюконеогенеза
17	Поставка субстратов липогенеза
18	Участие в метаболизме белков
20	Участие в рециркуляции желчных кислот, стероидов и других макромолекул
21	Хранилище микробных плазмидных и хромосомных генов
22	Регуляция газового состава полостей
22	Синтез и поставка организму витаминов группы В, пантотеновой кислоты и др.

Пектин и большая часть гемицеллюлоз, составляющих значительную часть ПВ злаковых растений, разрушаются полностью. Только лигнин и в меньшей степени целлюлоза резистентны к бактериальному воздействию и переходят в фекалии. Преобладающие в толстой кишке анаэробные микроорганизмы (*Bacteroides*, *Clostridium*, *Fusobacterium*, *Bifidobacterium*) являются сахаролитиками и способны переварить многие виды некрахмальных полисахаридов. При электронной сканирующей микроскопии отмечено, что волокна, обнаруженные в фекалиях, плотно окружены бактериями и вокруг последних имеются зоны разрушения клеточных стенок.

По результатам изучения рубца (первого отдела желудка жвачных животных) и толстой кишки человека, которые в отношении метаболизма могут быть сравнимы, выведено уравнение ферментации в кишечнике человека:



Водород также вырабатывается в больших количествах во время ферментации, но в отличие от животных у человека он фактически полностью экскретируется (в основном через абсорбцию в кровь с последующем выделением через легкие); только у 30–40% людей продуцируется метан.

Имеются три важнейших продукта ферментации: короткоцепочечные жирные кислоты (КЖК: уксусная, пропионовая, масляная), газы, энергия (схема 2). Весь перечень низкомолекулярных метаболитов, продуцируемых микрофлорой, представлен в таблице 5.

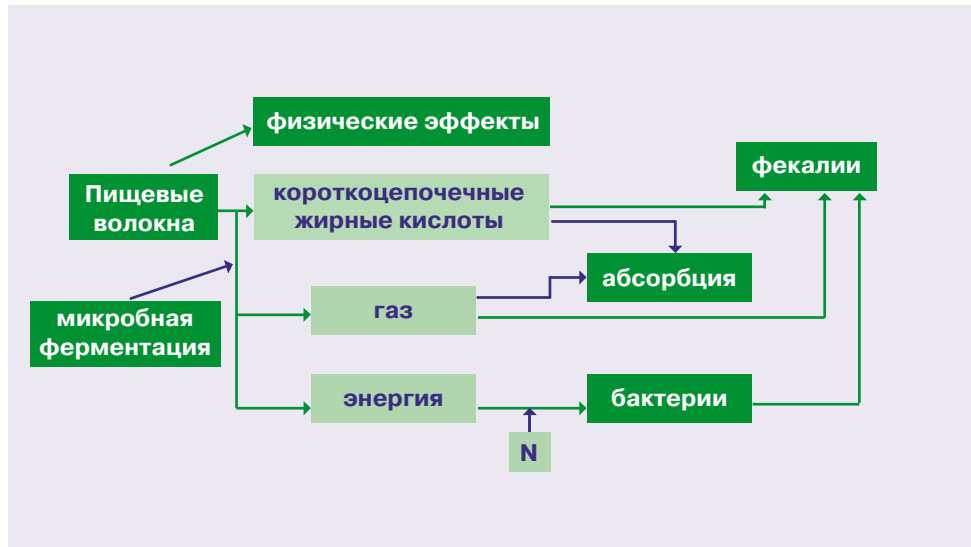


Схема 2. Последствия метаболизма ПВ в толстой кишке
(Вайнштейн С.Г., 1994)

ТАБЛИЦА 5.

Основные низкомолекулярные метаболиты, продуцируемые индигенной микрофлорой.

Газы	Монокарбоновые кислоты и их соли	Циклические нуклеотиды	Дикарбоновые кислоты	Оксиислоты	Аминокислоты	Амины
H ₂ CO ₂ CH ₄ NH ₃ NO	Уксусная Пропионовая Масляная Изомасляная Валериановая Изовалериановая Капроновая Муравьиная	цАМФ цГМФ	Янтарная	Молочная	β-аланин γ-аминомасляная ε-аминокапроновая глутаминовая	Гистамин Серотонин Глутамин

Короткоцепочечные жирные кислоты, образующиеся при разрушении ПВ (200–700 нмоль в день, при применении диеты, распространенной в ряде стран Западной Европы), важны для регуляции адсорбции и метаболизма в толстой кишке. Эти кислоты быстро всасываются, стимулируя одновременную адсорбцию натрия и воды, а также поступление бикарбонатов в полость кишки (контролирование кишечного рН). Кроме того, эти кислоты и другие метаболиты микрофлоры оказывают еще целый ряд полезных эффектов (таблица 6): поставка субстратов липо- и глюконеогенеза, поддержание ионного обмена, осуществление антибактериального эффекта и блокировка адгезии патогенов, активация местного иммунитета и мн. др.

ТАБЛИЦА 6.

Некоторые эффекты низкомолекулярных метаболитов микрофлоры

ЭФФЕКТ	Метаболиты, ответственные за эффект
Энергообеспечение эпителия	Уксусная (ацетат), масляная (бутират) кислота
Антибактериальный эффект	Пропионовая кислота (пропионат)
Регуляция пролиферации и дифференцировки эпителия	Масляная кислота (бутират)
Поставка субстратов глюконеогенеза	Пропионовая кислота (пропионат)
Поставка субстратов липогенеза	Ацетат, бутират
Блокировка адгезии патогенов к эпителию	Пропионат, пропионовая кислота
Активация фагоцитоза	Формиат
Регулировка моторной активности кишечника	КЖК, соли КЖК, ГАМК, глутамат
Поставка субстратов для синтеза пантотеновой кислоты	β-аланин
Усиление местного иммунитета	Бутират (масляная кислота)
Поддержание ионного обмена	КЖК, соли КЖК (в большей степени уксусная к-та (ацетат), пропионовая к-та (пропионат), масляная кислота (бутират))

Одна из КЖК – масляная кислота, необходимая для энергетического метаболизма слизистой оболочки толстой кишки, оказывает действие на синтез ДНК и пролиферацию нормальных и малигнизированных клеток.

Всосавшись, КЖК доступны аэробному метаболизму в тканях организма и как таковые являются источником энергии.

КЖК составляют около 70% чистых (т.е. использованных) калорий полисахаридов, расщепляющихся анаэробной флорой. Таким образом, при расчете энергетической ценности пищевого рациона следует иметь в виду, что некрахмальные полисахариды дают 11,2 кДж/г энергии углеводов. Общий вклад их в ежедневный энергетический баланс человека составляет 2–7% у людей с низким потреблением ПВ (например, в Великобритании, США). В странах, где потребление ПВ намного выше, и у лиц с тощекишно-подвздошно-кишечным анастомозом, наложенным для лечения ожирения, абсорбируемые в толстой кишке КЖК могут являться существенным компонентом энергетического обмена.

Газообразование со всеми его последствиями считают важнейшей причиной ограничения ПВ в рационе большинства людей. Следует помнить, что источником газообразования в кишечнике могут быть не только ферментируемые микробами полисахариды, но и олигосахариды (рафиноза, стахиоза, вербаскоза), которые содержатся, например, в бобовых.

Третьим важным результатом анаэробной ферментации полисахаридов является энергия, поглощаемая толстокишечной микрофлорой для существования и роста. У человека присутствие ферментабельных полисахаридов в рационе приводит к увеличению роста микроорганизмов в толстой кишке. Увеличение экскреции азота, наблюдаемое при добавлении некрахмальных полисахаридов в диету, частично является результатом ассимиляции азота в белок бактерий, но могут быть и другие причины этого, например, нарушение гидролиза белка. Другие воздействия микрофлоры толстой кишки, например, на дегидроксилирование желчных кислот, гидролиз глюкуроновых конъюгатов и синтез витаминов, также могут изменяться.

В различных отделах ЖКТ человека деградация ПВ происходит по-разному. Усвояемые полисахариды (альфа-глюканы) перевариваются и всасываются в верхних отделах кишечника, не альфа-глюкановые полисахариды и лигнин проходят до слепой кишки. Лигнин экскретируется с калом в неизменном виде, полисахариды клеточной стенки и другие сахара ферментируются ферментами толстокишечных бактерий (о чем указывалось выше); они могут адсорбироваться, начиная от слепой кишки и далее на разном протяжении.

Влияние ПВ на активность пищеварительных ферментов и усвояемость нутриентов

Исследования данного вопроса крайне важны для понимания изменений, происходящих в ЖКТ, а именно усвояемости белков, жиров и углеводов при приеме ПВ.

При исследованиях *in vivo* и *in vitro* рядом авторов были определены следующие эффекты ПВ в отношении активности панкреатических ферментов. Установлено, что:

- ПВ ингибируют активность панкреатических ферментов *in vivo*, поэтому индуцированная волокнами стеаторея зависит, во всяком случае, частично, от мальабсорбции жира;
- Увеличение вязкости дуоденального сока (пектином, гуаром) ингибирует активность или/и происходит связывание липазы.
- Снижение pH дуоденального сока (пектином) понижает активность амилазы и липазы.
- Предварительная обработка ПВ HCl увеличивает их фермент-ингибирующие свойства.

Следовательно, подавление активности ферментов может быть связано с ацидификацией ПВ в желудке, увеличением вязкости и снижением pH дуоденального содержимого, адсорбцией панкреатических ферментов.

Изучалась активность панкреатических ферментов *in vitro* в дуоденальном соке, полученном у людей; в изучаемую среду добавляли ПВ в концентрации 0,5–1,5 г на 100 мл. Установлено, что:

- В дуоденальном соке изменения активности ферментов, за исключением умеренного подавления липазы, при добавлении *ispaghula* (слизи семян) не происходило;
- Пектин, гуар, пшеничные отруби тормозят в дуоденальном соке амилазную активность на 35–100%, липазную – на 40–95%, триптическую – на 40–85%, фосфолипаза подавляется только пектином на 75%.

На основании других исследований *in vivo* и *in vitro*, оценивающих влияние ПВ на активность панкреатической липазы, авторы сделали вывод, что имеет место связывание, а не ингибирование активности липазы.

Исходя из вышеизложенного, можно полагать, что постоянное потребление ПВ приводит к снижению всасывания белков, жиров и углеводов, что приводит к уменьшению энергетической ценности пищи, что имеет важное значение при метаболическом синдроме.

В результате, полученные данные побудили многочисленных исследователей оценить всасываемость других нутриентов при приеме ПВ.

- Большинство авторов предостерегает от злоупотребления ПВ, которые способны снизить адсорбцию кальция, железа, цинка, магния; увеличить выведение азота из организма; тормозить активность трипсина и химотрипсина (Schwartz et al, 1986). Этот эффект особенно характерен для некоторых отрубей, содержащих фитаты, ингибирующих всасывание железа и цинка.
- Длительное потребление некоторых ПВ может отрицательно влиять на баланс витаминов, особенно А, С, Е, глутаминовой кислоты, серина и треонина.

В связи с вышеизложенным, при обогащении диет ПВ рекомендуется дополнительное введение минеральных нутриентов и комплекса витаминов.

Однако необходимо отметить, что указанные эффекты обнаруживаются при применении довольно больших доз ПВ, да и то не всеми авторами.

Так, в эксперименте на животных только тенденция к снижению содержания витаминов групп В и С в крови была выявлена при добавлении в диету пшеничных отрубей, а пектин и микрокристаллическая целлюлоза никакого влияния не оказывали. (Богданов и др., 1987).

Практически не влияют на обмен минеральных веществ ПВ злаковых и трав, в том числе псиллиум (оболочка семян подорожника овального).

Так, согласно данным мета-анализа 8 исследований по применению псиллиума в течение длительных сроков (4–6 месяцев и более) псиллиум достоверно не влияет на уровень всасывания как витаминов, так и микроэлементов (оценивались концентрации витаминов и микроэлементов в крови и моче).

