

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ ИМ. Ф. Ф. ЭРИСМАНА

# **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕКТИНА И ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ ПИТАНИИ**

**ПОСОБИЕ ДЛЯ ВРАЧЕЙ**

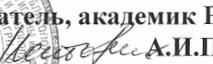
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ ИМ. Ф. Ф. ЭРИСМАНА»

**УТВЕРЖДЕНО**

Решением Ученого Совета  
ФГУН ФНЦГ им.Ф.Ф.Эрисмана

Роспотребнадзора  
от 27 ноября 2008 г. (Протокол № 4)

Председатель, академик РАН,  
профессор  А.И.Потапов



**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПЕКТИНА И ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ  
В ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ ПИТАНИИ**

ПОСОБИЕ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

УДК 613.2  
ББК 51.230  
И89

Рецензенты:

д. м. н., профессор А. А. Королев (ММА им. И. М. Сеченова)

д. м. н., профессор И. В. Яцына (ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана)

**Истомин А. В.**

Пилат Т. Л.

И89 Гигиенические аспекты использования пектина и пектиновых веществ в лечебно-профилактическом питании: пособие для врачей / Истомин А. В., Пилат Т. Л. — М. 2009. — 44 с.  
ISBN 978–5–9901714–1–1

В пособии для врачей представлены данные о свойствах и механизме действия пектина, вопросы законодательного регулирования обеспечения пектино-содержащими продуктами работающих во вредных условиях труда и применения пектина в лечебно-профилактическом питании.

Издание предназначено для специалистов управлений и учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, врачей-профпатологов, специалистов производственных служб охраны труда, общественного питания, диетологов, технологов пищевой промышленности, также научных работников, занимающихся вопросами организации лечебно-профилактического питания работающих во вредных и особо вредных условиях труда.

УДК 613.2  
ББК 51.230

пособие для врачей

**Истомин А. В.**

Пилат Т. Л.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕКТИНА И ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ  
В ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ ПИТАНИИ

Подписано в печать 23.03.09. Формат . Усл. печ. л. . Тираж 5000 экз. Заказ № .

ISBN 978–5–9901714–1–1

© Истомин А. В., 2009  
© Пилат Т. Л., 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Энтеросорбенты .....	5
Пищевые волокна .....	6
История открытия пектинов .....	12
Свойства пектинов .....	13
Производство .....	16
Промышленное применение пектина .....	18
Влияние пектина на организм .....	20
Применение пектина в лечебно-профилактическом питании .....	22
Законодательное регулирование обеспечения пектинсодержащими продуктами работников вредных производств .....	28
Пектинсодержащие продукты, рекомендованные для выдачи работникам вредных производств .....	30
Заключение .....	35
Литература .....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие промышленности и энергетики, и ухудшение экологических условий жизни человека делает проблему ограничения неблагоприятных воздействий на организм все более актуальной. Лечебно-профилактическое питание — наиболее простой и действенный метод сохранения здоровья населения. Оптимизация питания, даже в отсутствие других оздоровительных мероприятий, позволяет повысить сопротивляемость организма негативным факторам окружающей среды, ускорить процесс биотрансформации ксенобиотиков, увеличить содержание в пище веществ, участвующих в связывании и выведении из организма ядов и токсичных продуктов обмена, поддержать собственные компенсаторные силы организма.

Формирование сбалансированного рациона является одной из основных задач оптимизации питания. В настоящее время диета жителей промышленно развитых стран перенасыщена простыми углеводами и животными жирами, при этом потребление фруктов и овощей невысоко. Очевидна излишняя калорийность этого рациона и недостаточное содержание в нем биологически активных веществ. Такой тип питания способствует развитию алиментарно-зависимых заболеваний (сахарного диабета, артериальной гипертензии, ИБС и др.).

Проживание в условиях высокого загрязнения, характерного для индустриальных городов, повышает ценность продуктов, способствующих выведению из организма ксенобиотиков. К этой категории относятся энтеросорбенты. Особенно важны эти компоненты питания для людей, работающих во вредных условиях труда.

## ЭНТЕРОСОРБЕНТЫ

Энтеросорбенты — это продукты, эффективно связывающие в желудочно-кишечном тракте эндогенные и экзогенные соединения, надмолекулярные структуры и клетки. Среди сорбентов выделяют следующие виды:

1. Углеродные сорбенты (активированный уголь).
2. Ионообменные материалы (целлюлоза).
3. Пищевые волокна (микрористаллическая целлюлоза, альгинаты, пектины, хитин, отруби злаковые).
4. Минеральные сорбенты (каолин, гидроксид алюминия, цеолиты).

Энтеросорбенты способны непосредственно сорбировать яды, эндо- и ксенобиотики. Связывание этих соединений начинается в желудке. В тонкой кишке сорбируются вещества, принятые через рот, а также компоненты секрета слизистой оболочки, печени, поджелудочной железы: ферменты, регуляторные пептиды, простагландины, серотонин, гистамин и другие метаболиты, избыток которых наблюдается при патологических процессах в организме и которые поступают в просвет кишки из кровеносных сосудов и с желчью. (Ferrata A. et al., 1986, Dashman T. et al., 1987).

Энтеросорбенты связывают также микробные клетки патогенных штаммов и их токсины. Связывание токсинов микробного, эндо- и экзогенного происхождения способствует уменьшению нагрузки на органы детоксикации и экскреции.

Энтеросорбенты обладают выраженным детоксикационным действием:

- связывают радионуклиды, тяжелые металлы и другие ксенобиотики, предотвращают их всасывание и прерывают пути циркуляции;
- блокируют всасывание токсических компонентов химуса, защищают слизистые желудочно-кишечного тракта, снижают токсемию;
- ускоряют выведение метаболитов, облегчают работу органов детоксикации и экскреции (печень, почки, легкие);
- связывают и выводят из организма микроорганизмы и их токсины;
- связывают и выводят из организма аллергены, антигены, циркулирующие иммунные комплексы и медиаторы аллергии;
- связывают и выводят из организма эндотоксины, продукты катаболизма и вторичные токсины (Хотимченко Ю. С. с соавт., 2001).

Основную группу энтеросорбентов составляют пищевые волокна.

## ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА

Пищевые волокна представляют собой неперевариваемые в тонкой кишке некрахмальные полисахариды, такие как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, камеди, слизи и неуглеводное соединение лигнин (Asp N-G, 1995; Englyst H. et al., 1996; Дудкин М. С. с соавт., 1997). К ним также причисляют пентозаны, некоторые аминоксахара грибов и ракообразных, например хитин и хитозан, и неперевариваемые белки (Беюл Е. А. с соавт., 1987).

Целлюлоза представляет собой неразветвленный полимер глюкозы, содержащий около 10 тысяч мономеров. Гемицеллюлоза образована конденсацией пентозных и гексозных остатков, с которыми связаны остатки арабинозы, глюкуроновой кислоты и её метилового эфира. Камеди являются разветвленными полимерами глюкуроновой и галактурановой кислот, к которым присоединены остатки арабинозы, маннозы, ксилозы, а также соли магния и кальция. Мономерами пектинов служат остатки галактурановой кислоты, между которыми на разном расстоянии находится рамноза. Слизки представляют собой разветвленные сульфатированные арабиноксиланы. Альгиновая кислота, содержащаяся только в морских растениях, состоит из остатков глюкуроновой и маннурановой кислот.

Дефицит пищевых волокон в пище является фактором риска таких заболеваний, как рак толстой кишки, синдром раздраженной толстой кишки, гипомоторная дискинезия толстой кишки с синдромом запоров, дивертикулез, аппендицит, грыжа пищевого отверстия диафрагмы, желчнокаменная болезнь, сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, гиперлипотеидемии, варикозное расширение и тромбоз вен нижних конечностей (Погожева А. В., 1998).

Пищевые волокна устойчивы к действию ферментов желудка и тонкой кишки и подвергаются бактериальной ферментации в толстой кишке. Возможности волокон связаны с наличием в их молекуле гидроксильных и карбоксильных групп, обуславливающих их водозадерживающие, ионообменные и адсорбционные свойства.

Существует несколько классификаций пищевых волокон, каждая из которых отражает различные свойства пектинов (табл.1).

По виду сырья: пищевые волокна из низших растений (водорослей, грибов).

Из высших растений (злаков, трав, древесных).

Иногда выделяют источники сырья, традиционные для пищевой промышленности (злаки, овощи, фрукты, ягоды) и нетрадиционные (травы, водоросли, древесина).

Таблица 1

**Классификация пищевых волокон ( по М.Т. Murray,1996)**

Тип волокон	Химическая структура	Источник	Физиологический эффект
Целлюлоза	Полимер 1-4 –β-D-глюкопиранозы. Макромолекулярная цепь не имеет разветвлений, в ней содержится 2 500-12 000 глюкозных остатков, что соответствует молекулярной массе от 400 000 до 1-2 млн	Главным образом компоненты растительной стенки и пшеничные отруби.	Целлюлоза увеличивает массу и размер химуса
Нецеллюлозные полисахариды: гемицеллюлоза	Разветвленный полимер из молекул гексозы и пентозы	Стенка растительных клеток, овсяные отруби	Гемицеллюлоза увеличивает массу и размер химуса, связывает желчные кислоты, снижает уровень холестерина
Камеди	Разветвленный полимер из молекул гексозы и пентозы	Стенка растительных клеток, овсяные отруби.	Гемицеллюлоза увеличивает массу и размер химуса, связывает желчные кислоты, снижает уровень холестерина
Слизи	Сходны с гемицеллюлозой	Обнаружены в эндосперме растительных семян, бобовых	Гидроколлоиды, которые связывают стероиды и ускоряют эвакуацию пищи из желудка; являются хелатами тяжелых металлов
Пектины	В основе пектиновых веществ лежит пектиновая кислота, являющаяся полигалактуроновой кислотой. Остатки D-галактуроновой кислоты связаны α (1-4)-гликозидными связями	Содержатся в плодах и овощах, для них характерно желеобразование в присутствии органических кислот	Гидроколлоиды, которые связывают стероиды и ускоряют эвакуацию пищи из желудка; являются хелатами тяжелых металлов
Альгиновые кислоты	Неразветвленная цепь построена из соединенных (1-4)-связями остатков D-маннуровой и L-гулуруновой кислот	Содержатся в бурых водорослях	Гидроколлоиды, которые связывают стероиды и ускоряют эвакуацию пищи из желудка; являются хелатами тяжелых металлов

По строению полимеров пищевые волокна разделяют (Дудкин М. С. с соавт., 1998):

1. Гомогенные (однородные), состоящие из однородных высокомолекулярных веществ (целлюлоза, пектины, маннаны, арабинаны, лигнин, альгиновая кислота).

2. Гетерогенные (неоднородные), включающие биополимеры нескольких видов (холоцеллюлоза, целлюлозолигнины, гемицеллюлозо-целлюлозолигнин, белково-полисахаридные комплексы, белково-полисахаридолигнинные комплексы и др).

В комплекс пищевых волокон входят сопутствующие вещества (крахмалы, липиды, белки, минеральные, дубильные вещества и др.).

По способности растворяться в воде пищевые волокна делятся на:

— Водорастворимые (пектины, альгиновая кислота, камеди, слизи, арабиноксиланы).

— Малорастворимые и нерастворимые (целлюлоза, лигнин, целлюлозолигнинные комплексы, ряд гемицеллюлоз).

По водоудерживающей способности их целесообразно разделить на:

— сильноводосвязывающие — более 8 г воды на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна жома сахарной свеклы, виноградной лозы, клевера, галеги);

— средневодосвязывающие — 2-8 г воды на 1 г пищевых волокон (пшеничные отруби, пищевые волокна люцерны, виноградных выжимок);

— слабеводосвязывающие — до 2 г воды на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна жмыха виноградных семян, целлюлоза жмыха виноградных семян).

