

Изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к способам получения пищевых волокон (ПВ).

Заявляемое изобретение может быть использовано при получении диетических, фармацевтических препаратов, используемых в лечебном и профилактическом питании.

Пищевые волокна представляют собой комплекс полисахаридов растительных клеточных стенок (целлюлозы, гемицеллюлоз, пектина) с лигнином, неферментируемый энзимами пищеварительного тракта человека, и являются важнейшим нутриентом, обеспечивающим сохранение здоровья и профилактики многих заболеваний человека, прежде всего, так называемых болезней цивилизации.

Наиболее ценными компонентами пищевых волокон являются гелеформирующие полисахариды (гемицеллюлозы и пектин) и лигнин.

В настоящее время нашли применение гемицеллюлозы, используемые для улучшения технологических и органолептических свойств пищевых продуктов и снижения их калорийности. Их введение позволяет изменять качество пищи в различных направлениях.

Пищевые волокна являются тем продуктом, в котором сочетаются все указанные компоненты, соотношение которых зависит от вида сырья и технологии его обработки. Комплексная природа пищевых волокон обуславливает мультиплетный и мягкий характер их действия, позволяющий использовать пищевые волокна в целях профилактики различных заболеваний.

Известны различные способы получения пищевых волокон из продуктов переработки зерновых культур, в основном, отрубей. Известны способы, основанные на обработке сырья неорганическими кислотами, щелочами, водяным паром, ферментами.

Продукт, получаемый в результате осуществления известных способов, либо содержит значительное количество крахмала - биополимера антагониста пищевых волокон, что влияет на сорбционные свойства последних: либо в получаемом продукте отсутствуют ценные компоненты пищевых волокон, такие, как гемицеллюлозы, пектин, лигнин, что так же ухудшает функциональные свойства получаемого продукта.

Так, известен способ получения пищевых волокон из отрубей, включающий обработку исходного сырья концентрированной серной кислотой или гидроксидом натрия или ферментами при нагревании в течение 3-4 часов. После такой обработки реакционную массу охлаждают и подвергают фильтрованию. Выделенную твердую фазу промывают водой до pH 4,0-7,0 и высушивают при температуре 70°C. В результате осуществления этого способа выход целевого продукта составляет 15-20%, что является следствием глубокой деструкции компонентов пищевых волокон в указанных условиях [Патент Великобритании №1570513, кл. A 23 L 1/30].

Значительное количество пищевых волокон содержится в нетрадиционных для пищевой промышленности видах одревесневшего растительного сырья: лиственной и хвойной древесине, тростнике, травах. Использование для получения пищевых волокон нетрадиционных видов растительного сырья было бы перспективно в связи с колоссальными ежегодно возобновляющимися за счет фотосинтеза запасами. Известно, что в растениях ежегодно образуется до 50-100 млрд. тонн целлюлозы и эквивалентное ей количество гемицеллюлоз и лигнина. Однако, технология переработки нетрадиционного для пищевой промышленности растительного сырья с получением пригодных для употребления человека пищевых волокон до настоящего времени не была разработана.

Так, применение указанных известных способов к кормовым травам нецелесообразно, т.к. последние практически не содержат крахмала и в процессе обработки, в соответствии с известными способами, исходное сырье теряет значительную часть гемицеллюлоз (до 20 мас.%) и пектина (до 40 мас.%) -основных компонентов пищевых волокон.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является способ выделения пищевых волокон из люцерны [Авт.св. СССР № 1300031, кл. C 13 K 1/02, A 21 D 2/00].

Способ предусматривает обработку люцерны водным раствором кислоты, последующее отделение жидкой фазы и сушку ее. Люцерну перед обработкой высушивают и измельчают, а для обработки используют раствор надуксусной кислоты концентрацией от 3 до 5%. при этом обработку ведут при комнатной температуре и гидромодуле от 5 до 10 в течение 18-24 часов.