Также изучалось влияние псиллиума на всасывание кальция у 15 женщин в постменопаузе в рандомизированном перекрестном исследовании, результаты которого показали, что псиллиум не влияет на уровень кальция в крови.

Следует учитывать и тот факт, что при длительном введении ПВ в организме происходят адаптивные реакции, восстанавливающие исходный уровень микроэлементов (Shah et al., 1991). Немаловажное значение при применении ПВ придают перерывам между курсами, в течение которых баланс минеральных элементов, витаминов и азота быстро восстанавливается.

Кроме того, более значимое воздействие оказывает применение ПВ на выведение тяжелых металлов и радионуклидов.

- Низкоэтирифицированный пектин легко образует пектинаты металлов, в т.ч. и свинца, а высокоэтирифицированный (метоксилированный) пектин обволакивает кишечную стенку и посредством механизма гелевой фильтрации снижает всасывание молекул высокотоксических веществ. Таким образом, пектины могут связывать как поступающие извне тяжелые металлы, так и предупреждать вторичную резорбцию металлов при попадании их в ЖКТ с желчью или в составе др. пищеварительных секретов, выводя их с калом.
- Микроорганизмы кишечника частично гидролизуют пектиновые вещества с образованием олиго- и галактуроновой кислот, которые реабсорбируются в кишечнике и попадают в кровяное русло. Карбоксильные и гидроксильные группы этих кислот связывают свинец, кадмий, ртуть и др. в крови и способствуют их выводу из депо с последующим выведением с мочой.

Физические и метаболические эффекты ПВ при различных патологических состояниях макроорганизма

ПВ и заболевания гастродуоденальной зоны

Экспериментальные и клинические исследования выявили полезное воздействие ПВ у лиц с заболеваниями гастродуоденальной зоны, реализуемые несколькими путями:

- Увеличение полупериода эвакуации из желудка как жидкой, так и твердой пищи (в основном пектины и слизи), увеличение моторного индекса двенадцатиперстной кишки.
- Стимуляция репаративных процессов в стенке желудка (наиболее выраженное у люцерны, эспарцета и микрокристаллической целлюлозы); восстанавливающее действие на железистый аппарат желудка (возрастание функции желез с низкой их активностью до лечения и снижение секреторной функции с изначально гиперфункциональным состоянием).

- Торможение секреторной активности желудочного сока.
- Повышение рН в теле и антральном отделе желудка.
- Уменьшение регургитации желчи в желудок посредством увеличения абсорбции желчных кислот.

Что касается предупреждений обострений язвенной болезни и удлинении сроков ремиссии, мнения исследователей противоположны: по данным Kang J.Y. et al (1988) прием ПВ не вызывал снижения частоты рецидивов, однако в работах Rydning A (1990) указано на достоверное удлинение периода ремиссии и снижение частоты обострений.

Более важное значение приобретает потребление ПВ пациентами, перенесшими резекцию желудка.

Благотворное действие ПВ направлено на:

- Профилактику рака ободочной и прямой кишки (воздействие на желудочную секрецию и метаболизм желчных кислот)
- Профилактику и лечение демпинг-синдрома:
 - За счет влияния ПВ на эвакуаторную функцию желудка (увеличение времени)
 - Модификация инкреции интестинальных гормонов (энтероглокагона и желудочного ингибирующего полипептида).

ПВ и заболевания кишечника

Заболевания кишечника по ряду эпидемиологических исследований занимают 2–3 место среди других патологий ЖКТ. Лидирующее положение в списке заболеваний кишечника отводят хроническим колитам различной этиологии, синдрому раздраженного кишечника и другим функциональным заболеваниям с нарушением моторно-эвакуаторной функции, а также дивертикулёзу толстой кишки, который развивается как результат чрезвычайного напряжения при акте дефекации, что характерно при потреблении так называемой западной (содержащей мало ПВ) диеты.

Как указывалось выше, к метаболитам, ответственным за энергообеспечение эпителия, поставке субстратов липо- и глюконеогенеза, поддержание ионного обмена (схема 3, таблица 6 (см. стр. 12) относят КЖК и их соли, продуцируемые микрофлорой кишечника. Поэтому ПВ, помимо прямых физических эффектов, являясь субстратом для микрофлоры, оказывают многофункциональное действие при хронической патологии кишечника.

Эффекты, оказываемые ПВ при хронических заболеваниях толстой кишки, можно суммировать в следующем списке:

- ПВ при различных видах обработки оказывают разнонаправленное воздействие на транзит химуса и кала по пищеварительному тракту, а также на массу и состав кала:
 - а) увеличивают массу фекалий, содержание в них жидкости, уменьшают время кишечного транзита при заваривании кипятком и увеличении потребления суточного количества жидкости до 1,5–2 л/с;
 - б) уменьшают массу фекалий, содержание в них жидкости, увеличивают время кишечного транзита при употреблении сухих отрубей.

Изложенное разнонаправленное действие ПВ предполагает их назначение при патологии кишечника с различными типами моторно-эвакуаторных нарушений.

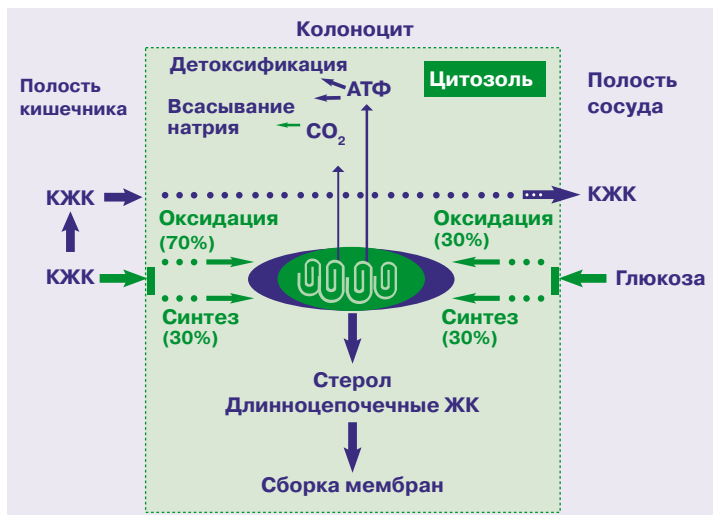


Схема 3. Оξειлительный и синтетический вклады КЖК в обменные процессы колоноцита, связанные с функциями всасывания Na^+ , детоксикацией и липогенезом (W.E.W. Roediger, 1990)

- ПВ изменяют миоэлектрическую активность кишечника, приводят в равновесие пропульсивные и тонические сокращения мускулатуры толстой кишки.
- ПВ, являясь пищевым субстратом для микрофлоры, способствуют нормализации популяционной численности и активности облигатной микрофлоры, которая в свою очередь поставляет КЖК, необходимые для нормальной трофики, энергообеспечения и дифференцировки колоноцитов.
- ПВ (особенно грубого помола и из семян) снижают внутрикишечное давление, профилактизируя дивертикулез кишечника и его осложнения.
- ПВ не ускоряют транзита химуса в начальном отделе кишечника, где наиболее интенсивно проходят процессы гидролиза нутриентов и значительна степень всасывания пластических и энергетических составных частей пищи, витаминов, микроэлементов и др.

ПВ и рак толстой кишки

Профилактическая роль ПВ в отношении РТК может быть связана со следующими механизмами:

- Снижение концентрации канцерогенов за счет их связывания вследствие гидрофильности ПВ и удержания в просвете кишки большего количества жидкости, с увеличением общей массы фекалий.
- Ускорение пассажа химуса, т.е. уменьшение времени контакта ко- и канцерогенного вещества и слизистой оболочки кишки.

- Связывание ПВ ко- и канцерогенов, в том числе желчных кислот.
- Изменение внутрикишечного рН, обычно в кислую сторону, вследствие выработки летучих жирных кислот при бактериальной ферментации ПВ, что приводит к снижению концентрации свободного аммиака, который содействует канцерогенезу в толстой кишке.
- Изменение кишечной микрофлоры количественно и качественно, что может приводить к иным воздействиям на некоторые канцерогены, особенно «непрямые» или «требующие активации» (диметилгидразин или афлатоксин Б1).
- Образование при бактериальном расщеплении ПВ, особенно злаковых, лигнанов- энтеролактона и энтеродиола; последние, не обладая эстрогенной активностью, вследствие близости их структуры к структуре синтетических эстрогенов стильбэстрола и гексэстрола связывают рецепторы к эстрогенам; поскольку 30–50% всех опухолей ТК имеют рецепторы к эстрогенам, лигнаны блокируют пролиферативное действие эстрогенов на эпителий ТК.

ПВ и холелитиаз

В многочисленных экспериментальных исследованиях показана способность ПВ снижать концентрацию холестерина в желчи и предотвращать возникновение холестериновых желчных камней.

Учитывая метаболизм холестерина в организме (схема 4), механизм влияния ПВ на снижение холестерина реализуется следующими путями:

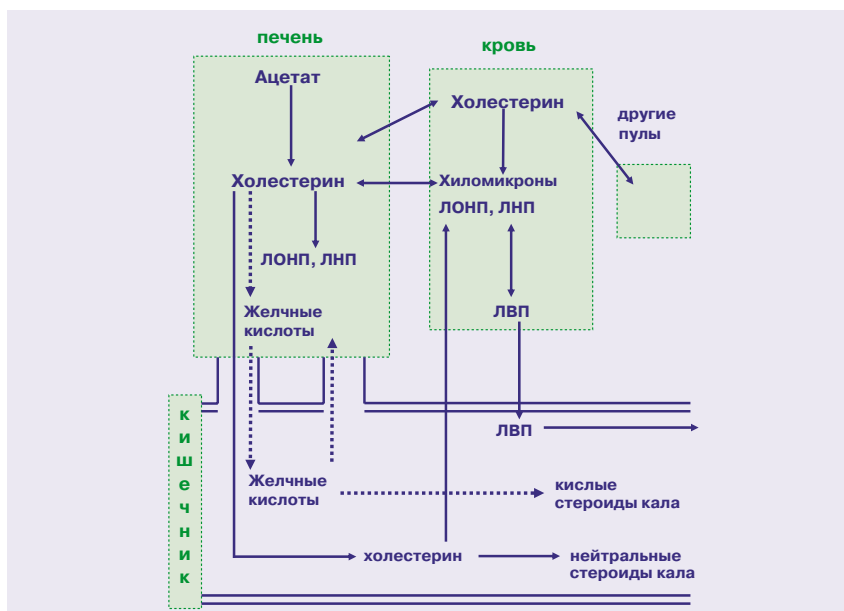


Схема 4. Метаболизм холестерина в организме
(Vanhouyou G.V.,1982, модификация Ардатской М.Д., 2001)

- Абсорбция холестерина и желчных кислот (ЖК) и усиленное выведение их с калом.
- Для поддержания пула ЖК, выводимых с калом, происходит усиленный синтез их из холестерина, уменьшая его количество в желчи.