В зависимости от ионообменных свойств и сорбционной активности пищевые волокна подразделяются на:

1. Катиониты:

а. сильные — более 3 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна рисовой лузги, клевера, люцерны, салата);

б. средние — 1–3 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (сельдерей, ревень, лук, яблоки, морковь, пищевые волокна сои, оболочек гречихи);

с. слабые — до 1 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна жома сахарной свеклы, целлюлоза жмыха виноградных семян, груша, горох).

2. Аниониты:

а. сильные — более 3 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна клевера, люцерны, виноградной лозы, столовой свеклы);

б. средние — 1–3 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна оболочек гороха, гречихи, рисовой лузги, виноградных выжимок);

с. слабые — до 1 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (целлюлоза, целлюлозо-лигнин жмыха виноградных семян).

### 3. Амфолиты

- a. сильные— более 3 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна виноградных выжимок, люцерны);
- b. средние— 1–3 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна сахарной свеклы);
- c. слабые— до 1 мэкв сорбата на 1 г пищевых волокон (пищевые волокна оболочек гороха) (Дудкин М. С. С соавт., 1998).

Важным физико-химическим свойством ряда пищевых волокон является вязкость. Она влияет на скорость опорожнения желудка, диффузию и перемешивание компонентов содержимого кишечника. Полисахариды с высокой вододерживающей способностью, такие как пектины, гумми или  $\beta$ -гликаны способны существенно изменить вязкость кишечного содержимого (Ikegami S. et al., 1990).

Способность пищевых волокон сохранять воду обеспечивает ускорение кишечного транзита и перистальтики толстой кишки, увеличение массы кала, изменяет внутрикишечное давление (что очень важно для больных с грыжей пищеводного отверстия диафрагмы, дивертикулитом, варикозным расширением вен нижних конечностей), изменяет концентрацию фекальных электролитов. Зерновые отруби с самым низким уровнем удержания воды обеспечивают наибольшую скорость прохождения содержимого начальных отделов толстой кишки и непосредственно действуют как фактор, формирующий стул. Другие виды пищевых волокон (из овощей, например) задерживаются в начальных отделах толстой кишки (в слепой кишке), что усиливает бактериальную ферментацию (Погожева А. В., 1998).

Хотя пищевые волокна устойчивы к действию пищеварительных ферментов верхнего отдела кишечника человека, прохождение через илеоцекальный клапан подвергает волокна воздействию бактериальных ферментов, которые выборочно разрушают многие из этих компонентов. Степень деградации волокон в кишечнике зависит от природы кишечной микрофлоры, времени прохождения пищи через кишечник, физического и химического состава волокон (Mertens D., 1977).

Подверженность определенных волокон бактериальному расщеплению зависит от их физической и химической структуры. Переваривание полисахаридов составляет 30–90 %. Пектин и гемицеллюлоза почти полностью разрушаются в процессе прохождения через кишечник, и в стуле отсутствуют, целлюлоза переваривается в меньшей степени (Holloway W. et al., 1978; Southgate D. et al., 1970; Cummins J. et al, 1979). Лигнин, благодаря своему полимерному строению и поперечным связям, устойчив к воздействию бактерий и почти

полностью выходит со стулом (Southgate D. et al., 1976). Физические свойства растительных волокон также определяет их восприимчивость к бактериальным ферментам. Полисахариды из старых, высоко лигнифицированных растительных тканей перевариваются хуже из-за связывания с лигнином. В целом, волокна фруктов и овощей более перевариваемы, чем волокна зерновых, так как у последних более толстая клеточная стенка (меньше отношение поверхности к объёму) и выше степень лигнификации (Prins R, 1977). Продукты ферментации пищевых волокон включают жирные кислоты с короткой цепью, ацетат, пропионат и бутират. Другими продуктами являются молочная и муравьиная кислоты, этанол и углекислый газ. (Gray T. et al., 1965).

Ряд органических веществ, таких как желчные кислоты, стероиды, некоторые токсические соединения и бактерии могут обратимо связываться с волокнами при прохождении через желудочно-кишечный тракт.

Действие пищевых волокон на процессы токсикокинетики ксенобиотиков реализуется посредством нескольких механизмов. Пищевые волокна усиливают перистальтику кишечника, что вызывает ускорение прохождения содержимого кишечника и тем самым сокращает время контакта ксенобиотика со слизистой оболочкой кишечника (Коньшев В. А. и др., 1984). Доказано, что обогащение рациона пищевыми волокнами снижало токсическое действие полихлорированных бифенилов, нитрозаминов, полиэтиленгликоля, тяжелых металлов, некоторых микотоксинов и ряда других токсических и канцерогенных соединений экзогенного и эндогенного происхождения (Debethizy J. D., et al., 1985; Kritchevsky D., 1985; Тутельян В. А. и др., 1987; Soutgate D. et al, 1990; Дудкин М. С., Щелкунов Л. Ф., 1998).

Пищевые волокна способны изменять активность отдельных изоформ цитохрома P-450 в печени, причем как снижать, так и повышать их активность.

Так в эксперименте установлено, что добавление 20 % пшеничных отрубей в корм крыс значительно повышало активность изоформы CYP3A2 цитохрома P-450, но несколько снижало активность изоформ CYP1A1 и CYP1A2 (Helsby N. A. et al., 2000). Пищевые волокна из какаобобов существенно увеличивают количество изоформ CYP1A2, CYP2B1 и CYP2B2 цитохрома P-450 и снижало образование изоформы CYP2C11 в печени крыс (Nugon-Baudon L. et al., 1996). Введение в рацион целлюлозы или волокон столовой свеклы индуцировало активность печеночных глутатионпероксидазы и глутатионтрансферазы (Bobek P. et al., 2000). Обнаружено, что обогащение рациона крыс лигносорбом приводило к возрастанию активности в слизистой тонкой кишки микросомальной карбоксилэстеразы — одного из ключевых ферментов биотрансформации

микотоксина Т–2 токсина (Тутельян В. А. и др., 1994). Пшеничные отруби снижали уровень индукции цитохрома Р–450 СYP1A1 в слизистой толстой кишки, вызванной 3-метилхолантеном (Kawata S. et al., 1992).

Влияние пищевых волокон на токсикокинетику ксенобиотиков проявляется также в изменении состава кишечной микрофлоры и активности микробных ферментов, участвующих в метаболизме чужеродных веществ или их конъюгатов. Ингибирующее действие на активность  $\beta$ -глюкуронидазы кишечной микрофлоры людей оказывали овсяные и пшеничные отруби (Reddy B. S. et al., 1992). Введение в корм крыс каррагинана также приводило к снижению активности  $\beta$ -глюкуронидазы в кишечнике (Mallett A. K. et al., 1985). Ингибирование активности  $\beta$ -глюкуронидазы кишечной микрофлоры препятствует гидролизу глюкуроновых конъюгатов ксенобиотиков, что выключает их из печеночно-кишечной рециркуляции.

Пищевые волокна обладают адсорбционными и катионообменными свойствами. Связывание токсинов переводит их в неабсорбируемую форму, снижает действующую концентрацию и ускоряет выведение с калом. В частности, предполагается, что противораковая активность пищевых волокон основана на их свойствах адсорбировать канцерогены (Ferguson L. R., 1996), а также эстрогены, повышенный уровень которых является основной причиной рака некоторых органов эндокринной системы (Rao J. N., 1996). Адсорбционная способность пищевых волокон зависит от их источника. Так, на примере 1,2-диметилгидразина экспериментально показано, что наиболее эффективным адсорбентом являются пшеничные отруби, а пектин цитрусовых обладает минимальной всасывающей способностью (Smith-Barbaro P. et al., 1981) При связывании фенола лигнин и целлолигнин из жмыха виноградных семян значительно превосходят целлюлозу. По способности связывать ионы свинца целлюлоза значительно уступает другим биополимерам жмыха виноградных семян. (Дудкин М. С. с соавт., 1998). По данным Kimura Y. с соавт., (2004), нерастворимые волокна усиливают экскрецию токсикантов с калом, а растворимые — с мочой. По-видимому, наиболее эффективным является рацион, содержащий волокна обоих типов.

При использовании пищевых волокон необходим дифференцированный подход — связывание веществ происходит в различной степени (например, альгинат высокой вязкости в большей степени связывает холаты, чем хенодезоксисхолаты, а альгинат низкой вязкости — наоборот (Brownlee I. A. et al., 2005).

Плохо растворимые пищевые волокна, такие как пшеничные отруби и целлюлоза, проявляют тенденцию к ингибированию опухолевого генеза (Wilson et al., 1977; Barbolt, Abraham, 1978, 1980; Freeman et al., 1978, 1980; Trudel et al.,

1983; Neitman et al., 1989), а хорошо растворимые высокоферментируемые волокна, такие как гуаровая камедь, пектины, овсяные отруби, агар-агар и каррагинаны, не в состоянии противодействовать кишечному канцерогенезу (Watanabe et al., 1978; Bauer et al., 1979; Glauert et al., 1981; Arakawa et al., 1986; Jacobs, Lupton, 1986; Harris, Ferguson, 1999). Вместе с тем, эпидемиологические исследования подтверждают гипотезу, о том, что практически все пищевые волокна (особенно их нерастворимые формы) могут защищать от рака толстой кишки (Trock et al. 1990; Freudenheim et al., 1990; Howe et al., 1992).

Важнейшим представителями пищевых волокон являются пектины — способные связывать тяжелые металлы, радионуклиды, и избыточный холестерин. Являясь составной частью земных растений, пектин всегда был компонентом пищи со времени происхождения человека. Всемирной Организацией Здравоохранения пектин признан абсолютно безопасным, с точки зрения токсикологии продуктом. Он не имеет ограничений по применению и признан в подавляющем большинстве стран как ценный пищевой продукт. Обогащение пектином диеты жителей индустриальных городов и работников производств с вредными условиями труда — это одна из возможностей снизить неблагоприятное воздействие среды на организм человека.

## ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ПЕКТИНОВ

В 1790 г. ученый С. Ваклен выделил из фруктового сока водорастворимое вещество, обладающее гелеобразующей способностью. В 1925 г. М. Браконно омылил пектин и получил пектиновую кислоту (от греческого «pektos» — свернувшийся, застывший). В 1924 г. Смоленский первым предположил, что пектин состоит из остатков D-галактуроновой кислоты, соединенных через α-1,4-гликозидную связь в полимерную цепочку. В 1930 г. Майер и Марк подтвердили это предположение, экспериментально доказав существование полимерной молекулы пектина. Ввиду сложности пектиновых веществ Американское химическое общество несколько раз учреждало комитеты по номенклатуре в 1927 и 1944 гг., чтобы дать определение и название этой группе углеводов (Мак-Креди Р. М., 1967).

В 1937 г. Шнайдер и Бокк впервые установили структурную формулу пектина, однако промышленное производство высокоэтерифицированного пектина было начато только 50, а низкоэтерифицированного — 26 лет назад.