Недостатком описанного способа является длительность процесса обработки сырья, использование надуксусной кислоты, которая является сильным деструктирующим агентом, разрушающим лигноуглеводные связи и приводящим, как правило, к выделению холоцеллюлозы. Кроме того, надуксусная кислота легко разлагается с образованием летучих продуктов распада, обладающих резким запахом и ухудшающих экологическую обстановку. К недостаткам прототипа следует отнести так же выбранные критерии качества целевого продукта: суммарное содержание биополимеров и органолептические показатели, которые не определяют физиологического действия продукта.

В основу настоящего изобретения положена задача создать способ получения пищевых волокон, позволяющий получить из трав пищевые волокна, обладающие антидиабетическими свойствами и высокой сорбционной способностью.

Указанная задача решается тем, что в способе получения пищевых волокон из трав, включающем обработку измельченного растительного сырья водным раствором кислоты, последующее отделение жидкой фазы, промывку оставшейся твердой фазы водой и сушку.

Согласно изобретению, обработку сырья осуществляют водным раствором азотной кислоты с концентрацией 0,25-0,5%, при гидромодуле 8-10 в течение 45-60 минут и температуре 98-100°C. Полученный продукт сушат при температуре 60-70°C и измельчают до порошкообразного состояния.

При выборе условий выделения пищевых волокон было установлено, что наиболее значимыми параметрами являются: концентрация кислоты, гидромодуль M, время обработки. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Пищевые волокна, получаемые по заявляемому способу, представляют собой порошки серо-зеленого цвета с размером частиц 0,25-0,5 мм. Санитарно-микробиологические исследования показали, что они

отвечают требованиям. [Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов, 1990].

Продукт, выделенный азотной кислотой, содержит не менее 70% ПВ. В том числе, 3,0-8,0% пектиновых веществ, 19,0-32,0% гемицеллюлоз, 28,0-34,0% целлюлозы, 15,0-17,0% лигнина. Кроме того, продукт содержит 14,0-24,0% протеина, 9,0-10,0% экстрактивных веществ,

Сорбция ионов свинца  $Pb^{2+}$  составляет не менее 8,3 мг/г, холевых кислот - не менее 10,6 мг/г.

Химический состав полученных пищевых волокон может быть определен химическими методами, основанными на гидролизе этого продукта.

Исследование антидиабетических свойств, а так же влияния препаратов из галеги лекарственной, люцерны, клевера, выделенных азотной кислотой, на обмен холестерина и желчных кислот проводились на крысах линии Вистар. Препараты ПВ включали в рацион крыс в количестве 5% к рациону (3 г в сутки на животное).

Антидиабетический эффект изучали на крысах с сахарным диабетом, индуцированным аллоксаном.

Критерием антидиабетической активности пищевых волокон служило содержание глюкозы в крови у крыс с аллоксановым диабетом при проведении глюкозотолерантного теста (ГТТ), который проводился после принятия 5 мг глюкозы на 1 г массы тела крысы.

Контролировался так же базальный уровень сыворотки крови у всех групп крыс: контрольной на обычном рационе, контрольных на рационах с введением пищевых волокон трав, контрольной с аллоксановым диабетом на обычном рационе, с аллоксановым диабетом на рационах с введением пищевых волокон люцерны, галеги, клевера.

Уже при визуальном наблюдении при введении начальной дозы аллоксана видно значительное различие переносимости аллоксана различными группами животных, поскольку до введения препарата проводилось профилактическое кормление животных пищевыми волокнами. У животных на обычном рационе через 7-10 минут после внутрибрюшинного введения аллоксана отмечались явные признаки интоксикации: исчезала подвижность, животные находились в состоянии, близком к параличу, коматозное состояние вызывало расслабление гладкой мускулатуры сфинктера, приведшее к выбросу мочи и фекалий. У животных на рационе с ПВ люцерны, клевера и галеги токсический эффект был слабее - он проявился только через 15-20 минут после введения аллоксана; у животных на рационе с введением ПВК и ПВЛ произошло незначительное расслабление сфинктера, однако, потери подвижности не было, а у животных на рационе с введением ПВГ наблюдалось примерно 30-ти секундное уменьшение подвижности, а через 30-60 секунд животные вновь стали довольно подвижными, в их передвижении по клетке при визуальном наблюдении отклонений не наблюдалось.