Кроме того, действие ПВ на ингредиенты и литогенность желчи связано в большей степени с изменением метаболизма ЖК и их энтерогепатической циркуляции (схема 5). Влияние ПВ на изменение указанной метаболической цепи осуществляется:

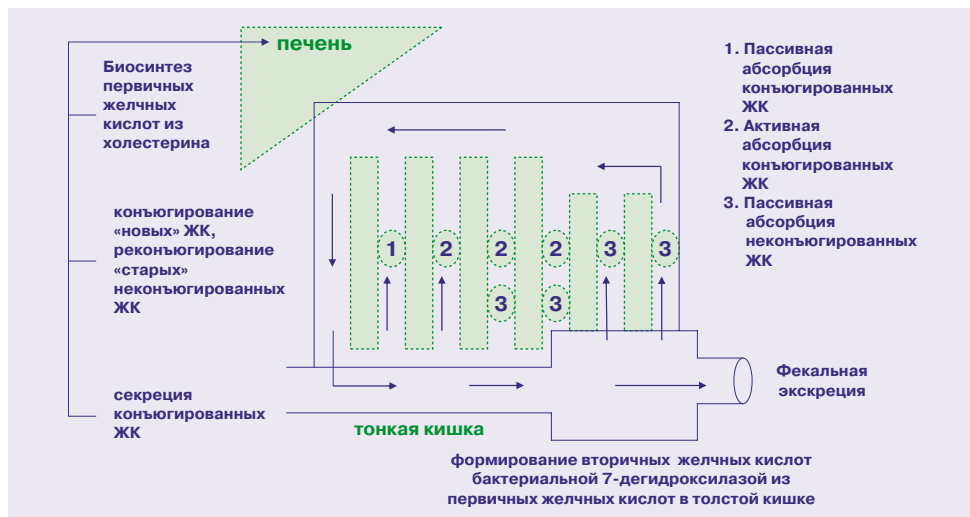


Схема 5. Энтерогепатическая циркуляция желчных кислот у человека

- Путем изменения качественного состава ЖК: ПВ сорбируют желчные кислоты неодинаково. Свободные ЖК связываются больше, чем конъюгаты, что приводит к снижению индекса литогенности
- Изменением метаболической активности и популяционной численности родов микроорганизмов, принимающих участие в 7- α -дегидроксилировании ЖК
- Изменением времени транзита по кишечной трубке.

ПВ и цирроз печени

Угрожающим синдромом при заболеваниях печени является печеночная энцефалопатия (ПЭ), в конечной стадии приводящая к смерти больного. Существует несколько гипотез патогенеза ПЭ, среди которых значительное место занимает «гипотеза глии», где рассматривается аммиачная и нейротрансмиттерная модели.

Как было установлено, ПВ значительно снижают степень ПЭ, путем прямого:

- Ре- и абсорбирующего действия в отношении аммиака, среднепечочных жирных кислот (кислот с разветвленной углеродной цепью (изомеров) и др. нейротрансмиттеров (меркаптанов и др.) и выведения их с калом.
- Изменения времени кишечного транзита.

И непрямого:

- Изменения метаболической активности и популяционной численности кишечной микрофлоры – продуцентов короткоцепочечных жирных кислот, амиака, нейротрансмиттеров бактериального происхождения (меркаптаны, γ -аминомасляная кислота)
- Снижение проницаемости кишечной стенки, вследствие изменения окислительно-восстановительного внутрипросветного потенциала, что приводит к уменьшению проникновения не только бактериальных нейротрансмиттеров в кровяное русло и лимфу, но и снижает проницаемость и непосредственно для микроорганизмов.

Последнее крайне важно, для профилактики другого грозного осложнения ЦП – спонтанного бактериального перитонита, смертность от которого достигает 50%, а у 69% больных наблюдается рецидив в течение года, где общая смертность в течение уже достигает 61–78%.

ПВ и заболевания обмена веществ

Заболевания обмена веществ также связывают с уменьшением в рационе современного человека содержания ПВ, что относит их также к болезням цивилизации. Следует полагать, что диетотерапия вышеуказанных заболеваний с включением достаточного количества ПВ обеспечит наибольший профилактический и лечебный эффект.

ПВ и сахарный диабет

Проведенными исследованиями установлено:

- При высоком содержании ПВ в диете увеличивается время всасывания углеводов из ЖКТ, что приводит к более эффективному использованию углеводов периферическими тканями.
- Из пищевых волокон различного происхождения положительное влияние оказывали только волокна из хлебных злаков и трав; волокна из фруктов и овощей подобным действием не обладали.
- ПВ тормозят всасывание глюкозы в кишечника (гуар).
- В меньшей степени способствуют повышению гликемии овощи (а не крупы или картофель).
- ПВ тормозят секрецию интестинальных гормонов и ингибируют действие некоторых антинутриентов, что способствует снижению глюкозурии и кетоацидоза, уменьшает потребность в инсулине.

Таким образом, ПВ могут модифицировать углеводный обмен путем изменения транзита пищевой кашицы в желудке и тонкой кишке, замедления всасывания простых углеводов, стимуляции гликолиза и изменения инкреции инсулина и интестинальных гормонов.

ПВ и нарушения липидного обмена при заболеваниях сердечно-сосудистой системы

Выявленная существенная отрицательная корреляция между потреблением вегетарианских рационов и смертностью в результате ИБС побудила исследователей более детально оценить влияние пищевого рациона на изменение обмена липидов и развитие патологии ССС.

Известно, что морфологическим субстратом ИБС является холестериновая бляшка. На схеме 4 представлен метаболизм холестерина в организме человека. Многочисленные исследования выявили эффекты ПВ на различные звенья метаболической цепи: ПВ способствуют увеличению содержания холестерина липопротеидов высокой плотности и уменьшению уровня общего холестерина крови посредством адсорбции его, увеличения экскреции желчных кислот и восстановления баланса между образованием и выведением холестерина.

Механизмы влияния ПВ на адсорбцию липидов.

Прямые эффекты:

- изменение времени опорожнения желудка;
- изменение времени транзита химуса;
- блокирование волокнами поверхности слизистой оболочки кишечника, что уменьшает всасывание липидов;
- секвестрация желчных кислот и других мицеллярных компонентов.

Непрямые эффекты:

- влияние на величину и состав пула желчных кислот:
 - а) увеличение фекальной экскреции кислых и нейтральных стероидов как результат нарушения их всасывания из-за недостатка желчных кислот;
 - б) увеличение 7-альфа-гидроксиляции холестерина;
- изменение выброса интестинального глюкагона и панкреатического инсулина
- адаптивные изменения кишечной структуры и функции.

Кроме того, установлено, что уменьшение усвояемости цинка, при высоком потреблении ПВ, может приводить к нарушению обмена холестерина.

ПВ и ожирение

Эффективность применения ПВ при лечении тучности связана со следующими факторами:

- снижение усвояемости энергии рациона;
- наполнение желудка и поддержание чувства насыщения;
- удлинение времени опорожнения желудка;
- изменение моторики тонкой кишки (время транзита химуса и его перемешиваемость);
- изменение профиля рН внутрикишечного содержимого;
- освобождение желудочно-кишечных гормонов;
- изменение полостного пищеварения;
- Изменение всасывания в кишечнике;
- нормализация липидно-углеводного обмена.

Кроме того, огромное значение ПВ приобретают в профилактике и лечении пораженных органов-мишеней, в частности неалкогольного стеатогепатита.

При ожирении увеличивается поступление в печень свободных жирных кислот и формируется стеатоз печени, что рассматривается как «первый удар». Последовательно или одновременно развивается оксидативный стресс («второй удар»), который имеет место при синдроме избыточного бактериального роста в результате повышенной эндогенной секреции этанола и липополисахаридов, стимулирующих избыточную продукцию провоспалительных цитокинов клетками Купффера. Проведенные научные исследования продемонстрировали эффективность назначения ПВ, как средств, обеспечивающих нормальную работу кишечной микрофлоры, что способствует профилактике и лечению заболеваний печени, в том числе у пациентов неалкогольным стеатогепатитом.

ПВ и аллергические реакции и псевдоаллергические синдромы

Механизм воздействия ПВ реализуется путем:

- Прямого действия – абсорбция аллергенов из ЖКТ.
- Опосредованное действие – изменение метаболической активности микрофлоры кишечника и снижение выработки биогенных аминов, в частности гистамина, а также повышение иммунорезистентности.

ПВ существенно снижают уровень эндогенного гистамина и других биологических аминов, которые реализуют аллергические проявления при болезнях пищеварительной системы.

Всю совокупность эффектов, однако далеко не полный их перечень, приводим в приложении 3.

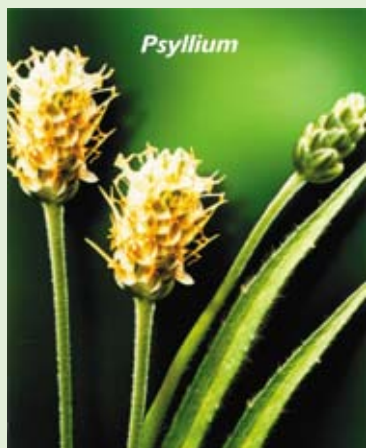
Таким образом, с учетом многообразия действия ПВ и их влияния на основные механизмы формирования заболеваний желудочно-кишечного тракта и других систем, доказана целесообразность их использования в клинической и профилактической медицине.

В настоящее время разработано много препаратов, имеющих в своем составе различные пищевые волокна.

На основе растительных пищевых волокон из оболочки семян подорожника овального (*Plantago ovata*), известных также как псиллиум (*psyllium*), создан лекарственный препарат Мукофальк®, отвечающий всем характеристикам пребиотических препаратов и участвующего, более чем в 50 рандомизированных клинических исследованиях.

Семена *Plantago ovata* отличаются от семян других видов подорожника, имеющих темно-бурый цвет, своей окраской, – они телесно-розового оттенка с пурпурной полоской в рубчике. В отличие от других видов подорожника – подорожник овальный произрастает в засушливых районах Средиземного моря, Индии и Пакистана, поэтому именно данный вид подорожника содержит максимальную концентрацию слизи, которые предохраняют семена растения от высыхания, играют роль запасных ве-

ществ, а также способствуют распространению и закреплению семян в почве. Слизистые сконцентрированы в основном в оболочке семян, которая и используется в качестве лекарственного препарата. Семена быстро и сильно ослизняются, на чем основано их медицинское применение (рис. 1).



- **Обволакивающее, цитопротективное и противовоспалительное действие на эпителиальные клетки кишечника**
- **Адсорбция токсинов и канцерогенов**
- **Связывание желчных кислот → усиление желчеобразования и желчевыделения → снижение уровня холестерина и липидов**
- **Усиление бактерицидного действия желчи при синдроме избыточного бактериального роста в тонкой кишке**
- **Матрикс для ферментов поджелудочной железы → улучшение пищеварения**

Рис 1. Гельформирующая фракция: основные эффекты

Таким образом, высокое содержание слизей в составе семян Подорожника овального позволяет отнести его к группе мягких пищевых волокон, что имеет принципиальное значение при назначении препарата при ряде заболеваний, когда, например, использование грубых пищевых волокон не рекомендуется или противопоказано.

Таким образом, Мукофальк® является источником пищевых волокон, уникальным по своему составу, – пищевые волокна Мукофалька состоят из трех фракций, каждая из которых обеспечивает лечебный эффект при различных видах нарушения функции кишечника:

- **Фракция А (30%)** – фракция, растворимая в щелочной среде, не ферментируемая бактериями (выступает как наполнитель, создающий объем) – обеспечивает нормализующее моторику действие.
- **Гель-формирующая фракция В (55%)** (высокоразветвленный арабиноксилан, состоящий из остова, образованного ксилозой, с арабинозо- и ксилозо-содержащими боковыми цепями). Представляет собой частично-ферментируемую фракцию, которая связывает воду и желчные кислоты (↓ уровня холестерина); обеспечивает также «смазывание» стула при запоре, при диарее – обеспечивает закрепляющее действие за счет связывания излишков воды и энтеротоксинов.

- **Фракция С (15%)** – вязкая и быстро-ферментируемая кишечными бактериями фракция: замедление эвакуации из желудка (более раннее развитие чувства насыщения, что имеет значение в лечении метаболического синдрома) и пребиотическое действие: эта фракция является субстратом роста нормальной микрофлоры кишечника и распадается до короткоцепочечных жирных кислот. Ферментация данной фракции в толстой кишке сопровождается стимуляцией роста бифидо- и лактобактерий и активным образованием короткоцепочечных жирных кислот (КЖК), в основном ацетата, пропионата и бутирата, являющихся основным источником энергии для эпителия толстой кишки. КЖК (как уже отмечали выше) играют важную роль в физиологических процессах кишечника, стимулируя физиологическую пролиферацию кишечного эпителия, образование слизи и усиливая микроциркуляцию в слизистой оболочке.

Таким образом, Мукофальк® обладает комплексным воздействием на кишечник и организм. За счет сочетания разных типов пищевых волокон Мукофальк® обладает разнообразными терапевтическими эффектами (рис. 2).