## СВОЙСТВА ПЕКТИНОВ

Пектины—это группа высокомолекулярных полисахаридов, входящих в состав клеточных стенок и межклеточных образований растений наряду с целлюлозой, гемицеллюлозой, лигнином. Они содержатся также в клеточном соке растений. Пектин локализован в первичной клеточной стенке всех высших растений. Через боковые цепочки пектин соединен с волокнами целлюлозы и рядом других гетерополисахаридов, которые относятся к соединениям типа гемицеллюлозы. Содержание этого вещества в клеточной стенке максимально в центральном слое, связывающем клетки между собой. Молекулы сахара рамнозы, соединенные с молекулой пектина, придают полимерной цепочке зигзагообразный вид. Наличие рамнозы в молекуле пектина обосновывает его другое более правильное название—рамногалактуронан. Другие нейтральные сахара—арабам, галактан и ксилоглюкан—образуют боковые цепочки, соединяющиеся с молекулами целлюлозы. Морфологическая и физиологическая роль пектина в растениях, как структурного элемента клетки, состоит в регулировании водного обмена растений. Различают нерастворимые пектины (протопектины), которые входят в состав первичной клеточной стенки и межклеточного вещества, и растворимые, содержащиеся в клеточном соке. Пектиновые вещества встречаются во всех частях растений: в корнях, в стеблях, в соцветиях, в листьях и, главным образом, в плодах и овощах.

Пектиносодержащее сырье можно разделить на три основные группы (Донченко Л. В., 2000).

К первой группе отнесены овощи: клубнеплоды (картофель), корнеплоды (свекла, морковь), листовые (капуста, лук), стеблевые (сельдерей), плодовые (баклажаны, томаты), тыквенные (арбузы, дыни, тыква), бобовые (горох, фасоль).

Вторая группа пектинсодержащего сырья включает плоды и деревья из подгрупп: семечковые (яблоко, айва), косточковые (вишня, черешня), ягоды настоящие (виноград, смородина), ягоды ложные (земляника, клубника, малина), плоды субтропические и тропические (апельсины, мандарины, инжир, гранаты, грейпфруты, лимоны, гуава, тамаринд).

В третью группу включены другие виды промышленного сырья с высоким содержанием пектина: листья чая и табака, стебли и корзинки подсолнечника, створки плодов-коробочек хлопчатника, кора хвойных пород деревьев (сосна, ель, лиственница, красный кедр).

Химический состав и содержание пектиновых веществ неодинаковы у разных

Таблица 2

**Содержание пектина в овощах, фруктах и соках**

<b>Фрукты</b>	<b>Содержание,%</b>	<b>Овощи</b>	<b>Содержание,%</b>
Яблоки	1,0	Свекла	1,1
Абрикосы, персики, земляника	0,7	Морковь, капуста, лук зеленый	0,6
Апельсины, грейпфруты, груши	0,6	Перец зеленый и красный	0,4
Арбуз	0,5	Огурцы, баклажаны	0,4
		Томаты	0,19
<b>Фруктовое пюре</b>	<b>Содержание,%</b>		
Яблочное	1,16	Сливовое, клубничное	0,76
<b>Соки</b>	<b>Содержание,%</b>		
Морковный с мякотью	1,77	Айвовый	0,29
Яблочно- морковный	1,42	Персиковый	0,28
Яблочный натуральный	0,45	Яблочно- клюквенный	0,27
Виноградный, дыня	0,4	Томатный	0,19

видов растений, различных их частей и зависят от метеорологических условий произрастания, географической зоны, сортовой принадлежности, периода развития и возраста растения. Пектин содержится в овощах (0,4–0,6 %), фруктах (от 0,4 % в вишнях до 1 % в яблоках). Особенно много пектина в кожце фруктов — от 1,5 % в яблочной до 30 % в цитрусовой и ягодах (от 0,6 % в винограде до 1,2 % в черной смородине), а также в землянике, клюкве, апельсинах, калине и др. В яблоках, произрастающих в одной и той же географической зоне, в зависимости от сорта содержится 0,8–2,0 % пектина на сырую массу (табл. 2).

Консистенция плодов и овощей сильно зависит от типа и количества имеющегося пектина, который, например, в незрелых плодах присутствует в виде протопектина, превращающегося в растворимый пектин в ходе созревания, а также при хранении. С этим связано размягчение плодов при созревании и хранении. Переход нерастворимых форм пектина в растворимые происходит так же при тепловой обработке растительных продуктов (Мартинчик А. Н. с соавт., 2005).

Биологическая активность пектинов в значительной мере зависит от их молекулярной массы и степени этерификации. Различают высоко- и низкоэтерифицированный, (высоко- и низкометоксилированные) пектины. Метоксилированным пектин считается в том случае, когда карбоксильные группы молекул этерифицированы метиловым спиртом. Чем больше таких групп в полимерной цепочке пектина, тем выше степень этерификации, или метоксилирования, и, наоборот. Высокометоксилированные пектины (степень этерификации более 50 %, обычно 60–80 %) применяют в качестве студнеобразующих веществ в производстве мармелада, пастилы, джемов, соков, майонеза, рыбных консервов. (Булдаков, 1996). Разные виды пектина, имеют различные механизмы желирования. При одинаковых условиях и высоких температурах высокометоксилированные пектины желируют быстрее, чем низкометоксилированные. Время и температура желирования — важные критерии качества высокометоксилированных пектинов.

## ПРОИЗВОДСТВО ПЕКТИНА

Для производства пектиновых веществ можно использовать любое растительное сырье с высоким содержанием пектина. Основными видами сырья являются яблочные выжимки, жом сахарной свеклы, корзинки подсолнечника и корочки цитрусовых. Содержание пектина в данных материалах соответственно 10–15, 10–20, 15–25 и 20–35 %.

Яблочные пектины высоко ценятся производителями кондитерской продукции в мире. Для молочной и консервной промышленности (производство фруктовых соков) используют цитрусовые пектины. Под этим термином понимают различные сорта пектина из плодов цитрусовых. Лучшим качеством обладает пектин из лайма (разновидность лимона), хорош пектин из лимона, удовлетворителен — из грейпфрута и апельсина. Неудовлетворительные характеристики имеет пектин из мандаринов.

Пектины из жома сахарной свеклы применяют для выработки диетических и фармацевтических продуктов, а также для производства изделий технического назначения.

Пектин из корзинок подсолнечника обладает высокой молекулярной массой и низкой степенью этерификации. Как и пектин из сахарной свеклы, он содержит определенное количество ацетильных групп. В настоящее время пектин из корзинок подсолнечника успешно применяют при выпуске высококачественных косметических изделий

Пектины, выделенные из одного вида сырья, получили название классических. Для производства продукции с особыми свойствами, разработаны процессы, основанные на переработке комбинированных видов сырья. Так, из смеси яблочных выжимок и корочек цитрусовых можно получить пектин, сочетающий достоинства яблочного и цитрусового. Современные промышленные технологии позволяют производить классические и комбинированные пектины с заданными свойствами.

Пектин нерастворим в спирте. Это свойство используют для его осаждения из жидкого концентрата. Процесс протекает в установках непрерывного действия. Концентрация используемого спирта влияет на режим осаждения и тем самым на выход и чистоту пектина. После отделения пектинового осадка спирт направляют на дистилляцию. Полученный чистый спирт повторно используют в производстве (Weiss H. O., 1979; Walter R. H et al., 1991).

**Лабораторный контроль и стандартизация.** В зависимости от области применения пектины стандартизуют по гелеобразующим свойствам. Желаемого результата можно достигнуть, добавляя к пектину сахар, ней-

тральные соединения и/или буферные вещества, а также смешивая чистые сорта пектина. Для стандартизации используют метод США-САГ (USA-SAG). В лаборатории контролируют качество полученного продукта (степень этерификации, молекулярная масса, содержание D-галактуроновой кислоты и т. д.), а также соответствие пектина критериям чистоты в соответствии с нормами законодательства о пищевых добавках, европейским нормам, положениям Объединенного комитета Всемирной Организации Здравоохранения и Продовольственной и сельскохозяйственной организации (WHO/FAO) (Кочеткова А. А., 1992; Кочеткова А. А., Колесное А. Ю., 1992).

**Определение содержания пектина.** Образец измельчают, взвешивают 1–5 г (в зависимости от того, сколько пектина содержится в образце), переносят в стеклянную колбу, заливают кипящей водой, в которую добавлена концентрированная соляная кислота из расчета 0,8 см<sup>3</sup> на 250 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Смесь нагревают при перемешивании в течение 30 мин при 95–100°C. Охлаждают до температуры ниже 25°C, чтобы свести к минимуму тепловое разрушение пектина, и фильтруют на воронке Бюхнера через капроновую ткань с отсасыванием. Если смесь плохо фильтруется, её центрифугируют при 5000 об/мин в течение 30 мин. Экстракцию проводят дважды, экстракты и промывную воду объединяют, измеряют количество и к охлажденному раствору пектина прибавляют 1,5 объема этанола (можно использовать изопропиловый спирт или ацетон), содержащего 2 см<sup>3</sup> концентрированной соляной кислоты (уд. вес 1,19) на 1 л. Смесь вручную тщательно и медленно перемешивают, и оставляют стоять на 30 мин. с тем, чтобы пектин всплыл на поверхность. Большую часть не содержащего пектина раствора можно отделить сифонированием. Осадок пектина отделяют центрифугированием, промывают спиртом до тех пор, пока реакция с нитратом серебра на ион-хлорид в промывных растворах будет отрицательной. Осадок сушат в термостате при 60°C до постоянного веса.

Содержание пектина определяют гравиметрически.

Ошибка метода — 5 %. Метод не пригоден для БАД, содержащих большие количества (более 30 %) сахарозы (Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище, 2004).

## ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕКТИНА

В пищевой промышленности пектин применяют в качестве студнеобразователя — вещества для получения желеобразной структуры мармеладных изделий и желейных конфет, а также для стабилизации пенной структуры пастильных изделий, корпусов сбивных конфет. Основное требование, предъявляемое к студнеобразователям, заключается в том, чтобы при введении их в незначительных количествах образовывать достаточно прочные кондитерские студни, не влияя в то же время на вкус, запах и цвет готового продукта.

В настоящее время налажен выпуск киселя, хлеба из пшеничной муки с добавлением 10 % яблочного порошка, пектиносодержащих порошков из моркови, капусты, тыквы. Пектин дополнительно вводится в состав кексов, пряников, печенья, консервов, ягод и фруктов, безалкогольных напитков, колбас, зефира, пастилы, йогуртов, леденцов, жевательных конфет. На сегодняшний день огромное разнообразие кондитерских изделий предоставляет определенные возможности для применения пектина. Высокоэтерифицированный пектин успешно применяют для производства мармелада, желейных начинок, сбивных кондитерских изделий, таких как зефир, пастила, сбивные конфетные массы. Для производства мармеладной продукции и желейных конфет используют высокоэтерифицированные яблочные, яблочно-цитрусовые или цитрусовые пектины. Дозировка пектина в сбивные и желейные кондитерские изделия находятся в пределах 1,0–1,8 %. Возможно применение низкоэтерифицированных пектинов, желирующих без кислоты, в производстве паштетов, студней, мармелада и желейных начинок с нейтральными вкусами (например, с ароматизаторами мяты, корицы, рома).

Низкоэтерифицированный (низкометоксилированный) пектин при низких концентрациях может придавать кондитерским начинкам тиксотропную текстуру. При повышенных концентрациях можно получать холодное студнеобразование.

Для производства желейных кондитерских изделий различного ассортимента расход пектина колеблется от 8 кг для цитрусового до 26 кг для свеколичного пектина на 1 т готовой продукции.

По сравнению с другими желирующими агентами, обычно используемыми для приготовления кондитерских изделий, пектин требует, чтобы строго соблюдались рецептурные и производственные параметры.

Преимущества пектина заключаются в том, что он придаёт изделиям очень хорошую текстуру и отличный вкус. Кроме того, пектин из-за относительно быстрого и регулируемого студнеобразования выгодно использовать в современном непрерывном технологическом процессе.