Как видно из данных табл.2, пищевые волокна проявляют выраженные антидиабетические свойства у крыс с индуцированным аллоксаном сахарным диабетом.

В контрольной группе уровень глюкозы в сыворотке крови был выше, чем в группе на рационе с введением ПВЛ в 2 раза, а на рационе с ПВГ - в 2,2 раза (табл. 3).

Полученные данные свидетельствуют, что у крыс, подвергшихся воздействию аллоксана и ПВЛ, и особенно, ПВГ, базальный уровень глюкозы был близок к показателям у контрольной группы животных, у которых диабет не индуцирован. Таким образом, ПВЛ и ПВГ повышают резистентность крыс к действию аллоксана. В случае ПВК эффект выражен слабее.

Через две недели после начала опытов у животных контрольной группы на обычном рационе после введения поддерживающей дозы аллоксана в количестве 0,10 мг/г массы тела развился тяжелый диабет со средним уровнем глюкозы в крови более 18 ммоль/л.

У крыс, находившихся на рационе с ПВ в аналогичных условиях (т.е. после введения поддерживающей дозы аллоксана) средний уровень глюкозы в сыворотке крови был: на рационе с введением ПВК -  $16,0 \pm 1,0$  ммоль/л, на рационе с введением ПВГ после введения аллоксана -  $9,0 \pm 0,5$  ммоль/л.

Через неделю после введения аллоксана гликемия у животных на рационе с введением ПВЛ и ПВГ уменьшилась и составила  $8,0 \pm 0,5$  ммоль/л и  $7,2 \pm 0,5$  ммоль/л соответственно.

У животных контрольной группы с аллоксановым диабетом гипергликемия стремительно нарастала и через 3 недели после начала эксперимента 50% контрольной группы и 25% группы на рационе с ПВК погибло от гликемического шока во время проведения глюкозотолерантного теста. При этом уровень глюкозы в сыворотке крови был от 22,0-26,0 до 28,0-30,0 ммоль/л.

При проведении контроля общего анализа крови было выяснено, что в случае аллоксанового диабета в контрольной группе животных увеличивается количество сегментоядерных клеток, а так же наблюдается уменьшение количества лимфоцитов. У животных с аллоксановым диабетом на рационе с введением ПВ формула крови изменений не претерпевала и находилась в пределах нормы.

При проведении контрольных тестов через два месяца после введения начальной дозы аллоксана были получены результаты, свидетельствующие о том, что у животных на рационе с ПВЛ диабет развился в легкой форме, а у животных на рационе с введением ПВГ диабет находился в стадии компенсации и ГТТ показал незначительные отклонения от нормы, т.е. через 120 минут показатели уровня глюкозы сыворотки крови были близки к норме, а через 150 минут уровень глюкозы сыворотки крови уже был равен базальному.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

экспериментально установлено, что ПВЛ и ПВГ при пероральном приеме проявляют противодиабетическую активность у крыс с сахарным диабетом, индуцированным аллоксаном. Кроме того, ПВГ при длительном приеме (более двух месяцев), способны приводить к стабилизации уровня глюкозы сыворотки крови и сахарный диабет, индуцированный аллоксаном, переходит в стадию компенсации.

Проводились клинические исследования пищевых волокон галеги лекарственной и люцерны, которые вводили в рацион питания больных с сахарным диабетом по схеме: первая неделя в суточной дозе 3 г (3 раза по 1 г), затем доза увеличивалась до 9 г (3 раза по 3 г) в случае галеги и до 15 г в сутки (3 раза по 5 г) в случае ПВ люцерны. Под наблюдением находились 20 больных, разделенных на две группы.

Регистрировали субъективное состояние больных, массу тела, уровни глюкозы в крови, липопротеидный спектр плазмы крови и показатели системы регуляции агрегатного состояния крови.

Переносимость исследуемых ПВ была хорошей. Достоверных изменений массы тела ни в одной группе больных не было отмечено.