Рис. 2. Основные терапевтические эффекты Мукофалька (псиллиума)

На рисунке 1 подробно представлены эффекты гелеформирующей фракции псиллиума. Гель-формирующей фракция не только позволяет отнести псиллиум к группе мягких пищевых волокон, в которую входят слизи и камеди, но именно эта фракция ответственна за наибольшее число клинических эффектов Мукофалька (рис. 3).

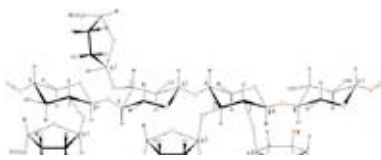
Фракция псиллиума	Механизм действия	Клинический эффект
I. Неферментируемая фракция	→ Нормализация моторики кишечника	→ Слабительное действие
II. Гельформирующая фракция Высокоразветвленный арабиноксилан, частично ферментируемый 	→ Формирует матрикс, связывающий воду, желчные кислоты и токсины	→ Антидиарейное действие → Антигиперлипидемическое действие → Слабительное действие → Противовоспалительное действие
III. Быстроферментируемая кишечными бактериями фракция	→ Рост бифидо- и лактобактерий	→ Пребиотическое действие → Противовоспалительное действие

Рис. 3. Основные эффекты различных фракций псиллиума

При разведении псиллиума в воде, в отличие от грубых пищевых волокон, за счет гельформирующей фракции образуется мягкая желеобразная масса, оказывающая, в том числе, обволакивающее и противовоспалительное действие на слизистую оболочку кишечника (рис. 4). Также гельформирующая фракция ответ-

Гельобразующая фракция: формирование гидроколлоидного матрикса



Рис. 4. При разведении псиллиума в воде, в отличие от грубых пищевых волокон, образуется мягкая желеобразная масса, оказывающая, в том числе, обволакивающее и противовоспалительное действие на слизистую оболочку кишечника

ственна за слабительное, антидиарейное, гиполипидемическое действия препарата Мукофальк®.

В многочисленных исследованиях Мукофальк® использовался для лечения запора, диареи, воспалительных заболеваний кишечника – язвенного колита и болезни Крона, ожирения у детей и подростков, в качестве гиполипидемической терапии, в комплексной терапии лечения диабета 2 типа и др.

Слабительное действие препарата Мукофальк®

Первым общепризнанным показанием к назначению псиллиума, как и для большинства других типов ПВ, стал запор. Несмотря на разные оценки механизмов действия, практически во всех исследованиях были выявлены увеличение массы стула и его учащение, а также уменьшение времени пассажа содержимого через кишку. Псиллиум относят к категории слабительных, увеличивающих объем кишечного содержимого: волокна семян подорожника интенсивно всасывают воду, увеличиваясь в объеме, что вызывает рефлекторное усиление моторики. Однако необходимо обратить внимание и на другие механизмы слабительного действия псиллиума, отличающие его от других слабительных данной группы (рис. 5). Это то, что образующийся слизистый гель облегчает продвижение стула по кишечнику за счет смазывающего действия и дополнительное пребиотическое действие, что также оказывает нормализующее действие на моторику кишечника.

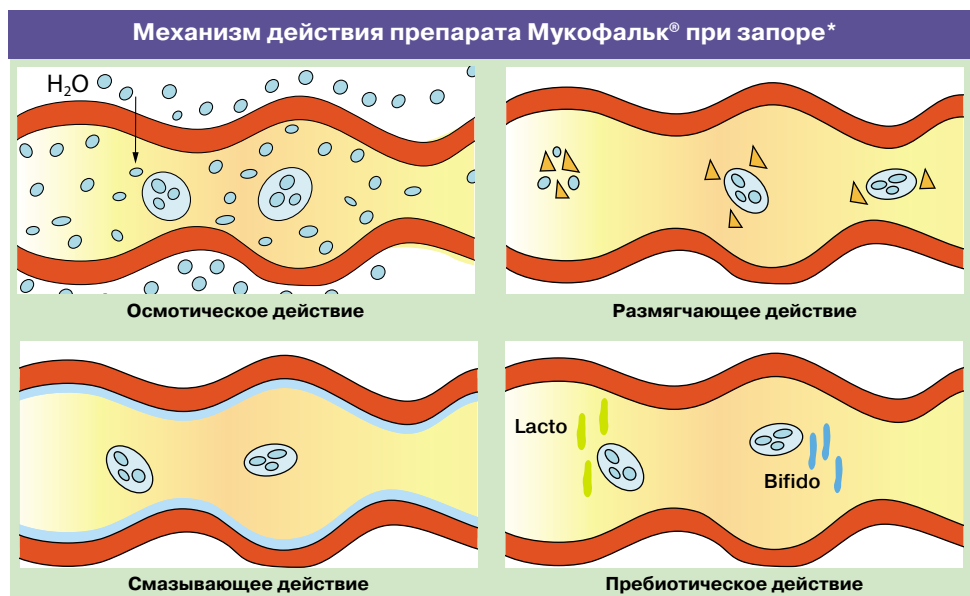


Рис. 5.

Кроме того, размягчение стула, наблюдаемое во время приема препаратов подорожника, оказывается особенно полезным у пациентов с запорами, обусловленными перианальными поражениями с болезненностью при дефекациях.

Рабочая группа Американской администрации по надзору за продовольствием и лекарственными средствами (US FDA) в 2005 году провела анализ публикаций, описывающих применение псиллиума при запорах, с позиций доказательной медицины. Рекомендациям по применению псиллиума при запоре была присвоена высокая степень достоверности – Grade B, что указывает на достаточное количество опубликованных доказательств (в первую очередь, рандомизированных контролируемых исследований) целесообразности применения псиллиума. Данных, позволявших бы рекомендовать применение других слабительных, увеличивающих объем кишечного содержимого, в том числе – отрубей и синтетического полисахарида метилцеллюлозы, оказалось недостаточно, в связи с чем, этим средствам был присвоен меньший класс целесообразности – C, что понятно, учитывая комплексный механизм действия псиллиума при запоре.

Аналогичные данные были получены в результате систематического обзора научной литературы, выполненного в том же году. С позиций доказательной медицины псиллиум был признан более эффективным средством для лечения запора, чем отруби, поликарбофил кальция (увеличивает объем кишечного содержимого), метилцеллюлоза, сенна и бисакодил. Кроме того, в ходе отдельного исследования было показано, что препараты семян подорожника овального эффективнее при лечении запора, чем докузат натрия – средство, размягчающее каловые массы при приеме внутрь или при ректальном введении в виде геля.

В мультицентровом исследовании, проведенном в Англии (Dettmar PW, Sykes J., 1998), у амбулаторных пациентов исследовалась эффективность псиллиума и лактулозы в лечении функциональных запоров. По завершению исследования было показано, что псиллиум превосходил лактулозу в отношении нормализации моторной функции кишечника, по интегральной эффективности, органолептическим показателям и комплайнсу. Кроме того, псиллиум вызывал меньшее количество побочных эффектов в виде диареи и абдоминальной боли, чем лактулоза.

Мукофальк® официально разрешен к применению во время беременности для регуляции функции кишечника. Выбор слабительного препарата во время беременности представляет трудную задачу, поскольку необходимо не только учитывать эффективность, но и безопасность лекарственного средства. Мукофальк® обладает мягким действием, может применяться длительно и обладает отличными вкусовыми качествами. В одном из исследований (Warnecke, 1985) оценивалась эффективность Мукофалька у пациенток с нарушением функции кишечника в период беременности, на фоне приема контрацептивных препаратов и при применении внутриматочных спиралей, в послеоперационный период, а также у пациенток с идиопатическим запором. Мукофальк® назначался в дозе 3–4 пакетика на 4–6 недель и продемонстрировал сочетание высокой эффективности и безопасности.

Антидиарейное действие препарата Мукофальк®

Антидиарейное действие Мукофалька обусловлено двумя основными механизмами: гельформирующая фракция связывает воду, конечные токсические продукты обмена и канцерогены, быстроферментируемая фракция оказывает пребиотическое действие. Кроме того, за счет этих же двух фракций достигается и цитопротективное, и противовоспалительное действия (рис. 6).

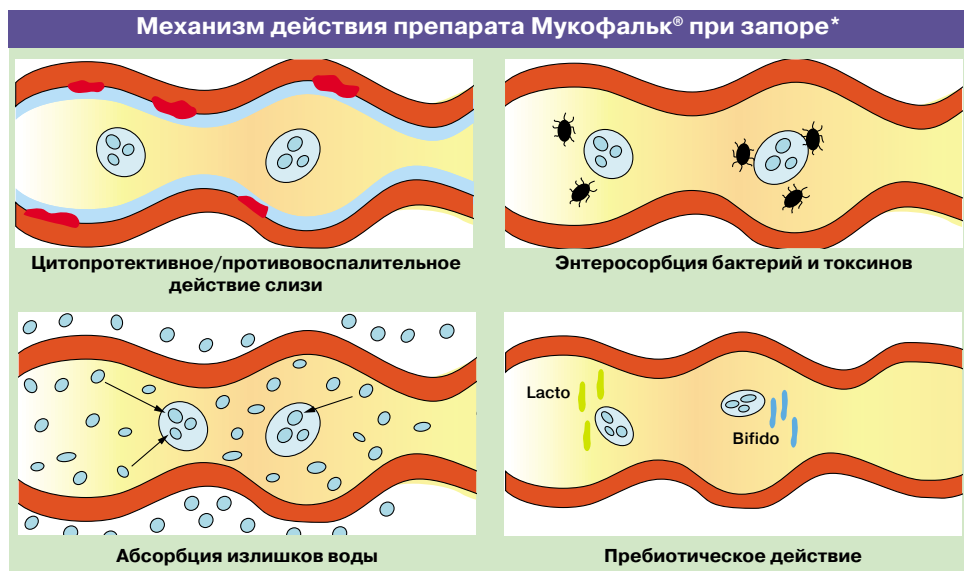


Рис. 6.

В ходе исследования больных с диареей после лучевой терапии, проводимой в связи с колоректальным раком, псиллиум, в сравнении с группой контроля, существенно уменьшал как частоту эпизодов диареи, так и их тяжесть. В исследовании, проведенном Washington N., было показано, что псиллиум устранял побочные эффекты осмотического слабительного лактулозы, замедляя образование газообразных продуктов при ее ферментации кишечными бактериями.

В исследовании Qvitzau и соавторов (1988) изучалась эффективность псиллиума в лечении хронической функциональной диареи. Двадцать пять пациентов с хронической диареей были включены в открытое рандомизированное перекрестное исследование, сравнивающее эффективность лоперамида и псиллиума с препаратом кальция. Оба режима уменьшали частоту стула в два раза, но в отношении консистенции стула и безотлагательности дефекации псиллиум с кальцием были значительно эффективнее. Кроме того, псиллиум обладает высокой безопасностью и не оказывает ингибирующего действия на моторику кишечника. Таким образом, комбинация псиллиума с препаратом кальция является эффективной и безопасной альтернативой лоперамиду в лечении функциональной диареи.

В экспериментальном исследовании Hayden и соавторов (1998) показана эффективность псиллиума при инфекционной диарее, вызванной энтеротоксином *E. coli* (ETEC).

Противовоспалительное действие препарата Мукофальк®

Говоря о противовоспалительном действии псиллиума, необходимо отметить, что это действие обусловлено тремя основными механизмами:

- прямое обволакивающее и защитное действие на слизистую оболочку кишечника,
- связывание конечных токсичных продуктов метаболизма и канцерогенов в тонком и толстом кишечнике,
- пребиотическое действие с образованием короткоцепочечных жирных кислот, которые в свою очередь (прежде всего бутират) обладают противовоспалительным и регенеративным действием.