В России на рынке сырья для кондитерской промышленности широко представлены различные виды пектина иностранных фирм-производителей. Около 80 % зарубежного пектина составляет пектин из крупноплодных цитрусовых. Основным производителем пектина из цитрусовых является американская и датская компании имеющие около 150 дочерних предприятий в разных странах мира. Яблочный пектин производится в основном в Англии, Франции, Австрии, Швейцарии, Германии, Мексике, Италии.

### **Джемы и конфитюры**

Роль пектина заключается в развитии структуры джема, которая сохраняется без изменений при транспортировке готовой продукции, в усилении аромата и в подавлении синерезиса, а также в компенсации недостатка природного пектина в диабетических джемах. В процессе производства джема пектин должен обеспечить равномерное распределение частиц фруктов в массе с того самого момента, когда механическое перемешивание закончено, т. е. пектин желирует массу сразу после ее розлива. Для джемов с высоким содержанием сухих веществ используют высокоэтерифицированные яблочные или яблочно-цитрусовые пектины. Рекомендуемая дозировка пектина в джемах, желейных изделиях и конфитюрах находится в пределах 0,1–0,9 %. Традиционная область использования низкоэтерифицированного пектина — это джемы с содержанием сухих веществ ниже 55 %, которые ограничивают использование высокоэтерифицированного пектина. Тип низкоэтерифицированного пектина выбирается с учетом содержания сухих веществ, кислотности среды, в которой будет использован продукт.

### **Фруктовые наполнители для йогурта**

Низкоэтерифицированные пектины применяют в производстве фруктовых наполнителей для йогурта, в которых пектины образуют мягкую желированную структуру, достаточно плотную для равномерного распределения фруктовых частиц. Пектин, особенно в сочетании с другими растительными камедями, препятствует переносу цвета фруктового наполнителя на молочную фазу готового продукта.

### **Фруктовые соки и напитки**

Для производства напитков применяют различное фруктовое сырье и соковые концентраты. Природный пектин и сахар обеспечивают вкусовое восприятие сока. Недостаточное их содержание сразу сказывается на вкусовых качествах фруктовых соков и напитков. Пектин придает напиткам полноту вкуса и насыщенность. Желирующие свойства пектина позволяют получить однородный продукт без оседания мякоти. Пектины нейтральны во

вкусовом отношении, они поддерживают в напитке натуральный аромат используемого фруктового сырья. Рекомендуемая дозировка пектина в напитки 0,02–0,25 % в зависимости от желаемых вкусовых характеристик.

### **Хлебопекарные изделия**

Внесение в тесто пектинов влияет на биологические, коллоидные и микробиологические процессы приготовления теста. При внесении в тесто пектинов повышается его начальная кислотность, снижается рН. Процесс брожения в тесте идет более активно. Активацию процесса брожения связывают с внесением сахаров вместе с пектином. Кроме того, установлено, что содержание пектина в готовом хлебе уменьшается в сравнении с исходным количеством, внесенным в тесто. Это свидетельствует о том, что при брожении теста происходит дезагрегация биополимера и что она осуществляется с образованием моносахаридов, способствующих активации процесса брожения. Благодаря своим особым физико-химическим свойствам пектин влияет на срок сохранения свежести хлеба. Хлеб с добавлением пектина черствеет в 1,04–1,9 раза медленнее хлеба без пектина.

В рационе здорового человека обязательно наличие 5–6 г пектиновых веществ в сутки. Как показывают исследования фактического питания различных групп населения, пектин поступает в организм примерно на 50 % за счет картофеля и на 20 % за счет белокочанной капусты.

## **ВЛИЯНИЕ ПЕКТИНА НА ОРГАНИЗМ**

Пектин играет важную роль в организме человека. Он участвует в следующих процессах:

- увеличивает всасывание кальция и магния;
- сдвигает рН внутренней среды кишечника в кислую сторону, оказывая бактерицидное действие;
- связывает желчные кислоты, обеспечивая гипохолестеринемический эффект;
- усиливает перистальтику кишечника, способствуя более быстрому выведению токсинов и недоокисленных веществ из организма;
- защищает слизистые от раздражения за счет обволакивающего действия;
- обладает адсорбирующим действием, т. е. выводит токсические вещества из желудочно-кишечного тракта (наиболее активен в отношении уксуснокислого свинца и радионуклидов: кобальта, стронция, цезия,

циркония, рутения, иттрия), образуя с ними соли пектиновой и пектовой кислот;

- в организме превращается в полигалактуроновую кислоту, которая выводит из организма токсины, соли тяжелых металлов (свинца, никеля, молибдена, вольфрама, хрома, меди, цинка, церия и др.) и радионуклиды, образуя с ними нерастворимые соединения.

Как и большинство высокомолекулярных полисахаридов пектины способны образовывать гель на поверхности слизистой желудка и кишечника и благодаря этому оказывать обволакивающее и защитное действие, предохраняя слизистые оболочки от раздражающего влияния агрессивных факторов. Пектин изменяет вязкость содержимого желудка и кишечника и, как следствие, замедляет желудочно-кишечный транзит. Это влияет на абсорбцию пищевых сахаров и липидов и уменьшает биодоступность микроэлементов и некоторых других компонентов химуса. При разбухании масса пектина обезвоживает пищеварительный канал и, продвигаясь по кишечнику, захватывает токсичные вещества.

Деметоксилирование пектина начинается в ободочной кишке и оканчивается в аппендиксе. Освобожденный в процессе деметоксилизации метанол всасывается через стенки ободочной кишки и метаболизируется в муравьиную кислоту, которая выделяется из организма с мочой (Анисимова Д. М., 1989; Качалай Д. П., 1990). После прохождения по тонкому кишечнику пектины ферментируются в толстом кишечнике анаэробными бактериями в короткоцепочные жирные кислоты. В толстом кишечнике следствием наличия пектина и продуктов его бактериальной деградации являются увеличение объема стула, ускоренный транзит по толстому кишечнику и повышенное образование кишечных газов; при этом, благодаря сильной водоудерживающей способности пектины увеличивают содержание воды в стуле (Plaami S., 1997).

Пектины оказывают регулирующее действие на иммунную систему кишечника. В экспериментах на крысах они достоверно повышали уровень  $\gamma$ -интерферона в лимфоцитах мезентериального лимфоузла и иммуноглобулинов E, A, G и M в сыворотке крови (Lim B. et al., 1998), а также стимулировали лизосомальную активность периферических фагоцитов (Popov S. et al., 1999).

60 % и 90 %-этерифицированные пектины вызывают дозозависимое увеличение секреции противовоспалительных цитокинов — интерлейкина-1 $\alpha$  и интерлейкина-10, в то время как 30 %-этерифицированный пектин не влияет на секрецию интерлейкина-1 $\alpha$  и снижал секрецию интерлейкина-10 (Salman H. et al., 2008). Огуречный пектин, вызывает увеличение секреции инсулина,

который, в свою очередь, оказывает стимулирующий эффект на активность протеинкиназы C в поджелудочной железе (Sudheesh S. et al., 2007).

Выраженный дозозависимый антимуtagenный эффект был обнаружен у различных пектинов и пектиноподобных рамногалактуронанов против одного из мощных мутагенов нитропирена. Существует мнение, что полисахариды непосредственно взаимодействуют с клетками кишечника и защищают их от мутагенных атак (Hensel A. et al., 1999). Антимуtagenная активность пектина была обнаружена и на других моделях (Higashimoto M. et al., 1998). Диета, содержащая пектин, ингибировала у крыс рост злокачественных клеток даже молочной железы линий TLT и EMT6 (Taper H. et al., 1999).

Значительное количество экспериментальных данных и клинических наблюдений свидетельствует о благоприятном действии пектиновых веществ на липидный обмен, в то время как нерастворимые волокна, такие как пшеничные отруби или целлюлоза, мало эффективны в качестве снижающих холестерин агентов. Вместе с другими растворимыми пищевыми волокнами пектины начинают играть ведущую роль в снижении риска сердечно-сосудистых заболеваний у гиперхолестеринемических субъектов.

Пектин может применяться при лечении многих заболеваний. Имеются данные о положительном эффекте перорального применения пектина в хирургии (ожоговые раны, перитониты, неотоложная хирургия), нейрореанимации, гастроэнтерологии (язвенная болезнь, профилактика рака толстой кишки, инфекционных диарей), кардиологии (профилактика и лечение дислиппротеидемий), лечении лучевой болезни, сахарного диабета, полиартритов, гемофилии, дисбактериоза (наиболее благоприятный биоценоз по составу микробной флоры в кишечнике достигается при добавлении яблочного пектина, который, к тому же, способствует наилучшему усвоению пищи при одновременном снижении аппетита (Кашинцев П. А. и др., 1989; Меньшиков Д. Д. и соавт., 1997; Чаяло П. П. и соавт., 1992).

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЕКТИНА В ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ ПИТАНИИ**

Введение в рацион пектинсодержащих продуктов наиболее актуально для рабочих производств с вредными условиями труда. Механизм лечебно-профилактического действия пектина как в составе пищевых продуктов, так и принимаемого отдельно, до конца не изучен. В процессе усвоения пищи деметоксилирование пектина способствует превращению его в полигалакту-

роновую кислоту, которая соединяясь с тяжелыми металлами и радионуклидами, образует нерастворимые комплексы, не всасывающиеся через слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта и выделяющиеся из организма вместе со стулом. Защитное действие пектинов объясняется также их способностью вместе с другими пищевыми волокнами улучшать перистальтику кишечника, способствуя более быстрому выводу всех токсичных веществ.

Еще в 1953 г. Мак Доналд с соавторами (1953), исследуя эффективность разных комплексообразователей, таких как  $\text{CaNa}_2$ -ЭДТУ, казеиновый гидролизат, пектин, глюкуронолактон, оксиполижелатин, тиосульфат натрия и другие, в отношении связывания и выведения из организма тяжелых металлов, обнаружили, что наибольший эффект был характерен для пектина,  $\text{CaNa}_2$ -ЭДТУ и казеингидролизата. В нашей стране в 1956–1959 гг. во Всесоюзном научно-исследовательском институте кондитерской промышленности и Институте гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР проводились исследования показывающие возможность использования пектина как средства, обладающего способностью взаимодействовать с металлами с целью связывания и выведения их из организма.

В результате изучения сорбционных свойств пектина в сравнении с другими сорбентами установлена его высокая сорбционная способность (Хотимченко Ю. с соавт., 2001) (табл.3).

Способность связывать ионы меди у низкоэтерифицированного пектина со степенью этерификации около 1 % в среднем в 4,5 раза сильнее, чем у высокоэтерифицированного пектина со степенью этерификации около 60 %. Низкометоксилированный пектин связывает ионы свинца на 70–90 %.

Пектин является эффективным комплексообразователем и может использоваться для профилактики отравления свинцом, ртутью, кадмием, молибденом, марганцем. Доказано, что пектины оказывают благоприятное действие не только в условиях острого и подострого воздействия металлов, но и при длительном поступлении их в организме. (Бочкарев М. В. с соавт., 1977).

В Киевском НИИ гигиены труда и профзаболеваний разработаны рекомендации по использованию различных форм пектина и пектинсодержащих продуктов для связывания радиоактивных изотопов цезия и стронция. Пектин обладает активной комплексообразующей способностью по отношению к радиоактивным металлам — кобальту, стронцию, цезию, цирконию, рутению и другим, образуя соли пектиновой и пектовой кислоты. Особенно эффективны пищевые волокна из столовой свеклы, жмыха винограда, кожуры лимона и из люцерны по отношению к стронцию-85 (Дудкин М. С. с соавт., 1997).

1 г пектина способен связывать 160–420 мг стронция (Истомин А. В. с соавт., 2000).