У больных с инсулинозависимым сахарным диабетом в тяжелой форме ПВ дают незначительное снижение сахара с 12,0 ммоль/л до 8,0 ммоль/л, у больных с инсулинонезависимым диабетом с 9,5 ммоль/л до 6,0 ммоль/л. У больных с заболеванием средней тяжести и в случае легкой формы базальная гликемия оказалась достоверно более низкой, чем в начале исследования, а в случае легкой формы на фоне лечения ПВГ находилась в полной компенсации, имела нормальные показатели крови, в моче сахар отсутствовал.

Отмечено гипогликемическое действие ПВЛ и ПВГ у обеих изучаемых групп больных, более выраженное в случае применения препарата галеги. Отмечено снижение потребности в пероральных сахароснижающих препаратах.

При применении ПВГ снижали дозу таблетированных препаратов наполовину, а в некоторых случаях и до одной третьей обычной дозы.

Отмечено снижение содержания триглицеридов и холестерина липопротеидов очень низкой плотности у лиц с инсулинозависимым сахарным диабетом средней и тяжелой формы.

В системе регуляции агрегатного состояния крови отмечен умеренный гипокоагуляционный сдвиг гемостатического потенциала в обеих группах больных.

Таким образом, пищевые волокна трав, улучшая углеводный обмен, предотвращают накопление избыточного сахара в крови, снижают повышенную гликемию при развивающемся диабете.

Проведенные исследования показали целесообразность введения ПВ трав в рацион больных сахарным диабетом. В сравнении с традиционными травяными сборами, пищевые волокна трав являются более эффективным сахароснижающим средством, что связано, по-видимому, и с влиянием на углеводно-липидный обмен самих пищевых волокон.

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом: навеску сухой измельченной травы (размер частиц 0,25-0,5 мм) обрабатывают в течение 45-60 минут раствором азотной кислоты с концентрацией 0,25-0,75% при гидромодуле 10-15 и температуре 98-100°C. Затем смесь фильтруют, промывают водой до нейтральной реакции и высушивают при температуре 60-70°C.

Пример 1. Навеску высушенной измельченной травы галеги лекарственной обрабатывают раствором азотной кислоты концентрацией 0,25%, гидромодулем M=10, температуре 98°C в течение 60 минут. После чего смесь фильтруют, твердую фазу промывают водой до нейтральной реакции и высушивают при температуре 60°C. Выход полученного продукта составляет 70,35%.

Полученные пищевые волокна галеги представляют собой порошок светло-зеленого цвета без запаха и вкуса, который содержит 6,75% пектиновых веществ, 19,83% гемицеллюлоз, 27,10% целлюлозы, 15,7% лигнина, 23,50% протеина, остальное - экстрактивные вещества и неидентифицированные соединения.

Указанные пищевые волокна в количестве 8-9 граммов вводят в суточный рацион питания человека. Благодаря этому обеспечивается снижение уровня сахара в крови и нормализуются углеводный и липидный обмен.

Пример 2. Навеску высушенной измельченной травы клевера обрабатывают раствором азотной кислоты концентрацией 0,5%, гидромодуле M=15, температуре 100°C в течение 45 минут. После чего смесь фильтруют, твердую фазу промывают водой до нейтральной реакции и высушивают при температуре 65°C. Выход полученного продукта составляет 56,6%.

Полученные пищевые волокна клевера представляют собой порошок серо-кремового цвета без запаха и вкуса, который содержит 3,20% пектиновых веществ, 31,85% гемицеллюлоз, 28,74% целлюлозы, 15,65% лигнина, 14,44% протеина, остальное - экстрактивные вещества и неидентифицированные соединения.

Указанные пищевые волокна в количестве 10-13 граммов вводят в суточный рацион питания человека. Благодаря этому обеспечивается снижение уровня сахара в крови и нормализуется липидный обмен.

Пример 3. Навеску высушенной измельченной травы люцерны обрабатывают раствором азотной кислоты концентрацией 0,65%, гидромодуле M=15, температуре 100°C в течение 60 минут. После чего смесь фильтруют, твердую фазу промывают водой до нейтральной реакции и высушивают при температуре 70°C. Выход полученного продукта составляет 54,4%.