Как показали исследования *in vitro*, бутират подавляет активацию NF-κB¹, а у больных, получавших масляную кислоту в форме клизм, отмечалось снижение числа кишечных макрофагов, содержащих активированный ядерный фактор κB. Этот и другие механизмы действия масляной кислоты в конечном итоге приводят к снижению секреции провоспалительных цитокинов, подавлению активности индуцибельной NO-синтазы и уменьшению экспрессии молекул адгезии (VCAM-1 и ICAM-1), что в целом оказывает протекторное действие на слизистую при развитии патологического воспаления, лежащего в основе *язвенного колита и болезни Крона*. Однако надо отметить, что применение бутирата в виде клизм осложнялось низким комплайнсом и коротким и непостоянным действием бутирата на слизистую оболочку кишки. Поэтому более эффективными и практически целесообразными представляются два пути создания терапевтической концентрации бутирата в толстой кишке: или использование пребиотиков, метаболизм которых кишечной микрофлорой приводит к образованию в первую очередь бутирата (одним из таких пребиотиков как раз и является псиллиум, ниже представлены результаты клинических исследований), или применение пероральных форм, обеспечивающих прямую доставку бутирата в толстую кишку. Для того чтобы в полной мере реализовать свои основные биологические функции, масляная кислота при приеме внутрь должна попадать в толстую кишку, избегая преждевременного всасывания в вышележащих отделах желудочно-кишечного тракта. Это становится возможным благодаря использованию специальной патентованной технологии на основе полимерной мультиматриксной системы, позволяющей таблеткам преодолевать в неизменном виде желудок и тонкий кишечник и достигать толстой кишки. Далее затем на всем протяжении толстой кишки происходит постепенное высвобождение активных веществ (схема 6 и 7).

¹ В норме ядерный фактор κB (NF-κB) связан с ингибирующим белком (IκB) и присутствует в цитоплазме в неактивной форме. При развитии воспаления комплекс с IκB распадается, а свободный ядерный фактор κB перемещается в ядро клетки, где активирует экспрессию генов иммунного ответа, что приводит к выработке провоспалительных цитокинов.

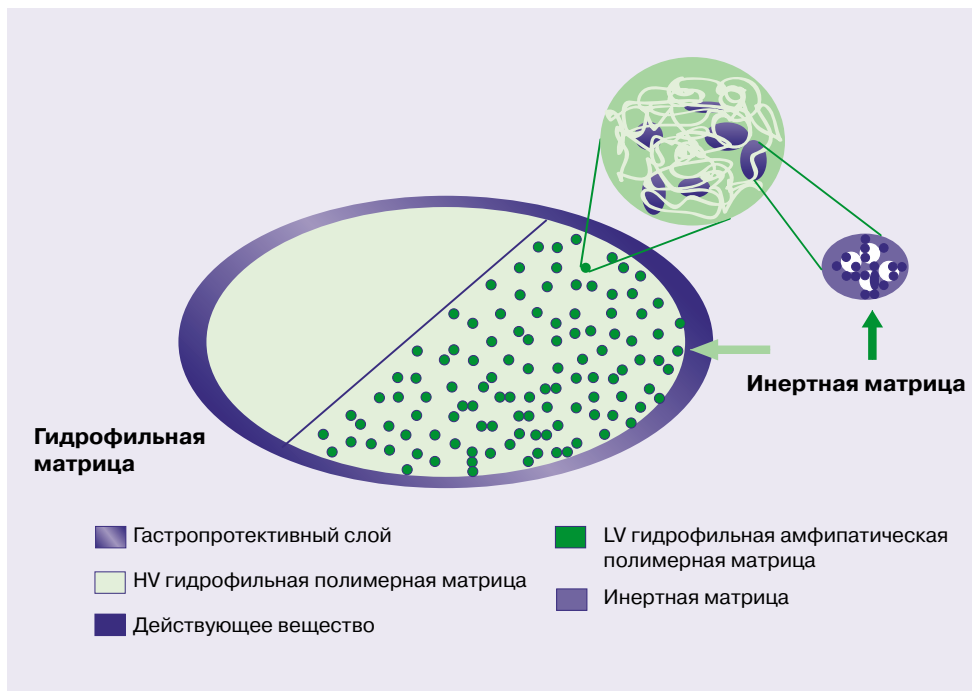


Схема 6. Лекарственная форма полимерной мультиматриксной системы

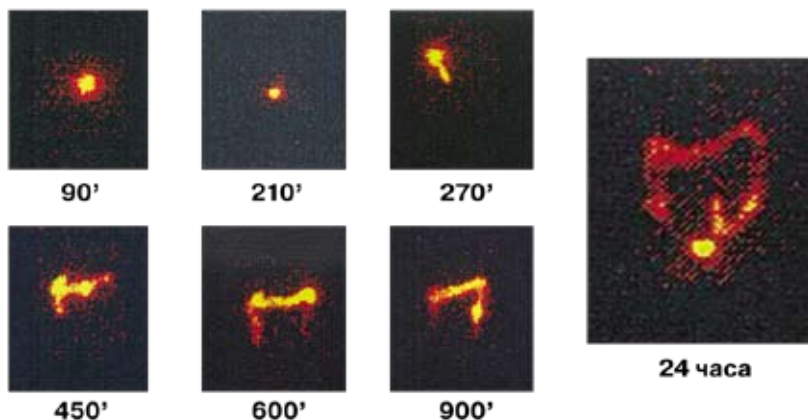


Схема 7. Выделение активной субстанции из полимерной мультиматриксной системы. Как показывают данные сцинтиграфии, активное вещество действует на протяжении всего толстого кишечника в течение 24 часов. Цифры – минуты

Данный подход реализован в препарате Закофальк[®]_{NMX}, каждая таблетка которого содержит 250 мг масляной кислоты (в виде кальциевой соли) и 250 мг инулина.

Активность масляной кислоты в препарате усиливается присутствием инулина, который обладает способностью стимулировать рост физиологической кишечной флоры и вносит свой вклад в эндогенную продукцию масляной кислоты. Закофальк[®]_{NMX} является новым препаратом для перорального приема, безопасным в применении, особенно показанным для восстановления энергетического состояния и метаболизма колоноцитов, а также для восстановления трофики слизистой оболочки толстого кишечника.

Кроме того, имеются клинические исследования эффективности включения препарата Закофальк[®]_{NMX} в базовую терапию месалазином при неспецифическом язвенном колите и болезни Крона.

Так в исследовании Assisi (2008) оценивалась эффективность включения в базовую терапию Закофалька пациентам с легкой и средней тяжестью неспецифического язвенного колита, у которых отмечался неполный ответ на шестимесячную базовую терапию месалазином. Исследование проведено на 196 пациентах на базе 19 гастроэнтерологических центров. Терапия проводилась в течение 6 месяцев в режиме: месалазин 800 мг 3 раза в день в комбинации с Закофальком 1 таблетка (250 мг масляной кислоты и 250 мг инулина) 3 раза в день. Основные результаты лечения по завершению шестимесячного курса представлены в таблице 7.

ТАБЛИЦА 7.

Результаты комбинированной терапии через 6 месяцев

Количество пациентов	196
Полная клиническая и эндоскопическая ремиссия	110
Клиническая ремиссия и эндоскопическое улучшение	46
Полная клиническая ремиссия и незначительное эндоскопическое улучшение	14
Отсутствие клинического и эндоскопического улучшения	26

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о хорошей эффективности комбинированного назначения месалазина с масляной кислотой у пациентов с легкой и умеренной формами неспецифического язвенного колита. Представляется перспективным проведение дальнейших клинических исследований по включению бутирата в комбинированную терапию пациентам с воспалительными заболеваниями кишечника.

Учитывая снижение уровня масляной кислоты при большинстве заболеваний толстой кишки, применение Закофалька оправдано, фактически, при любой «колонопатии» для снабжения энергией клеток слизистой оболочки толстой кишки и поддержание их в нормальном функциональном состоянии.

Закофальк[®]_{NMX} применяется по 3–4 таблетки в день до еды. Таблетки рекомендуется принимать, не разжевывая. Длительность приема не менее 30 дней. В зависимости от исходного уровня дефицита масляной кислоты возможно уменьшение количества принимаемых таблеток до 1–2 в день.

Влияние приема ферментируемых волокон, в том числе и псиллиума, на течение воспалительных заболеваний кишечника было изучено в ходе многих клинических испытаний. Результаты наиболее крупного из них (12-месячного рандомизированного исследования 102 пациентов с язвенным колитом в неактивной стадии заболевания) показали, что семена подорожника столь же эффективны в поддержании ремиссии, как и месалазин. Противовоспалительное воздействие псиллиума было также доказано и у больных, получавших псиллиум в течение 4 месяцев. Результаты аналогичной работы, в процессе которой больные получали пшеничные отруби, выявили статистически значимое повышение концентрации КЖК, однако, свидетельства в пользу влияния приема отрубей на течение колита получены не были. Кроме того, при приеме отрубей сообщалось о появлении жалоб на выраженное газообразование.

Особо следует отметить тот факт, что эффективность продуктов ферментации псиллиума – КЖК – уменьшается по мере нарастания повреждения слизистой, что объясняется ухудшением окисления и утилизации бутирата колоноцитами, а также нарушением ферментации препарата при развитии дисбиоза. Эти наблюдения подтверждают необходимость применять препараты подорожника овального (псиллиум) на ранних стадиях язвенного колита и болезни Крона, когда эффект от такого лечения будет максимальным.

Регулярное употребление пищевых волокон, как показал ряд мета-анализов, ассоциировано со снижением риска *рака толстой кишки*. По данным эпидемиологических исследований, прием 30 г волокон в день понижает риск развития злокачественных новообразований пищеварительного тракта на 50%, причем эффект этот в большей степени зависит от нерастворимой фракции препарата.

Согласно современным представлениям о механизмах действия псиллиума, антинеопластический эффект последнего определяется как ферментируемыми, так и неферментируемыми его компонентами. Устойчивые к расщеплению волокна (преимущественно фракция А), увеличивая объем кишечного содержимого, адсорбируют канцерогены, уменьшая длительность контакта слизистой с ними. Захват волокнами желчных кислот приводит к усилению их секреции, что, в свою очередь, уменьшает вероятность их трансформации во вторичные желчные кислоты, проявляющими канцерогенное действие.

По данным исследований *in vitro*, образующийся при ферментации псиллиума бутират, уменьшает степень окислительного повреждения ДНК колоноцитов, усиливает апоптоз в клетках с дефектной ДНК, подавляет рост клеток опухоли, а также снижает активность ферментов, способствующих канцерогенезу – глюкоксидаз, гликозидаз и 7α -гидроксилаз.

Согласно данным Nordgaard и соавторов у пациентов после резекции толстой кишки по поводу колоректального рака, получавших псиллиум в дозе 20 граммов в день в течение 3 месяцев, средний уровень образования бутирата в кишечнике увеличился на 42% и оставался повышенным еще в течение 2 месяцев после прекращения приема псиллиума.

Кроме того, продемонстрирована высокая эффективность Мукофалька и в *лечении геморроя*.

Одним из механизмов перенаполнения перианальных венозных сплетений является чрезмерное натуживание при дефекации, что часто наблюдается при длительных запорах с формированием плотных каловых масс. Кроме того, повышение плотности стула и постоянное присутствие его в ампуле прямой кишки само по себе способствует повышению локального венозного давления.

Псиллиум способствует размягчению каловых масс и выступает в роли лубриканта (смазывающего вещества), облегчая дефекацию, что позволяет избежать значительного повышения внутрибрюшного давления. По результатам эпидемиологических исследований была установлена связь между низким потреблением пищевых волокон и уменьшением частоты появления геморроидальных узлов. Неоднократно проводились испытания терапевтического применения этих препаратов при геморрое. Так, среди пациентов, получавших псиллиум в течение 40 дней, уже к 15 дню значительно уменьшалась частота кровотечений и ущемления геморроидальных узлов, а к концу курса лечения в группе получавших семена *Plantago ovata* кровотечения прекратились полностью. Мета-анализ работ по изучению эффективности ПВ при геморрое, проведенный в 2006 году, подтвердил целесообразность применения ПВ для уменьшения интенсивности субъективных симптомов (боль, ощущение инородного тела и т.п.) и кровотечений.