**Связывание тяжелых металлов различными сорбентами in vitro**

Сорбент	Сорбционная емкость in vitro, мг / г сорбента		
	Медь	Свинец	Кадмий
Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ)	29.33 + 3.67	8.17 ± 1.84	0.56 ± 0.44
Активированный уголь	25.76 + 4.08	27.6 + 5.09	4.00 ± 0.65
Полифепан	15.00 ± 3.10	7.15 ± 2.56	3.80 ± 0.27
Сплат	30.70 + 7.70	20.00 ± 4.30	9.20 ± 1.00
Энтеросорбент	5.67 ± 1.02	~0	~0
Морская капуста	40.10 + 8.20	29.30 + 3.40	12.30 ± 3.50
Альгинат кальция	130.30 + 31.30	341.15 ± 5.32	98.50 ± 5.06
Низкоэтерифицированный пектин (степень этерификации менее 1%)	186.23 ± 7.28	328.35 ± 8.45	119.25 ± 5.04

Наиболее благоприятные условия для комплексообразования пектинов с металлами создаются в кишечнике при рН среды 7,1–7,6. Объясняется это тем, что при увеличении рН, пектины деметоксилируют и происходит более интенсивное взаимодействие между кислотными радикалами пектиновой кислоты и ионами металлов. Кислая среда (рН 1,8–2,0) желудочного содержимого снижает способность высокометоксилированного пектина связывать радионуклиды. В этих условиях более активным является низкометоксилированный пектин. Комплексообразование пектинов с радионуклидами происходит в течение 1–2 ч, реже 3–4 ч. Трехвалентные катионы лантанидов и иттрия образуют нерастворимые в воде комплексные соединения с низкометоксилированными пектинами особенно активно при рН 3,5–4,5 (степень связывания достигает 70 %).

Высокометоксилированные пектины связывают ионы свинца, катионы лантанидов, иттрия в 2,5–3 раза слабее (20–30 %), особенно в кислой области рН. Ионы Sr<sup>2+</sup> и Co<sup>3+</sup> образуют нерастворимые в воде соединения с пектинами в области рН 2–6. Степень их связывания достигает 70–90 % и слабо зависит от степени метоксилирования пектина. (Донченко Л. В., 2000).

Лечебно-профилактическое действие пектинов зависит не столько от вво-

димого их количества, сколько от качественного состава. Удельная масса и степень этерификации пектинов регулируют их чувствительность и активность в комплексообразовании. Яблочный, цитрусовый, свекловичный, морковный и другие виды пектинов имеют молекулярную массу от 4 500 до 100 000; высокую и низкую растворимость, различные комплексообразующие свойства (табл. 4).

Таблица 4

#### Характеристики распространенных пектинов

Вид пектина	Молекулярная масса	Степень энергии	Содержание метоксильных	Растворимость	Студнеобразующие св-ва	Комплексообразующие
Яблочный	14500-50000	>50	6,6-7,5	высокая	высокие	низкие
Цитрусовый	20000-100000	>50	6,8-7,2	высокая	высокие	низкие
Свекловичный	24000-28000	<50	3,7-5,5	низкая	только в присутствии ионов кальция	высокие
Морковный	36200-56500	<50	6,2-6,7	низкая	низкие	высокие
Подсолнечный	34000-38000	<50	5,3-6,5	низкая	низкие	высокие
Виноградный	-	<50	3,3-6,2	низкая	низкие	высокие

Яблочный пектин способствует выведению ртути с мочой. Соболев М.Б. с соавт. (1999) отметили, что при этом формируется физиологический тип выделения ртути, исключающий возможность «ртутного обвала» и вторичного поражения мочевыводящих путей, наблюдаемых при хелатной терапии. Пектин проявлял связующую активность также по отношению к пестицидам, таким как метилазинфос и хлорпрофам (Ta et al., 1999).

Яблочные пектины являются комплексообразователями по отношению к ионам стронция, кобальта, кальция и алюминия (75 мг пектина при pH 5,0 связывает 23,5 мг стронция). Обогащение обычного рациона морковью и капустой, содержащими пектиновые вещества, способствует усилению экскреции свинца из организма животных на 38–44 % (О. Д. Лифшиц, 1969).

Для профилактики и лечения интоксикаций неорганическими соединени-

ями свинца, цинка, ртути и радионуклидами необходимо введение в рацион пектина (из расчета не менее 2 г/сут), так как антидотная активность молока в отношении этих веществ незначительна (табл. 5).

Братан Л. с соавт. (2001) установили, что растительные полифенолы, содержащиеся в соках, влияют на связывание свинца пектинами. Установлено, что независимо от степени его этерификации, все виды исследованного сырья можно условно разделить на три группы: увеличивающие способность пектина связывать свинец, не влияющие на связывающую способность пектина и снижающие ее.

К группе, в которой происходит увеличение связывающей способности пектина, можно отнести соки малиновый, морковный, томатный, из перца и кабачков, а также водные вытяжки травы зверобоя и цветков календулы.

Группу соков, не влияющих на связывающую способность пектина, составляют сливовый, вишневый, персиковый, а также вытяжки дубовой коры и плодов шиповника.

К группе соков, снижающих способность пектина связывать свинец, можно отнести абрикосовый, черносмородинный, облепиховый и тыквенный.

Противоречивые результаты получены для сока черноплодной рябины. Необходимо отметить, что родство свинца к пектину достаточно высоко; это, как правило, нивелирует влияние различных факторов на способность пектина связывать катион  $Pb^{2+}$ , поэтому исходя из полученных данных можно сделать вывод о достаточно сильном влиянии компонентов исследованных систем на процесс образования комплекса пектина и катиона свинца.

Пектин обладает лечебными свойствами и применяется при расстройствах пищеварительного тракта (гастроэнтериты, диарея), уменьшает потерю воды организмом, сокращает время свертывания крови, связывает многие яды, замедляет выделение из организма аскорбиновой кислоты, инсулина, антибиотиков, снижает содержание холестерина в крови, влияет на обмен желчных кислот, обуславливает пролонгированное действие многих лекарственных веществ (Лазарева Е. Б. и соавт., 1995, 1996, 2002; Мазитова О. П. и соавт., 1990).

Свекловичный и ревеневый пектины оказывают не только лечебный, но и профилактический гепатопротекторный эффект, прямо пропорциональный степени этерификации и обратно пропорциональный молекулярной массе пектиновой молекулы (Василенко и др., 1997). Гепатопротекторные свойства пектина важно учитывать при проведении процессов детоксикации.

Пектины улучшают пищеварение, уменьшают процессы гниения в кишечнике и выводят ядовитые продукты обмена, образующиеся в самом организме; способствуют выработке в кишечнике витаминов группы В, особенно

Таблица 5

### Рекомендации по профилактическому использованию пектинов и продуктов, обогащенных пектинами

Ингредиенты отдельных веществ готовых продуктов, обогащенных пектином	Профилактическая доза, г
Пектин (порошок): Яблочный Цитрусовый Низкометоксилированный: Свекловичный Яблочный	6-8 6-8 4-5 4-5
Кисели, муссы (в расчете на пектин)	2 г пектина на 200 – 250 мл жидкости
Кисели «Леовит» с пектином	2г пектина в 200 мл жидкости
Фруктовые и овощные соки, обогащенные пектином: Яблочно-черноплоднорябиновый Яблочно-морковный Сливовый с мякотью	200 мл на 1 прием (не менее 2 г на порцию)
Хлебцы специальные (с добавлением 10 % пектина)	100
Кондитерские изделия: Мармелад «Солнечный» Мармелад «Особый» Мармелад «Лечебный» Мармелад «Виноградный»	50 50 50 50
Консервы мясные с добавлением 1-2 % пектина	100 – 200

$V_{12}$  жизнедеятельности и росту полезных микроорганизмов в кишечнике, выведению излишнего количества холестерина (Пилат Т. Л. с соавт., 2002).

При оценке фармакологических эффектов пектинов необходимо учитывать данные ряда авторов, которые предостерегают от длительного приме-

нения пищевых волокон, способных снизить адсорбцию кальция, железа, цинка и магния, увеличить выведение азота из организма и подавить активность трипсина и химотрипсина (Ванштейн С. Г. с соавт., 1985; Schwartz R et al., 1986). Эти эффекты особенно характерны для отрубей, содержащих фитат, и из-за этого ингибирующих всасывание железа и цинка. Считается, что длительное потребление пищевых волокон может повлиять на баланс витаминов, особенно А, С, Е, глутаминовой кислоты, серина и треонина (Бюел Е. А., 1986). В связи с этим при обогащении диет волокнами рекомендуется дополнительное введение минеральных нутриентов и комплекса витаминов (Hegsted D. M., 1986).

Следует учитывать, что при длительном введении природных энтеросорбентов в организме происходят адаптивные реакции, восстанавливающие исходный уровень микроэлементов (Shah D. G., et al., 1991). Вместе с тем, учитывая разные мнения относительно сроков применения пищевых волокон, следует рекомендовать кроме дополнительного введения в диету необходимых ингредиентов, применять и пищевые волокна курсами в 1–3 недели с перерывами в 2–3 недели, в течение которых баланс минеральных элементов, витаминов и азота быстро восстанавливается.

### **ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИМИ ПРОДУКТАМИ РАБОТНИКОВ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

При вредных условиях труда повышенное введение в организм пектина и пектиносодержащих продуктов является фактором снижения профессиональной заболеваемости. В связи с этим законодательно была предусмотрена его дополнительная выдача рабочим. В 1968 году «Медицинскими указаниями для бесплатной выдачи молока или других равноценных продуктов рабочим и служащим, непосредственно занятым на работах с вредными условиями труда» впервые была введена выдача пектина рабочим при работе со свинцом. Выдача пектина предусматривалась в количестве 8–10 г в виде мармелада или концентрата пектина с чаем.

Пектин в качестве пищевого продукта утвержден главным государственным санитарным врачом СССР 01.06.1979 г. (письмо № 1084–79).

В связи с накоплением значительных научных данных о профилактике свинцовой интоксикации у лиц, контактирующих с неорганическими соединениями свинца, в 1979 г. были внесены изменения в рацион ЛПП № 3, кото-

рые предусматривали дополнительные включения 100 г сухих и свежих фруктов и 160 г овощей с целью повышения поступления важных биологически активных веществ, в том числе и пектина. Кроме этого в «Медицинские показания», утвержденные Минздравом СССР 22.05.1968 г., были внесены следующие изменения:

а) на работах, связанных с воздействием неорганических соединений свинца, рекомендуется выдача кисломолочных продуктов в объеме 0,5 л и пектина в количестве 2 г (вместо 8–10 г) в виде обогащенных им консервированных растительных пищевых продуктов, фруктовых соков, напитков. Обогащенные пектином соки, напитки могут быть заменены натуральными фруктовыми соками с мякотью в количестве 300 г. Необходимая масса пищевых продуктов, фруктовых соков и напитков, обогащенных пектином, рассчитывается, исходя из фактического содержания пектина, указываемого заводом-изготовителем;

б) прием рабочими обогащенных пектином пищевых продуктов, фруктовых соков, напитков, а также натуральных фруктовых соков с мякотью должен быть организован перед началом работы, а кисломолочных продуктов — в течение рабочего дня (Письмо Главного санитарного врача СССР № 123-6/589-19 от 29.05.1979 г.).

Другим путем профилактики интоксикаций, вызванных солями тяжелых металлов, является использование овощей и фруктов — важнейших источников пектиновых веществ. С учетом этого в рационе рабочих, имеющих контакт с тяжелыми металлами, рекомендуется значительную часть углеводов обеспечивать за счет широкого ассортимента овощей и фруктов («Методические рекомендации по организации профилактического питания рабочих, контактирующих с тяжелыми металлами», утв.: Зам. Главного государственного санитарного врача СССР 05.06.1984 г. № 3084-84).

Согласно этим рекомендациям предпочтение следует отдавать капусте белокочанной, моркови, свекле, редьке, редису, картофелю, яблокам и др. Также в «Методических рекомендациях» приводится набор продуктов для профилактических обедов, обеспечивающих необходимый уровень пектина.

Письмом Минздрава СССР от 11.02.1991 г. № 143-5/11-19 «О разрешении заменять пектиносодержащие соки на другие продукты» список разрешенных к применению продуктов с пектином был расширен.

Постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 31.03.2003 г. № 13, работникам, контактирующим с неорганическими соединениями свинца, дополнительно к молоку предусмотрена выдача 2 г пектина в виде обогащенных им консервированных растительных пищевых

продуктов, напитков, желе, джемов, мармеладов, фруктовых и плодовоовощных соков и консервов (фактическое содержание пектина указывается изготовителем). Допускается замена этих продуктов натуральными фруктовыми соками с мякотью в количестве 250–300 г. Выдача обогащенных пектином пищевых продуктов, должна быть организована перед началом работы.

Обязательное ознакомление работников с правилами бесплатной выдачи питания должно быть включено в программу обязательного вводного инструктажа по охране труда.

Организация обеспечения пектинсодержащими продуктами затрудняется отсутствием на многих предприятиях инфраструктуры, необходимой для организации лечебно-профилактического питания. Поэтому работники вредных производств должны обращать внимание на употребление в быту продуктов, обогащенных пектином.

По данным Агентства промышленной информации, в настоящее время в России нет собственного производства пектина.

## **ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИЕ ПРОДУКТЫ, РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ДЛЯ ВЫДАЧИ РАБОТНИКАМ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

В настоящее время в лечебно-профилактическом питании используются продукты, содержащие пектин, и продукты, обогащенные пектином. На различных предприятиях рабочим выдают мармелад, джем, зефир, пектиносодержащие молочные напитки, кисели, фруктовые и плодовоовощные соки с мякотью. Сегодня промышленностью выпускается целая гамма продуктов, обогащенных пектином.

Мармелад «Особый» содержит цитрусовый пектин, яблочный порошок II фракции, обогащенный низкометоксилированным пектином. В 100 г продукта содержится 1,22 г пектинов. Мармелад «Особый» на ксилите содержит 1,3 г пектинов в 100 г продукта, 24 % сорбита и 55 % ксилита. Мармелад «Солнечный» на свекловичном пектине с добавлением порошка из цельных яблок содержит 1,3 г пектинов в 100 г продукта, 55 % сорбита и 24 % ксилита.

Хлеб из пшеничной муки с добавлением 10 % яблочного порошка, обогащенного низкометоксилированным пектином, в одном изделии массой 270 г содержит 3–3,5 г пектина.

Учитывая, что потребность в пектине у рабочих промышленных предприятий составляет 2 г в день, то мармелад неудобен для использования в лечебно-профилактических целях.

Специалистами НИИ «Биотехпереработка» Кубанского государственного аграрного университета разработаны новые виды и технология производства молочных пектиносодержащих продуктов на основе сгущенного молока, пахты и молочной сыворотки. Для производства молочного пектиносодержащего продукта «Пектомол» используют молоко натуральное коровье, сахар и пектин — яблочный или свекловичный. Пектиносодержащий напиток «Пектолин» вырабатывают на основе вторичного молочного сырья: обезжиренного молока или пахты путем сквашивания закваской, состоящей из молочнокислых стрептококков, ацидофильной палочки и кефирной закваски, взятых в определенном соотношении, с введением пектиновых концентратов. На основе осветленной молочной сыворотки и пектиновых концентратов разработаны напиток и десерт «Пектолакт». В качестве основных компонентов напитка «Пектолакт» использованы сахар, яблочный или свекловичный пектиновый концентрат, стабилизатор. Десерт «Пектолакт» имеет более вязкую консистенцию, обусловленную большим содержанием стабилизатора.

В Киевском НИИ труда и профзаболеваний (Романенко А. Е. и др., 1991; Трахтенберг И. М. и др., 1992) предложена технология получения пектин-витаминного препарата из отходов переработки цитрусовых, предназначенного для предотвращения всасывания радионуклидов в ЖКТ и их декорпорации. На основе пектин-витаминного порошка и активированного угля был разработан препарат под названием «Карбофлавит» (Кайшева Н. Ш. и др., 1992).

**Необходимым условием, позволяющим рекомендовать продукт к применению для бесплатной выдачи на вредных производствах, является наличие на этикетке информации о содержании пектина в порции продукта на один прием не менее 2 г, что в настоящее время соблюдается крайне редко.**

На некоторых предприятиях 2 г пектина выдают в виде обогащенных соков. Однако, в последние годы установлено, что многие соки подавляют активность системы биотрансформации и транспортеров ксенобиотиков, что ограничивает возможность их использования в качестве лечебно-профилактических напитков у рабочих с вредными условиями труда. Грейпфрутовый, апельсиновый, мандариновый, гранатовый, клюквенный сок, сок лайма, памелы, брусники ингибируют цитохром P-450 (CYP3A4 и CYP2C9) 1 фазы трансформации ксенобиотиков. Апельсиновый, мандариновый, грейпфрутовый сок подавляют транспортный гликопротеин P, являющийся важнейшим участником процесса метаболизма ксенобиотиков (Кукес с соавт., 2008, Koitabashi Y., 2005; Bachmann T., 2000; Grenier et al. 2006)

ООО «ЛЕОВИТ нутрио» (Москва) разработаны лечебно-профилактические напитки — кисель диетический (лечебный и профилактический) «ЛЕОВИТ»

(«При вредных условиях труда») и компот диетический (лечебный и профилактический) «ЛЕОВИТ» («При вредных условиях труда»). Кисели и компоты «ЛЕОВИТ» разработаны с учетом требований по организации лечебно-профилактического питания на предприятиях при наличии вредных условий труда (постановление Министерства труда и социального развития РФ от 31.03.2003 г. № 14) и обеспечивают уровень витаминизации в соответствии с рационами питания, а также соответствуют категории лечебно-профилактических напитков типа «Vita» рекомендованных для замены молока (в соответствии с постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 31.03.2003 г. № 113). Напитки обладают клинически подтвержденным профилактическим действием по нивелированию неблагоприятного влияния производственных факторов на состояние здоровья рабочих.

Кисели и компоты «ЛЕОВИТ» содержат 2,0 г пектина (яблочного и свеклового) в готовой порции (1 стакан) и большой набор других биологически активных веществ (флавоноидов, фитостероидов, терпеноидов, органических кислот, пищевых волокон и др.), обладают антиоксидантным и детоксикационным действием. Для обеспечения суточной рекомендуемой нормы пектина достаточно одного стакана киселя или компота (табл. 6).

Благодаря своему составу кисели и компоты «ЛЕОВИТ» оказывают благотворное влияние на функциональную активность различных систем организма. В частности, повышают активность адаптивных и защитных систем организма, в том числе иммунной системы; повышают детоксикационные способности организма, препятствуя всасыванию чужеродных и токсичных для организма веществ. Кисели и компоты «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» повышают активность адаптивных и защитных систем организма, в том числе иммунной системы; повышают детоксикационные свойства организма, препятствуя всасыванию чужеродных и токсичных для организма веществ, благоприятно воздействуют на функции печени, почек, органов кроветворения (Тарасова Л. А с соавт., 2005). При его применении рабочие отмечают улучшение общего самочувствия: повышение физической активности, снижение тревожности, улучшение настроения.

Лечебно-профилактические напитки—диетические кисели и компоты «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» обладают клинически подтвержденным и профилактическим действием, направленным на нивелирование неблагоприятного влияния производственных факторов на состояние здоровья рабочих, свойствами протектора токсикокинетической направленности. Установлено, что их компоненты препятствуют первичному всасыванию металлов из кишечника, повышают устойчивость к повреждающему дей-

Таблица 6

**Состав и область применения диетических киселей и компотов «ЛЕОВИТ»  
«При вредных условиях труда»**

Наименование продукта	Состав	Область применения	Условия применения
<b>Кисель и компот при вредных условиях труда (рационы 1, 3)</b>	Барбарис, сок сельдерея, чай зеленый лист лавра, корица, овес, свекла, яблоки, витамин С, кислота лимонная	Предназначен для использования как элемента диетотерапии при вредных условиях труда в составе рационов № 1, 3	Работа с радиоактивными веществами, с соединениями свинца, олова, меди, производство лаков и красок
<b>Кисель и компот при вредных условиях труда (рацион 2)</b>	Барбарис, сок сельдерея, чай зеленый лист лавра, корица, овес, свекла, яблоки, витамин С, А, РР, кислота лимонная	Предназначен для использования как элемента диетотерапии при вредных условиях труда, в составе рационов № 2	Производство хлора, хлор-, фтор-, хром-, талий-содержащих веществ, цианидов, органических веществ, в том числе удобрений, оргстекла и т.п.
<b>Кисель и компот при вредных условиях труда (рацион 4, 5)</b>	Барбарис, сок сельдерея, чай зеленый лист лавра, корица, овес, свекла, яблоки, витамин С, В1, кислота лимонная	Предназначен для использования как элемента диетотерапии при вредных условиях труда, в составе рационов № 4, 5.	Производство ртути-, фосфор-, мышьяк-, селен-, ванадийсодержащих соединений, горные работы, производство органических продуктов, в том числе пластика, ядохимикатов, удобрений, ионообменных смол и т.д.
<b>Кисель «С пектином при вредных условиях труда»</b>	Барбарис, сок сельдерея, чай зеленый лист лавра, корица, овес, свекла, яблоки, кислота лимонная, пектин	Предназначен для использования как элемент диетотерапии при вредных условиях труда	Производство хром-, марганец-, барий-, бромосодержащих соединений, сероуглерода, органических соединений, в том числе этиловой жидкости, химического волокна, синтетического каучука и т.д.

ствию металлов на клетки и органы, контролирующие процессы их элиминации (Измеров Н. Ф. с соавт, 2005).

У лиц, контактирующих в процессе работы с токсичными металлами (медь, кобальт, свинец, никель и др.), отмечено значительное снижение их содержания в биологических средах (кровь, моча), что свидетельствует о детокси-

кационном действии применяемых лечебно-профилактических киселей. На фоне применения киселей «ЛЕОВИТ» выявлена оптимизация субъективных и объективных показателей здоровья работающих: повышение физической активности; увеличение уровней работоспособности; снижение тревожности; уменьшение утомляемости; урежение расстройств сна и др., что свидетельствует о выраженном их общеукрепляющем действии.

При комплексном клинико-лабораторном обследовании работающих выявлена положительная динамика в состоянии метаболических процессов, отмечена нормализация показателей, характеризующих функциональное состояние печени. Установлено благоприятное действие киселей на иммунный и антиоксидантный статус. У больных профессиональными заболеваниями органов дыхания отмечено уменьшение выраженных биохимических изменений, характеризующих воспалительную реакцию (уменьшение активности эластазы, снижение уровня гамма-глобулина, альфа-1 и альфа-2 глобулинов).