Псиллиум также оказался эффективным в послеоперационном периоде, поскольку предотвращал дополнительную травматизацию слизистой плотными каловыми массами. У пациентов, принимавших псиллиум после геморроидэктомии в рамках рандомизированного исследования, отмечалось существенное уменьшение интенсивности болей и частоты тенезмов, а также сокращалось время пребывания эти больных в стационаре.

Применение препарата Мукофальк® при дивертикулярной болезни

В развитых странах распространенность и встречаемость дивертикулярной болезни толстой кишки драматически увеличивается с возрастом, от 5% в возрасте до 40 лет, до 30% в 60 лет и более 50% в возрасте свыше 80 лет. Полагают, что развитие дивертикулярной болезни у большинства пациентов связано с дефицитом в течение многих лет в рационе пищевых волокон и что избыточное мышечное сокращение сегментов толстой кишки в результате их недостаточного растяжения химусом, не содержащим пищевые волокна. Со временем в результате избыточного сокращения толстокишечной мускулатуры, работающей против высокого внутриполостного давления для продвижения мелкого твердого кала, развивается гипертрофия, ригидность и фиброз кишечной мускулатуры. Дивертикулы наиболее часто развиваются в сигмовидной кишке, где внутриполостное давление максимально. Кроме того, считается, что другими факторами развития дивертикулярной болезни являются нарушения моторики кишечника и генетическая предрасположенность.

Более чем у двух третей пациентов с дивертикулезом нет выраженной симптоматики. У части пациентов дивертикулы являются случайной находкой во время колоноскопии или рентгеноскопии с бариевой клизмой. Некоторые пациенты предъявля-

ют неспецифические жалобы на хронический запор (хронический запор у пациентов пожилого и старческого возраста требует обязательного исследования на предмет наличия дивертикулярной болезни!), абдоминальную боль, на неустойчивый стул с чередованием запора и диареи.

Пациенты с осложненной дивертикулярной болезнью требуют, как правило, хирургического лечения.

Пищевые волокна являются единственной базовой терапией при дивертикулезе. Согласно современным рекомендациям (Stephen J., 2010) не только пациенты с выраженной клинической картиной, пациенты с историей предшествующих осложнений дивертикулярной болезни, но и асимптоматические пациенты с дивертикулярной болезнью должны получать терапию пищевыми волокнами в виде диеты или в виде лекарственных препаратов для нормализации моторики и профилактики возможных осложнений.

Мукофальк® является лекарственным препаратом пищевых волокон и содержит стандартизированную дозу высококачественных пищевых волокон сбалансированного состава (три фракции пищевых волокон). Регулярный прием Мукофалька в дозе 3 пакетика в день при дивертикулярной болезни:

- уменьшает вероятность развития осложнений,
- нормализует моторную функцию кишечника и при запоре, и при диарее
- оказывает пребиотическое действие
- снижает уровень холестерина
- может комбинироваться с другими препаратами (спазмолитики, антибиотики)
- может использоваться длительно (установлено, что прием псиллиума даже в течение шести месяцев клинически не влияет на всасывание витаминов и минералов).

Пребиотическое действие препарата Мукофальк®

Мукофальк® является пребиотиком, то есть в отличие от пробиотиков стимулирует рост собственной микрофлоры кишечника.

Согласно определению под пребиотиками понимаются неперевариваемые ингредиенты пищи, которые способствуют улучшению здоровья за счет избирательной стимуляции роста и/или метаболической активности одной или нескольких групп бактерий, обитающих в толстой кишке. К пребиотикам в чистом виде предъявляются достаточно строгие требования: они не должны подвергаться гидролизу пищеварительными ферментами человека, не должны абсорбироваться в верхних отделах пищеварительного тракта, должны селективно стимулировать один вид или определенную группу микроорганизмов, резидентных для толстой кишки.

Мукофальк® – натуральный пребиотик, поскольку относится к группе пищевых волокон, которые являются первыми и самыми древнейшими пребиотиками в человеческой истории. Надо отметить, что в процессе эволюции моторная функция и микрофлора кишечника адаптировались к определенной нагрузке пищевыми волокнами, которые являются необходимыми для нормального функционирования кишечника и метаболизма.

За счет быстроферментируемой фракции псиллиум обеспечивает быстрое наступление бифидогенного эффекта. Гельформирующая фракция псиллиума, которая представляет собой высоко разветвленный арабиноксилановый олигосахарид и поэтому является медленно ферментируемым пребиотиком, оказывает бифидогенное на более дистальные части толстой кишки, таким образом расширяя зону действия псиллиума. Степень полимеризации, характер связей и структура полисахарида являются основными факторами, определяющими метаболические эффекты пребиотика на микрофлору кишечника. Соответственно, каждый тип пребиотиков характеризуется своим собственным профилем воздействия на определенные штаммы кишечной микрофлоры, спектром синтезируемых короткоцепочечных кислот и топичностью действия (Tuohy KM, Rouzaud GC, Brück WM, Gibson GR, 2005).

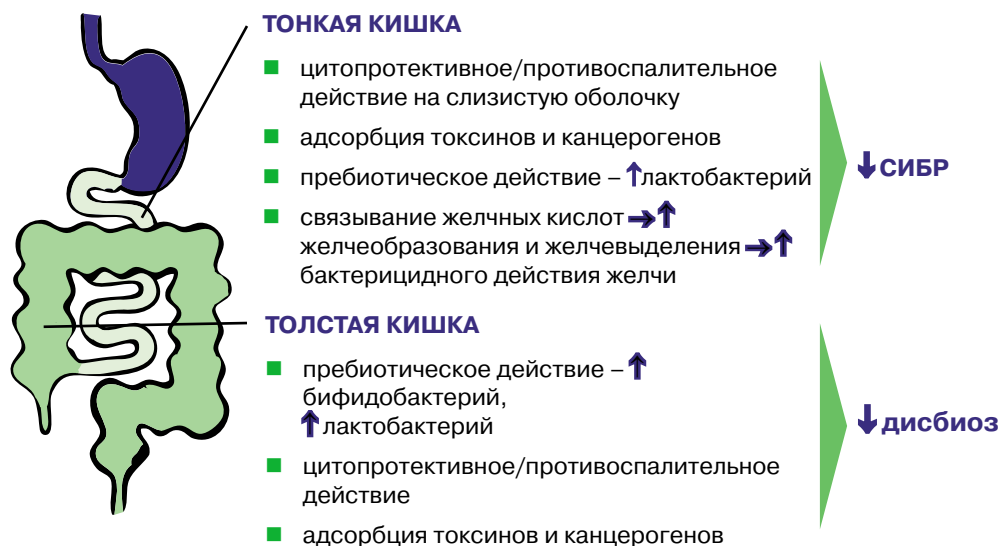


Рис 7. Эффекты псиллиума при синдроме избыточного бактериального роста в тонкой кишке и при дисбиозе толстого кишечника

На рисунке 7 суммированы эффекты псиллиума при синдроме избыточного бактериального роста в тонкой кишке и при дисбиозе толстого кишечника.

Гиполипидемическое действие препарата Мукофальк®

При приеме Мукофалька образующаяся в тонкой кишке гельформирующая фракция связывает желчные кислоты. При связывании достаточно большого количества желчных кислот снижается их реабсорбция в терминальном отделе подвздошной кишки и увеличивается их экскреция с калом, что в свою очередь приводит к снижению уровня холестерина в крови.

Потеря желчных кислот активизирует внутриклеточную 7- α гидроксилазу холестерина, что приводит к повышенному образованию желчных кислот из холестерина и уменьшению его запасов внутри клеток. Как следствие, повышается активность рецепторов ЛПНП на поверхности клеток и увеличивается экстракция ЛПНП-холестерина из крови, что приводит к снижению уровня холестерина в плазме крови. Растворимые объемформирующие вещества расщепляются кишечной микрофлорой на короткоцепочечные жирные кислоты, ингибирующие ГМГ-КоА-редуктазу, что снижает новый синтез холестерина. Уменьшается также и всасывание холестерина из кишечника.

Следует отметить, что ингибиторы ГМГ-КоА-редуктазы и секвестранты желчных кислот могут использоваться одновременно с Мукофальком для повышения эффективности гиполипидемического действия, поскольку все они имеют различные механизмы действия.

Эффективность гиполипидемического действия оболочки семян *Plantago ovata* была доказана в целом ряде (более 50) рандомизированных клинических исследований, где псиллиум назначался как в форме лекарственных препаратов (Мукофальк®), так и в виде обогащенных хлопьев для завтрака (мюсли). В среднем уровень холестерина снижался примерно на 10–15%. Соотношение ЛПНП/ЛПВП улучшилось в среднем на 14,8% по сравнению с исходными значениями.

При этом было показано, что гиполипидемическое действие псиллиума выражено в большей степени при приеме во время еды, чем при употреблении в перерыве между приемами пищи.

В экспериментальных исследованиях на животных также было установлено, что псиллиум обладает наибольшей эффективностью среди других пищевых волокон в отношении снижения уровня как сывороточного холестерина, так и холестерина печени.

Таким образом, Мукофальк® достоверно снижает уровень холестерина в крови и может быть эффективно использован для длительной профилактической терапии, особенно у пациентов с легкой и умеренной гиперхолестеринемиями.

Эффективность псиллиума в профилактике атеросклероза и других сердечно-сосудистых заболеваний настолько высока, что с 1998 года его применение рекомендовано американской Администрацией по надзору за продовольствием и лекарственными средствами (US FDA) и Американской ассоциацией кардиологов (American Heart Association) в качестве необходимого компонента диетической терапии у больных с легкой и умеренной гиперхолестеринемией. В 2003 году эти рекомендации подтверждены Европейским медицинским агентством.

Псиллиум также способствует снижению уровня глюкозы крови, замедляя всасывание сахара в тонкой кишке, что подтверждается экспериментами на животных. Значительный гипогликемический эффект препаратов подорожника у пациентов с *диабетом II типа* был отмечен в ходе не менее чем трех рандомизированных контролируемых исследований, что обеспечивает высокий уровень доказательности при обосновании применения псиллиума у лиц, страдающих сахарным диабетом.

Режимы терапии и способы применения препарата Мукофальк®

В зависимости от показания (запор, диарея, дивертикулярная болезнь и др.) Мукофальк® используется в соответствующих режимах и дозах (таблица 8).

ТАБЛИЦА 8. Мукофальк®: режимы терапии

Показание	Доза, длительность курса
Запор, в т.ч. при беременности	3–6 пакетиков ежедневно, один месяц и более
Дивертикулярная болезнь	2–4 пакетика ежедневно, постоянно
Диарея	1–3 пакетика до нормализации стула, далее в пребиотической дозе
Гиполипидемическое действие	3 пакетика ежедневно, одновременно с пищей, постоянно
Пребиотическое действие	1 пакетик ежедневно, один месяц и более
В качестве элемента сбалансированной диеты (гарантированная доза пищевых волокон)	2–3 пакетика ежедневно, постоянно

Важно подчеркнуть, что при применении Мукофалька не требуется превышать физиологическую норму приема жидкости в день (2,0–2,5 литра всей жидкости в день). В том случае, если речь идет о лечении запора, то в рамках общего подхода к терапии запоров рекомендуется принимать больше жидкости, чем обычно.



Схема 8. Способ применения препарата Мукофальк®

Возможны два способа применения Мукофалька (схема 8). Первый: один пакетик Мукофалька растворится в стакане холодной воды (150 мл), размешивается и вы-

пивается. При лечении запора при необходимости пациент может принять еще один стакан воды.

Второй способ приема: Мукофальк® растворяется в стакане (в данном случае можно теплой) воды и выстаивается до образования желе (одна доза Мукофалька полностью адсорбирует 150 мл воды; 1 г псиллиума в составе препарата связывает 30 мл воды), затем съедается в виде желеобразной массы. Кроме того, Мукофальк® можно растворять не только в воде, но и в другой жидкости (кефире, молоке, питьевом йогурте, минеральной воде, соках и т.д.).