Кисели и компоты «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» могут также использоваться в качестве замены молока на предприятиях. При этом упрощается процесс транспортировки, хранения, выдачи продукта рабочим и исключается его использование не по назначению. Кисели и компоты «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» изготавливаются из натурального экологически чистого сырья без добавления синтетических наполнителей-стабилизаторов, красителей, усилителей вкуса и запаха. Компоты и кисели «ЛЕОВИТ» имеют натуральный естественный вкус за счет щадящей обработки продуктов, входящих в их состав. Кисели «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» изготавливаются на овсяной основе, что значительно повышает их протекторное действие, в том числе на слизистую желудка. Их не надо варить, это продукты мгновенного приготовления.

Кисели и компоты «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» могут использоваться в составе рационов лечебно-профилактического питания, разработанных Институтом питания АМН. В этом случае рекомендуется использовать кисели соответствующих номеров (№№ 1, 3; 2; 4, 5).

Рекомендуется использование киселей «ЛЕОВИТ» как продуктов для самостоятельной витаминизации отдельных категорий работающих в соответствии с «Перечнем производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в связи с особо вредными условиями труда, рационов лечебно-профилактического питания, норм бесплатной выдачи витаминных препаратов и правил бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания», дающим право на дополнительную витаминизацию.

Быстрорастворимые кисели «ЛЕОВИТ» позволяют проводить полноценные лечебно-профилактические мероприятия не только на крупных предприятиях, но и на отдельных или небольших предприятиях мелкого и среднего бизнеса. Клиническая эффективность доказана на горнодобывающих, металлургических, нефтедобывающих, нефтеперерабатывающих, машиностроительных предприятиях, предприятиях по добыче удобрений, переработке каучуков и др. (Тарасова Л. А с соавт., 2006; Истомин А. В с соавт., 2006; Ерениев С. И. с соавт., 2006).

Кисели «ЛЕОВИТ» включены в Профилактический рацион питания ЦПУ МО РФ; рекомендованы Методическим пособием «Коррекция лечебного питания обогащенными продуктами и биологическими добавками к пище в санаторно-курортных учреждениях Минобороны России», утверждены ГВМУ МО РФ в 2003 г, решением III Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье» в г. Москве 12–14.10.2004 г., рекомендованы к применению такими организациями, как СУАЛ холдинг, ОАО ГАЗПРОМ, ОАО РЖД и др.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Применение полифункциональных продуктов играет существенную роль в нивелировании негативного влияния факторов окружающей среды и производственных вредностей. Введение в рацион натуральных продуктов, обогащенных пектином, позволяет решить одновременно несколько задач: замена молока, дополнительная витаминизация и повышение детоксикационных способностей организма. Необходимость введения пектина в рацион работающих с соединениями свинца и радионуклидами закреплена законодательно.

При работе с неорганическими соединениями свинца с 1968 г. стали выдавать пектин, а вместо молока — кисломолочные продукты. В последующем пектин стали рекомендовать к выдаче в составе натуральных пектинообразующих продуктов или продуктов, обогащенных пектином. К применению на вредном производстве рекомендуются только те продукты, содержание пектина в которых указывается и является достаточным, чтобы обеспечить разовое поступление не менее 2 г.

К сожалению, производство пектина в нашей стране приостановлено и его большей частью завозят из-за рубежа. В некоторых случаях имеют место попытки заменить пектин на альгинаты, однако адекватное количество для замены законодательно не установлено.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова Д. М. Пищевые волокна в рациональном питании человека: Сб., научн. тр., М., 1989; 90–93.
2. Ашубаева З. Д. Химические реакции пектиновых веществ. г. Фрунзе, «Илим», 1989, 185 с.
3. Бейюл Е. А., Горунова Н. Н. Значение пищевых волокон в питании. Клин. мед., 1987, 2, с. 123–127.
4. Бочкарев М. В., Василяки А. Ф., Ботнарь В. П. Применение пектинодержавщих продуктов питания для профилактики хронических отравлений органическими и неорганическими солями тяжелых металлов. Материалы II всесоюзного симпозиума по клинике, диагностики и лечению заболеваний., К., 1977, с. 63–64.
5. Братан Л., Краскова И., Даналаки А. Исследование связывания свинца пектинами различных типов в присутствии растительных полифенолов. Хранение и переработка сельхоз. сырья, 2001, 1, с. 27–29.
6. Булдаков А. С. Пищевые добавки. Справочник. СПб., 1996, 240 с.
7. Ванштейн С. Г., Масик А. М., Пищевые волокна в профилактической и лечебной медицине. М.: ВНИИМИ, 1985. Вып. 3, сер. Терапия, с. 1–81.
8. Василенко Ю. Ж., Москаленко С. В., Кайшева Н. Ш. и др. Получение и изучение физико-химических и гепатопротекторных свойств пектиновых веществ. Хим. –фарм. журн., 1997.
9. Диетология. Руководство (под ред. А. Ю. Барановского). СПб: «Питер», 2006, 960 с.
10. Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов. М., 2000., 256 с.
11. Дудкин М. С., Щелкунов И. Ф., Денисюк Н. А. с соавт. Пищевые волокна — радиопротекторы. Вопросы питания 1997, 2, с. 12–14; 6, с. 28–29.
12. Дудкин М. С., Щелкунов Л.Ф. Пищевые волокна — новый раздел химии и технологии пищи. Вопр. питания. 1998, 3, с. 36–38.
13. Дудкин М. С., Щелкунов Л. Ф. Об использовании термина «пищевые волокна» и их классификации. Вопр. питания. 1997, 3, с. 42–43.
14. Ерниев С. И. Захарова С. В. Применение диетических и профилактических киселей «ЛЕОВИТ» у рабочих машиностроения при воздействии шумо-вибрационного фактора и промышленного аэрозоля. Пособие для врачей. М., 2006, 25 с.
15. Измеров Н. Ф., Тарасова Л. А., Кузьмина Л. П. и др. Методическое пособие врачей по применению лечебно-профилактических напитков — диетических киселей «ЛЕОВИТ» у больных профессиональными заболеваниями

органов дыхания и у работающих в контакте с соединениями тяжелых металлов. Москва, ГУ НИИ медицины труда РАМН. 2005. — 19 с.

16. Истомин А. В., Никанов А. Н. Медико-биологическая оценка применения диетических, лечебных и профилактических киселей «ЛЕОВИТ» «При вредных условиях труда» у работающих во вредных условиях труда. Пособие для врачей, М., 2006, 10 с.

17. Истомин А. В., Чижов С. С. Экология и гигиена профилактического питания. М., Вера плюс, 2000, 97 с.

18. Кайшева Н. Ш., Компанцев В. А., Щербак С. Н., Крикова Н. И. Фармация 1992; 2, с. 45–49.

19. Карпович Н. С., Донченко Л. В., Нелина В. В. Пектин. Производство и применение. К.: Урожай, 1989, 88 с.

20. Качалай Д. П. и др. Методические указания по использованию в лечебно-профилактических целях пектинов и пектиносодержащих продуктов. № 5049–89; МЗ СССР; Разраб. НИИ микробиол. и вирусол. АН УССР, Киев, 1990; с. 14.

21. Кашинцев П. А., Залевский В. И., Мазанчук В. П., Перевязка А. В. Пищевые волокна в рациональном питании человека. М., 1989; 155–160.

22. Кочеткова А. А. Некоторые аспекты применения пектина. Пищевая промышленность, 1992, 7.

23. Кочеткова А. А., Колесное А. Ю. Научно-техническое сотрудничество в области производства и использования пектина. Пищевая промышленность, № 6; 1992.

24. Кукес В. Г., Грачев С. В., Сычев Д. с соавт. Метаболизм лекарственных средств. Научные основы персонализированной медицины: руководство для врачей. М., 2008, с. 304.

25. Лазарева Е. Б., Попова Т. С., Шрамко Л. У. и др. Дисбактериозы и зубиотики: Всерос. науч-практ. конф., 1996; 23 с.

26. Лазарева Е. Б., Шрамко Л. У., Донская Е. В., Меньшиков Д. Д. Рос. журнал гастроэнтерологии, 1995, 3, с. 133–134.

27. Лазарева Е. Б., Смирнов С. В., Хватов В. Б., Спиридонова Т. Г., Биткова Е. Е., Шрамко Л. У., Меньшиков Д. Д. Пероральное применение пектинов для профилактики и лечения гнойно-септических осложнений у ожоговых больных. Антибиотики и химиотерапия, 2002, 4, с. 16–19.

28. Лазарева Е. Б., Меньшиков Д. Д. Опыт и перспективы использования пектинов в лечебной практике. Антибиотики и химиотерапия 1999; 2, с. 37–40.

29. Лившиц О. Д., Меньшикова Л. А. Вопросы питания 1991, 5, с. 71–72.

30. Лившиц О. Д. Профилактическая роль местных пектиносодержащих пищевых продуктов при свинцовых интоксикациях. Вопросы питания, 1969, 4, с. 76–77.

31. Мазитова О. П., Фиш Н. Г., Кулинич Л. И. Биотехнология— медицине и народному хозяйству, Сб. науч. тр., М., 1990; с. 107–110.
32. Мак-Креди Р. М. Пектин и пектовая кислота. В кн.: Методы химии углеводов. Пер. с англ., М., Мир, 1967, с. 375–377.
33. Мартинчик А. Н., Маев И. В., Янушевич О. О. Общая нутрициология., М., Медпресс-информ, 2005, 392 с.
34. Меньшиков Д. Д., Лазарева Е. Б., Попова Т. С. и др. Антибиотики и химиотерапия 1997,12, с. 10–15.
35. Пилат Т. Л., Иванов А. А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение), М., 2002, 710 с.
36. Погожева А. В. Пищевые волокна в лечебно-профилактическом питании. Вопросы питания, 1998, 1, с. 39–42.
37. Романенко А. Е., Деревяго И. Б., Литенко В. А., Ободович А. Н. Гигиена труда 1991, 12, с. 8–10.
38. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора МЗ России, 2004, 240 с.
39. Соболев М. Б., Хацкель С. Б., Мурадов А. Ю. Энтеросорбция некрахмальными полисахаридами, как метод лечения детей с меркуриализмом., Вопр. питания. 1999, т. 68, 1, с. 28–30.
40. Тарасова Л. А., Кузьмина Л. П. Применение лечебно-профилактических напитков — диетических киселей и компотов «ЛЕОВИТ» при вредных и особо вредных условиях труда., Методические рекомендации, М., ГУ НИИ медицины труда РАМН, 2005, 64 с.
41. Тарасова Л. А., Кузьмина Л. П., Пилат Т. Л. Положение по оздоровлению работников металлургических предприятий, с учетом риска развития нарушений здоровья в зависимости от условий труда и профессиональных вредностей на примере ООО «ЕвразХолдинг» (Учебно-методическое пособие для врачей). М., 2006, 35 с.
42. Трахтенберг И. М., Литенко В. А., Деревяго И. Б. и др. Врачебное дело 1992; 5, с. 29–33.
43. Фоке Г. Ф., Асмуссен Р, Фишер К., Эндресс Х. У. Затраты и рентабельность переработки яблочных выжимок. Пищевая промышленность, 1992, 7.
44. Хотимченко М. Ю. Влияние длительного применения полисорбовита на уровень микроэлементов в крови крыс. Вестник РГМУ, 2000, 2, 189 с.
45. Хотимченко Ю. С., Одинцова Н. В., Ковалев В. В. Полисорбовит. Томск, 2001, 132 с.
47. Чаяло П. П., Береза В. Я., Яцула Г. С. и др. Радиобиология 1992, 2, с. 211–217.

48. Черно Н. К., Дудник М. С., Липовецкая С. П. и др. Пищевые волокна в рациональном питании человека: Сб. науч. тр., М, 1989, 12.

49. Arakawa S., Ito M., Okumura M. et al. Enhancing effect of carageenan on the induction of rat colonic tumors by 1,2-dimethylhydrazine and its relation to  $\beta$ -glucuronidase activities in feces and other tissue. *J. Nutr. Sci., Vitaminol (Tokyo)*.1986, Vol. 32, 5, p. 481–485.

50. Asp N. G. Dietary fibre analysis—an overview. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1995, Vol. 49, 3 (Suppl.), p. S42–S47.

51. Barbolt T. A., Abraham R. The effect of bran on dimethylhydrazine-induced colon carcinogenesis in the rat, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1978, Vol. 157, 4, p. 656–659.

52. Barbolt T.A., Abraham R. Dose-response, sex difference, and the effect of bran in dimethylhydrazine-induced intestinal tumorigenesis in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 1980, Vol. 55, 3, p. 417–422.

53. Choi Y., Cho S. H., Kim N. Z., Lee H. J. Effects of soluble fibers on lipid metabolism and activities of intestinal disaccharidases in rats. *L. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*, 1998. Vol. 44, 5. p. 591–600.

54. Cummings J. H., Southgate D. A. T., Branch W. J. et. al., The digestion of pectin in the human gut and its effect on calcium absorption and large bowel function. *Br. J. Nutr.* 1979, 41, c. 477–485.

55. Dietary fiber in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1978, 31, p. 927-930.

56. Dongowski G. Influence of pectin structure on the interaction with bile acids under in vitro conditions, *Z. Lebensm. Unters Forsch.*, 1995. Bb. 201, 4, p. 390-398.

57. Englyst H. M., Hudson G. J. The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chem.*, 1996. Vol. 57, 1, p. 15–21.

58. Freeman H. J., Spiller G. A., Kim Y. S. A double-blind study on the effect of purified cellulose dietary fiber on 1,2-dimethylhydrazine-induced rat colonic neoplasia. *Cancer Res.*, 1978. Vol. 38, 9. p. 2912–2917.

59. Freeman H. J., Spiller G. A., Kim Y. S. A double-blind study on the effect of different purified cellulose and pectin fiber on 1,2-dimethylhydrazine-induced rat colonic neoplasia. *Cancer Res.*, 1980, Vol. 40, 8, p. 2661–2665.

60. Freudenheim J. L., Graham S., Marshall J. R. et al. A case control study of diet and rectal cancer in western New York // *Am. J. Epidemiol.*, 1990, Vol. 131, 4, p. 612–624.

61. Glauert W. P., Bennick M. R., Sander C. N. Enhancement of 1,2-dimethylhydrazine-induced colon carcinogenesis in mice by dietary agar // *Food Cosmet. Toxicol.*, 1981, Vol. 19, 3, p. 281–286.

62. Gray T. and Gest H., Biological formation of molecular hydrogen. *Science*, 1965, 14, p. 186–187.

63. Harris P. J., Ferguson L. R. Dietary fibers may protect or enhance carcinogenesis. *Mutat. Res.* 1999, Vol. 443, 1–2, p. 95–110.

64. Hegsted D. M. Dietary standarts—guidelines for prevention of deficiency or prescription for total health. *J. Nutr.*, 1986, Vol. 116, 3, p. 478–481.

65. Heitman D. W., Ord V. A., Hunter K. E., Cameron I. L. Effect of dietary cellulose on cell proliferation and progression of 1,2-dimethylhydrazine-induced colon carcinogenesis in rat. *Cancer Res.*, 1989, Vol. 49, 20, p. 5581–5585.

66. Hensel A., Meier K. Pectins and xyloglucans exhibit antimutagenic activities against nitroaromatic compounds. *Planta Med.*, 1999, Vol. 65, 5, p. 395–399.

67. Higashimoto M., Yamato H., Kinouchi T. et al., Inhibitory effects of citrus fruits on the mutagenicity of 1-methyl-1,2,3,4-tetrahydro-beta-carboline-3-carboxylic acid treated with nitrite in the presence of ethanol. *Mutat. Res.*, 1998, Vol. 415, 3, p. 219–226.

68. Holloway W. D., Tasman-Jones C., and Lee S. P., Digestion of certain fractions of dietary fiber in human. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1978, 31, p. 927–930.

69. Howe G. R., Benito E., Castelleto R. et al. Dietary intake of fiber and decreased risk of cancers of the colon and rectum. Evidence from the combined analysis of 13 case-control studies. *J. Natl. Cancer Inst.*, 1992., Vol. 84, 24, p. 1887–1896.

70. Ikegami S., Tsuchihashi F., Harada H. et al. Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic biliary secretion and digestive organs in rats. *J. Nutr.* 1990, Vol. 120, 4, p. 353–360.

71. Jacobs L. R., Lupton J. R. Relationship between colonic luminal pH, cell proliferation, and colon carcinogenesis in 1,2-dimethylhydrazine-treated rats fed high fiber diets // *Cancer Res.* 1986, Vol. 46, 4, p. 1727–1734.

72. Jenkins D. J. A., Wolever T. M. S., Leeds A. R., et al. Dietary fibres, fibre analogues and glucose tolerance: importance of viscosity. *Br. Med.*, 1978, J. 1, p. 1392–1394.

73. Kay R. M. Dietary fiber. *J. Lipid. Res.*, 1982, Vol. 23, p. 221–242.

74. Kritchevsky D. Fiber, lipid, and atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.* 1978.

75. Lim B. O., Yamada K., Nonaka M. et al. Dietary fibers modulate indices of intestinal immune function in rats // *J. Nutr.* 1998, Vol. 127, 5, p. 663–667.

76. MacDonald N. S., Eznurlian F., Spain P., et al., Agents diminishing skeletal accumulation of lead. *Arch. Indust. Hyg. Occup. Med.*, 1953, Vol. 7; 3. p. 217–220.

77. Mertens D. R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Federation Proc.*, 1977, 36, p. 187–192.

78. Mokady S. Effect of dietary pectin and algin on blood cholesterol level in growing rats fed a cholesterol-free diet. *Nutr. Metabol.*, 1973, Vol. 15, 4–5, p. 290–294.

79. Murray M. T. Encyclopedia of nutritional supplements. CA Prima Publishing, 1996, p. 564.

80. Nottingham P. M., and Hungate R. E., Isolation of methanogenic bacteria from feces of man., *J. Bacteriol.*, 1968, 92, p. 2178–2181.

81. Perman, J. A., Modler S., and Olson A. C. Role of pH in production of hydrogen from carbohydrates by colonic bacterial flora. *J. Clin. Invest.*, 1980, 67, p. 643–650.

82. Plaami S. P. Content of dietary fiber in foods and its physiological effects. *Food Rev. Int.*, 1997, Vol. 13, 1, p. 29–76.

83. Popov S. V., Popova G. Y., Ovodova R.G. et al. Effects of polysaccharides from *Silene vulgaris* on phagocytes. *Int. J. Immunopharmacol.*, 1999, Vol. 21, 9, p. 617–624.

84. Prins R. A. Biochemical activities of gut microorganisms. In *Microbiology of the Gut*. R. T. Clarke and T. Bauchop, editors., Academic Press, New York., 1977.

85. Rao C. V., Chou D., Simi B. et al. Prevention of colonic aberrant crypt foci and modulation of large bowel microbial activity by dietary coffee fiber, inulin and pectin. *Carcinogenesis*.

86. Reddy B. S., Engl A., Simi B., Goldman M. Effect of calcium and pH on the mucosal damage produced by deoxycholic acid in the rat colon. *Gut.*, 1986, Vol. 27, 11. p. 1320–1329.

87. Salman H, Bergman M, Djaldetti M. et al., Citrus pectin affects cytokine production by human peripheral blood mononuclear cells. *Biomed Pharmacother.*, 2008, Aug 8, (Epub ahead of print).

88. Schwartz R., Apgar B., Wien E. Apparent absorption and retention of Ca, Cu, Mg, Mn and Zn from a diet containing bran., *Amer. J. Clin. Nutr.*, 1986, Vol. 43, 3, p. 444–455.

89. Shah D. G., Malcolm S., Belonje B. et al. Effect of dietary cereal brans on the metabolism of trace elements in a long-term rat study. *Cereal Chem.*, 1991, Vol. 68, № 2, p. 190–194.

90. Southgate D. A. T., Branch W. J., Hill M. J. et al. Metabolic responses to dietary supplements of bran. *Metabolism*. 1976, 25: 1129–1135.

91. Southgate D. A. T. and Durnin J. V. G. A., Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of energy value of human diets. *Br. J. Nutr.*, 1970, 24, p. 517–535.

92. Sudheesh S, Vijayalakshmi N. R. Role of pectin from cucumber (*Cucumis sativus*) in modulation of protein kinase C activity and regulation of glycogen metabolism in rats. *Indian J. Biochem. Biophys.*, 2007, Jun, 44(3), p. 183–185.

93. Ta C. A., Zee J. A., Desrosiers T. et al. Binding capacity of various fibre to

pesticide residues under simulated gastrointestinal conditions. *Food Chem. Toxicol.*, 1999, Vol. 37, 12, p. 1147–1151

94. Tamura M., Suzuki H. Effects of pectin on jejunal and ileal morphology and ultrastructure in adult mice. *Ann. Nutr. Metab.*, 1997, Vol. 41, 4, p. 255–259.

95. Taper H. S., Roberfroid M. Influence of inulin and oligofructose on breast cancer and tumor growth., *J. Nutr.*, 1999, Vol. 129, 7, (Suppl.). p. 1488S–1491S.

96. Terpstra A. H., Lapre J. A., de Vries H. T., et al., Dietary pectin with high viscosity lowers plasma and liver cholesterol concentration and plasma cholesterol ester transfer protein activity in hamsters. *J. Nutr.*, 1998, Vol. 128, 11, p. 1944–1949.

97. 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, Vol. 82, 8, p. 650–661.

98. Trudel J. L., Brown R. A., Senterman M. K. The fat/fiber antagonism in experimental colon carcinogenesis. *Surgery*, 1983, Vol. 94, 4, p. 118–123.

99. Walter R. H. et al. *The Chemistry and Technology of Pectin*. Academic Press Inc., Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1991.

100. Watanabe K., Reddy B. S., Wong C. Q., Weisburger J. H. Effect of dietary undegraded caryophyllin on colon carcinogenesis in F344 rats treated with azoxymethane or methylnitrosourea. *Cancer Inst.* 1978, Vol 38, 12, p. 4427–4430.

101. Weiss H. O. Niederveresterte Pektine: Eigenschaften, Neuentwicklungen, Anwendungen. *Die Industrielle Obst- und Gemüseverarbeitung*, 9; 1979.

102. Wilson R. B., Hutcheson D. P., Wideman L. rats fed diets containing beef fat or Dimethylhydrazine-induced colontumors in rats fed diets containing beef fat or corn oil with and without wheat bran. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1977, Vol. 30, 2, p. 176–181.

103. Yamaguchi F., Uchida S., Watabe S. et al. Relationship between molecular weights of pectin and hypocholesterolemic effects in rats. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 1995, Vol. 59, 11, p. 2130–2131.

104. Yu B., Tsai C. C., Hsu J. C., Chiou P. W. Effect of different sources of fibre on growth performance, intestinal morphology and ceecal carbohydrases of domestic geese. *Br. Poult. Sci.*, 1998, Vol. 39, 4, p. 560–567.



Научное издание

**Истомин А. В.**  
Пилат Т. Л.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПЕКТИНА И ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ  
В ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ ПИТАНИИ

**ПОСОБИЕ ДЛЯ ВРАЧЕЙ**

Подписано в печать 23.03.09. Формат .  
Усл. печ. л. . Тираж 5000 экз. Заказ № .

© Истомин А. В., 2009  
© Пилат Т. Л., 2009