Заключение

А.М. Уголев в 1986 году изложил представление о пяти потоках из кишечника во внутреннюю среду организма. Пищевые волокна, констатировал А.М. Уголев, *необходимы для нормального функционирования пищеварительной системы и макроорганизма в целом.*

На схеме 9 представлено влияние ПВ на основные потоки веществ из пищеварительного тракта во внутреннюю среду организма.

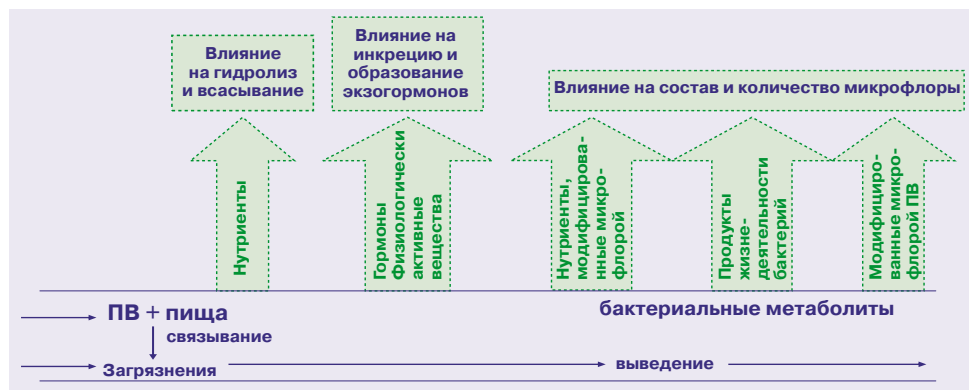


Схема 9. Влияние пищевых волокон на основные потоки веществ из пищеварительного тракта во внутреннюю среду организма (С.Г. Вайнштейн, 1994)

Теперь не вызывает сомнения, что применение ПВ следует рассматривать как наиболее физиологический подход к профилактике и лечению патологии ЖКТ и других систем.

Учитывая низкую стоимость ПВ в сравнении с традиционными методами профилактики и лечения, терапия с использованием ПВ является на настоящий момент многофункциональной и экономически целесообразной.

Список литературы

1. Ардатская М.Д. Метаболические эффекты пищевых волокон. // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. Приложение № 14 «Материалы XVI сессии Академической школы-семинара имени А.М. Уголева «Современные проблемы физиологии и патологии пищеварения». – 2001. – Т. 11. – № 4. – с. 91–102.
2. Ардатская М.Д. Клиническое значение короткоцепочечных жирных кислот при патологии желудочно-кишечного тракта // Докт. диссер. 2003. – М. – 300 с.
3. Ардатская М.Д. Дисбактериоз кишечника: понятие, диагностика, принципы лечебной коррекции.//Consilium medicum. – 2008 – Т. 10. – № 8. – 2008 – с. 86–92
4. Ардатская М.Д. Синдром избыточного бактериального роста и нарушение процессов пищеварения и всасывания: патогенетическая нутрициологическая терапия. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2009 – № 6 – с. 84–96.
5. Ардатская М.Д., Минушкин О.Н., Прихно Н.И., Дубинин А.В.. Летучие жирные кислоты и их диагностическое и прогностическое значение в гастроэнтерологической клинике. // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. – 2000. – Т. 10. – № 5. – с. 63–70,
6. Бабин В.Н., Минушкин О.Н., Дубинин А.В и др. Молекулярные аспекты симбиоза в системе хозяин-микробиота. // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 1998. – № 6. – с. 76–82.
7. Белобородова Е.В. Мукофальк: возможности применения в клинической практике. // Фармако, фито и физиотерапия. – 2009. – № 23. – с. 98–100.
8. Беркетова Л. В. Пищевые волокна как сорбенты токсинов в организме человека. // Организм и окружающая среда. – 2000. – Т. 1. – 46 с.
9. Вайнштейн С.Г., Масик А.М. Пищевые волокна в профилактической и лечебной медицине. // Обзорная информация: Медицина и здравоохранение. Серия терапия. – 1985 – М. – с. 80
10. Вайнштейн С.Г., Масик А.М. Пищевые волокна и сахарный диабет. // Казанский медицинский журнал.–1983. – № 6 – с.438–441.
11. Вайнштейн С.Г., Масик А.М. Пищевые волокна и усвояемость нутриентов. // Вопросы питания. – 1984. – №3 – с. 6–12.
12. Головенко О.В., Михайлова Т.Л. Эффективность пищевых волокон из оболочек семян Подорожника овального (псилиум) в лечении внутренних болезней (по материалам зарубежных исследований).// Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. 2010 – № 2. – с.16–23.
13. Грудева-Попова Ж.Г. Противоопухолевая активность пищевых волокон – за или против? // Терапевт. арх. – 2001. – т. 73. – № 2. – с. 76–77.
14. Дубинин А.В., Бабин В.Н., Раевский П.М. Трофические и регуляторные связи макроорганизма и микрофлоры. // Клиническая медицина. – 1991(7). – с. 24–28.
15. Дубинин А.В., Бабин В.Н., Раевский П.М., Шихман А.Р. Механизм патогенеза неспецифического язвенного колита. // Клиническая медицина. – 1991(7). – с. 24–28.

16. Короткова В.Д., Перельгина А.А., Лобанова А.М., Стоилов Л.Д. Влияние пищевых нагрузок с различным содержанием клетчатки на уровень глюкозы и инсулина в крови больных сахарным диабетом 2 типа. // Проблемы эндокринологии. – 1983. – № 6 – с. 16–19.
17. Крашеница Г. М., Эффективность диеты с повышенным содержанием пищевых волокон при ранних стадиях инсулиннезависимого сахарного диабета. // Вопросы питания.–1994.–№4.–с. 35–37.
18. Мазо В.К. Антиоксиданты пищи // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии.–2001.–т. 11, № 4. – с. 118–121.
19. Мансуров Х.Х. Пищевая клетчатка, ее физиологическое и общепатологическое значение. // Здравоохранение Таджикистана. – 1982.–№ 1.–с. 13–16.
20. Мартынова Е.А., Морозов И.А. Питание и иммунитет: роль питания в поддержании функциональной активности иммунной системы и развитии полноценного иммунного ответа // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. – 2001.–Т. 11.– № 4. – с. 28–38.
21. Минушкин О.Н., Ардатская М.Д. Метаболиты кишечной флоры при неспецифическом язвенном колите. // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2007. – № 2 – с. 44–49.
22. Минушкин О.Н., Ардатская М.Д., Бабин В.Н., Домарадский И.В., Дубинин А.В. Дисбактериоз кишечника. // Российский Медицинский журнал. – 1999. – №3. – с. 40–45
23. Морозов И. А., Пищевые волокна и канцерогенез. Обзор. //Вопросы питания. – 1993.–№ 4. – с. 33–36.
24. Нестерин М.Ф., Коньшев В.А. Роль волокон пищи в гомеостатических регуляциях организма// Физиология человека. – 1980. – № 3. – с. 531–542.
25. Радченко В.Г., Сафроненкова И.Г., Селиверстов П.В., Ситкин С.И., Тетерина Л.А. Пищевые волокна в клинической практике.// Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. – 2010. – № 1. – с. 21–28.
26. Рекомендации к плану научных исследований по медицинским проблемам питания.// Вопросы питания – 1983. – № 4. – с. 75–77.
27. Риго Я. Роль пищевых волокон в питании.// Вопросы питания–1982. – №4. – с. 26–29.
28. Румянцев В. Г. Препараты *Plantago* в регуляции деятельности пищеварительного тракта. Обзор //Клиническая медицина. – 1997. – т. 75. – № 11. – с. 19–23.
29. Ткаченко Е.И. Теория адекватного питания и трофология как методологическая основа лечения и профилактики заболеваний внутренних органов // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. – 2001. – т. 11. – № 4. – с. 28–38.
30. Уголев А.М. Естественные технологии биологических систем. Л.: Наука. – 1987.–347 с. 6
31. Уголев А.М. Трофология – новая междисциплинарная наука // Вестник АН СССР. – 1980. – № 1. – с. 50–61.
32. Федосьина Е.А., Жаркова М.С., Маевская М.В. Бактериальная флора и заболевания печени. // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. – 2009 – № 6– с. 73–81

33. Шарафетдинов Х.Х., Сравнительная эффективность различных видов пищевых волокон в коррекции углеводного и липидного обмена у больных сахарным диабетом II типа. // Вопросы питания. – 1993 – № 3. – с. 9–13.
34. Шендеров Б.А. Микробиоценоз человека и функциональное питание // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии. – 2001. – Т. 11, № 4. – с. 78–90.
35. Aldoori W.H. The protective role of dietary fiber in diverticular disease // *Adv Exp Med Biol.* – 1997: Vol. 427. – p. 291–308.
36. Alonso-Coello P., Mills E., Heels-Ansdell D., et al. Fiber for the treatment of hemorrhoids complications: a systematic review and meta-analysis // *Am J Gastroenterol.* – 2006. – 1: Vol. 101. – p. 181–8.
37. Anderson J.W., Allgood L.D., Turner J., et al. Effects of psyllium on glucose and serum lipid responses in men with type 2 diabetes and hypercholesterolemia // *Am J Clin Nutr.* – 1999. – 4: Vol. 70. – p. 466–73.
38. Assimi R.F. Combined butyric acid/mesalazine treatment in ulcerative colitis with mild-moderate activity. Results of a multicentre pilot study. *Minerva Gastroenterol Dietol.* 2008; 54:1–6.
39. Berg R.D. Bacterial translocation from the gastrointestinal tract.// *Trends Microbiol.* 1995, v 3, pp. 149–54.
40. Brandt L.J., Prather C.M., Quigley E.M.M. et al. An evidence-based approach to the management of chronic constipation in North America // *Am J Gastroenterol.* – 2005: Vol. 100 Suppl 1. – p. S1–4.
41. Brodribb A.J. Treatment of symptomatic diverticular disease with a high-fibre diet // *Lancet.* – 1977. – 8013: Vol. 1. – p. 664–6.
42. Cabotaje L.M., Shinnick F.L., Lopez-Guisa J.M., Marlett J.A. Mucin secretion in germfree rats fed fiber-free and psyllium diets and bacterial mass and carbohydrate fermentation after colonization // *Appl Environ Microbiol.* – 1994. – 4: Vol. 60. – p. 1302–7.
43. Casafont F., Martin L., Pons-Romero F. Bacterial overgrowth in the small intestine in chronic liver disease.// *Proceeding of the Falk Symposium 100.* Kluwer Academic Publishers, 1998, pp. 332–340.
44. Cherbut C., Aube A.C., Blottiere H.M., Galmiche J.P. Effects of short-chain fatty acids on gastrointestinal motility.// *Scand. J. Gastroenterology.* – 1997. – V. 32. – Supp. 222. – Pp. 58–61.
45. Chapman M.A., Grahn M.F., Boyle M.A., Hutton M., et al. Butyrate oxidation is impaired in the colonic mucosa of sufferers of quiescent ulcerative colitis // *Gut.* – 1994. – 1: Vol. 35. – p. 73–6.
46. Clausen M.R., Mortensen P.B. Kinetic studies on colonocyte metabolism of short chain fatty acids and glucose in ulcerative colitis.// *Gut.*– 1995.– V.37.– Pp.684–689.
47. Fernandez M.L., Ruiz L.R., Conde A.K., et al. Psyllium reduces plasma LDL in guinea pigs by altering hepatic cholesterol homeostasis // *J Lipid Res.* – 1995. – 5: Vol. 36. – p. 1128–38.

48. Fernandez-Banares F., Hinojosa J., Sanchez-Lombrana J.L., et al. Randomized clinical trial of *Plantago ovata* seeds (dietary fiber) as compared with mesalazine in maintaining remission in ulcerative colitis. Spanish Group for the Study of Crohn's Disease and Ulcerative Colitis (GETECCU) // *Am J Gastroenterol.* – 1999. – 2: Vol. 94. – p. 427–33.
49. Friedenreich C.M., Brant R.F., Riboli E. Influence of methodologic factors in a pooled analysis of 13 case-control studies of colorectal cancer and dietary fiber // *Epidemiology.* – 1994. – 1: Vol. 5. – p. 66–79.
50. Gibson G.R., Macfarlane G.T. (edit.) *Human colonic bacteria: role in nutrition, physiology and pathology.*// CRC Press. 1995, pp. 1–18.
51. Hallert C., Bjorck I., Nyman M., et al. Increasing fecal butyrate in ulcerative colitis patients by diet: controlled pilot study // *Inflamm Bowel Dis.* – 2003. – 2: Vol. 9. – p. 116–21.
52. Hallert C., Kaldma M., Petersson B.G. Ispaghula husk may relieve gastrointestinal symptoms in ulcerative colitis in remission // *Scand J Gastroenterol.* – 1991. – 7: Vol. 26. – p. 747–50.
53. Hentges D.J. *Human intestinal microflora in health and disease.*// New York: Academic Press, 1983.
54. Hill M.J. (editor) *Role of gut bacteria in human toxicology and pharmacology.*// Basingstoke: Burgess Science Press; 1995.
55. Husebye E., Hellstrom R., Midtvedt T. The role of normal microbial flora in control of small intestine motility . // *Microbiol., Therapy*, v.20, pp.389–394, 1990.
56. Kecmanovic D.M., Pavlov M.L., Ceranic M.S., et al. Bulk agent *Plantago ovata* after Milligan-Morgan hemorrhoidectomy with Ligasure // *Phytother Res.* – 2006. – 8: Vol. 20. – p. 655–8.
57. Kim Y.I. AGA technical review: impact of dietary fiber on colon cancer occurrence // *Gastroenterology.* – 2000. – 6: Vol. 118. – p. 1235–57.
58. Kordecki H., Niedzielin K. Does modification of bacterial microflora constitute the progress in the therapy of functional and inflammatory bowel diseases.// *Abs. Word Congresses of Gastroenterology September 6–11, 1998, Vienna, Austria. Digestion 1998: 59(suppl. 3), pp. 144.*
59. Lopez J.C., Villanueva R., Martinez-Hernandez D., et al. *Plantago ovata* consumption and colorectal mortality in Spain, 1995–2000 // *J Epidemiol.* – 2009. – 4: Vol. 19. – p. 206–11.
60. Macfarlane G.T., Macfarlane S. Human colonic microbiota: ecology, physiology and metabolic potential of intestinal bacteria.// *Scand. J. Gastroenterol.* 1997; 32 (Suppl. 222), pp.3–9.
61. Marlett J.A., Fischer M.H. The active fraction of psyllium seed husk // *Proc Nutr Soc.* – 2003. – 1: Vol. 62. – p. 207–9.
62. Marlett J.A., Kajs T.M., Fischer M.H. An unfermented gel component of psyllium seed husk promotes laxation as a lubricant in humans // *Am J Clin Nutr.* – 2000. – 3: Vol. 72. – p. 784–9.
63. Marteau P., Flourie B., Cherbut C., et al. Digestibility and bulking effect of ispaghula husks in healthy humans // *Gut.* – 1994. – 12: Vol. 35. – p. 1747–52.

64. McRorie J.W., Daggy B.P., Morel J.G., et al. Psyllium is superior to docusate sodium for treatment of chronic constipation // *Aliment Pharmacol Ther.* – 1998. – 5: Vol. 12. – p. 491–7.
65. Murphy J., Stacey D., Crook J., et al. Testing control of radiation-induced diarrhea with a psyllium bulking agent: a pilot study // *Can Oncol Nurs J.* – 2000. – 3: Vol. 10. – p. 96–100.
66. Ohi G., Minowa K., Oyama T., et al. Changes in dietary fiber intake among Japanese in the 20th century: a relationship to the prevalence of diverticular disease // *Am J Clin Nutr.* – 1983. – 1: Vol. 38. – p. 115–21.
67. Parks R.W., Clements W.D., Pope C., Halliday M.I. et al. Bacterial translocation and gut microflora in obstructive jaundice.// *J Anat.* 1996; 189, pp. 561–5.
68. Perez-Miranda M., Gomez-Cedenilla A., Leon-Colombo T., et al. Effect of fiber supplements on internal bleeding hemorrhoids // *Hepatogastroenterology.* – 1996. – 12: Vol. 43. – p. 1504–7.
69. Ramkumar D., Rao S.S. Efficacy and safety of traditional medical therapies for chronic constipation: systematic review // *Am J Gastroenterol.* – 2005. – 4: Vol. 100. – p. 936–71.
70. Rodriguez-Moran M., Guerrero-Romero F., Lazcano-Burciaga G. Lipid- and glucose-lowering efficacy of Plantago Psyllium in type II diabetes // *J Diabetes Complications.* – 1998. – 5: Vol. 12. – p. 273–8.
71. Rose D.J., DeMeo M.T., Keshavarzian A., Hamaker B.R. Influence of dietary fiber on inflammatory bowel disease and colon cancer: importance of fermentation pattern // *Nutr Rev.* – 2007. – 2: Vol. 65. – p. 51–62.
72. Salminen S., Isolauri E., Onela T. Gut flora in normal and disordered states.// *Chemotherapy* 1995; 41 (Suppl 1), pp. 5–15.
73. Salminen S., Salminen E. Lactulose, lactic acid bacteria, intestinal microecology and mucosal protection.// *Scand. J. Gastroenterol* 1997; 32 Suppl 222, pp. 45–48.
74. Salyers A.A.. Bacteroides of the human lower intestinal tract.// *Ann. Rev. Microbiol.*, Vol 38, pp. 293–313, 1984.
75. Sandborn W.J. Are short-chain fatty acid enemas effective for left-sided ulcerative colitis? *Gastroenterology.* 1998 Jan; 114(1): 218–9.
76. Sartor R.B., Lichtman S.N. Hepatic injury and biliary tract diseases associated with small intestinal bacterial overgrowth.// *Proceeding of the Falk Symposium* 100. Kluwer Academic Publishers, 1998, pp. 241–250.
77. Sedman P.C., Macfie J., Sagar P., Mitchell C.J. et al. The prevalence of gut translocation in humans.// *Gastroenterology.* 1994; 107, pp. 643–9
78. Short Chain Fatty Acids. Congress Short Report Falk Symposium, comp. by Scheppach W., Strasbourg, 1993, 50 p.
79. Siavoshian S. et al. Butyrate and trichostatin A effects on the proliferation/differentiation of human intestinal epithelial cells: induction of cyclin D3 and p21 expression.// *Gut.*– 2000.– V.46.– Pp.507–514.
80. Simpson E.J., Chapman M.A.S., Dawson J., Berry D., Macdonald I.A., Cole A. In vivo measurement of colonic butyrate metabolism in patients with quiescent ulcerative colitis.// *Gut.*–2000.– V.46.– Pp.73–77.

81. Tannock G.W. Normal microflora.// London: Chapman & Hall, 1995.
82. Topping D.L., Clifton P.M. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides [Journal] // *Physiol Rev.* – 2001. – 3: Vol. 81. – p. 1031–64.
83. Trock B., Lanza E., Greenwald P. Dietary fiber, vegetables, and colon cancer: critical review and meta-analyses of the epidemiologic evidence // *J Natl Cancer Inst.* – 1990. – 8: Vol. 82. – p. 650–61.
84. Trotman I.F., Misiewicz J.J. Sigmoid motility in diverticular disease and the irritable bowel syndrome // *Gut.* – 1988. – 2: Vol. 29. – p. 218–22.
85. Turnbull W.H., Thomas H.G. The effect of a *Plantago ovata* seed containing preparation on appetite variables, nutrient and energy intake // *Int J Obes Relat Metab Disord.* – 1995. – 5: Vol. 19. – p. 338–42.
86. Van Horn L. Fiber, lipids, and coronary heart disease. A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee, American Heart Association // *Circulation.* – 1997. – 12: Vol. 95. – p. 2701–4.
87. Voderholzer W.A., Schatke W., Muhldorfer B.E., et al. Clinical response to dietary fiber treatment of chronic constipation // *Am J Gastroenterol.* – 1997. – 1: Vol. 92. – p. 95–8.
88. Vos A.P., Rabet L.M., Stahl B., et al. Immune-modulatory effects and potential working mechanisms of orally applied nondigestible carbohydrates // *Crit Rev Immunol.* – 2007. – 2: Vol. 27. – p. 97–140.
89. Washington N., Harris M., Mussellwhite A., Spiller R.C. Moderation of lactulose-induced diarrhea by psyllium: effects on motility and fermentation // *Am J Clin Nutr.* – 1998. – 2: Vol. 67. – p. 317–21.
90. Ziai S.A., Larijani B., Akhoondzadeh S., et al. Psyllium decreased serum glucose and glycosylated hemoglobin significantly in diabetic outpatients // *J Ethnopharmacol.* – 2005. – 2: Vol. 102. – p. 202–7.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

По химическому строению

1. Полисахариды: целлюлоза и ее дериваты, гемицеллюлоза, пектины, камеди, слизи – гуар и др.
2. Неуглеводные ПВ – лигнин.

По сырьевым источникам

1. Традиционные: ПВ злаковых, бобовых растений, овощей, корнеплодов, фруктов, ягод, цитрусовых, орехов, грибов, водорослей.
2. Нетрадиционные: ПВ лиственной и хвойной древесины, стеблей злаков, тростника, трав.

По методам выделения из сырья

1. Неочищенные ПВ.
2. ПВ, очищенные в нейтральной среде.
3. ПВ, очищенные в кислой среде.
4. ПВ, очищенные в нейтральной и кислой средах.
5. ПВ, очищенные ферментами.

По водорастворимости

1. Водорастворимые: пектин, камеди, слизи, некоторые дериваты целлюлозы.
2. Водонерастворимые: целлюлоза, лигнин.

По степени микробной ферментации в толстой кишке

1. Почти (или) полностью ферментируемые: пектин, камеди, слизи, гемицеллюлозы.
2. Частично ферментируемые: целлюлоза, гемицеллюлоза.
3. Неферментируемые: лигнин.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПВ ПО ОСНОВНЫМ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМ ЭФФЕКТАМ

- Ускоряющие и повышающие чувство насыщения: гелеформирующие ПВ (пектин, гуар и др.)
- Ингибирующие эвакуаторную функцию желудка: вязкие ПВ (гуар и др.)
- Стимулирующие моторную функцию толстой кишки: аморфные ПВ (из свекольных выжимок и др.)
- Увеличивающие массу фекалий и соответственно частоту дефекаций за счет:
 - удержания воды в просвете толстой кишки (ПВ пшеницы, бобовых)
 - возрастания массы микрофлоры толстой кишки (ПВ капусты и др.)
- Сорбирующие желчные кислоты: гуар, лигнин, целлюлоза, пектин
- Сорбирующие холестерин: гуар, целлюлоза, пектин
- замедляющие всасывание углеводов: пектин, гуар
- Преобразуемые бактериями кишечника в лигнины, блокирующие рецепторы к эстрогенам (ПВ злаковых)
- Оказывающие антиоксидантное действие: лигнин

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПВ

- ⇒ Подавление аппетита
- ⇒ Увеличение насыщения
- ⇒ Снижение потребления энергии
- ⇒ Изменение динамики опорожнения желудка
- ⇒ Тонкий кишечник
 - Уплотнение кривой толерантности к глюкозе
 - Соответствующая редукция инсулярного выброса
 - Изменение степени абсорбции жира
- ⇒ Возрастание экскреции желчных кислот и снижение их метаболизма
- ⇒ Повышение выделения нейтральных стероидов
- ⇒ Снижение уровня холестерина в крови
- ⇒ Толстая кишка
 - Увеличение массы фекалий
 - Разжижение кишечного содержимого
 - Ускорение кишечного пассажа
 - Падение внутриполостного давления
 - Изменение метаболизма микрофлоры
 - Увеличение роста микроорганизмов