Полученные пищевые волокна люцерны представляют собой порошок светло-серого цвета без запаха и вкуса, он содержит 3,11% пектиновых веществ, 27,78% гемицеллюлоз, 32,16% целлюлозы, 15,10% лигнина, 14,48% протеина, остальное - экстрактивные вещества и неидентифицированные соединения.

Указанные пищевые волокна в количестве 11-13 граммов вводят в суточный рацион питания человека. Благодаря этому обеспечивается снижение уровня сахара в крови и нормализуются углеводный и липидный обмен.

Промышленное применение.

Заявляемое изобретение относится к пищевым добавкам и может быть использовано для производства диетических пищевых продуктов и фармацевтических препаратов.

Таблица 1

Условия выделения пищевых волокон клевера	Выход ПВ, %	Величина сорбции, мг/г	
		Pb <sup>2+</sup>	холевые кислоты
концентрация HNO <sub>3</sub> $\omega=0,5\%$ время $\tau=30$ мин модуль M=5 M=10 M=20	- 68,25 65,10	- 7,68 7,70	- 5,30 5,29
$\omega=0,5\%$ , M=10 $\tau=30$ мин $\tau=45$ мин $\tau=60$ мин $\tau=90$ мин	68,25 56,60 53,10 50,69	7,68 8,96 9,07 8,08	5,30 10,49 10,60 10,42
M=10 $\tau=60$ $\omega=0,25\%$ $\omega=0,50\%$ $\omega=0,75\%$ $\omega=1,00\%$	55,11 53,10 50,18 48,36	8,85 9,07 9,11 9,00	9,25 10,60 10,64 10,60

Продолжение табл. 1

Условия выделения пищевых волокон из люцерны	Выход ПВ, %	Величина сорбции, мг/г	
		Pb <sup>2+</sup>	холевые кислоты
концентрация HNO <sub>3</sub> $\omega=0,5\%$ время $\tau=30$ мин модуль M=5 M=10 M=20	- 74,92 67,44	- 8,27 8,15	- 4,90 4,90
$\omega=0,5\%$ , M=10 $\tau=30$ мин $\tau=60$ мин $\tau=90$ мин	74,92 57,61 57,44	8,27 8,30 8,29	4,90 14,05 14,04
M=10 $\tau=60$ $\omega=0,25\%$ $\omega=0,50\%$ $\omega=0,75\%$ $\omega=1,00\%$	58,36 57,61 54,40 53,08	7,27 8,30 8,34 8,30	12,93 13,98 14,05 13,84

Продолжение табл. 1

Условия выделения пищевых волокон галеги	Выход ПВ, %	Величина сорбции, мг/г	
		Pb <sup>2+</sup>	холевые кислоты
концентрация HNO <sub>3</sub> $\omega=0,5\%$ время $\tau=30$ мин модуль M=5 M=10 M=20	— 83,95 81,91	— 4,66 4,65	— 7,12 7,13
$\omega=0,5\%$ , M=10 $\tau=30$ мин $\tau=60$ мин $\tau=90$ мин	83,95 70,60 59,75	4,66 8,77 8,79	7,12 14,96 14,87
M=10 $\tau=60$ $\omega=0,25\%$ $\omega=0,50\%$ $\omega=0,75\%$ $\omega=1,00\%$	71,35 70,60 69,74 70,24	8,65 8,77 8,57 8,49	15,00 14,87 14,57 14,19

Таблица 2

Влияние пищевых волокон на уровень глюкозы в сыворотке крови у крыс с аллоксановым диабетом при проведении глюкозотолерантного теста

Группа животных	Уровень глюкозы в сыворотке крови, ммоль/л					
	До начала опытов	После введения аллоксана				
		первый день	через 5 дней	через 7 дней	через 10 дней	через 14 дней
Контроль (животные на обычном рационе)	9,8 ± 0,8	23,2 ± 1,0	24,0 ± 1,1	27,0 ± 1,1	29,4 ± 0,8	28,6 ± 1,0
Рацион с введением:						
ПВЛ	9,0 ± 0,5	12,2 ± 1,0	12,5 ± 1,1	12,8 ± 1,1	12,0 ± 1,1	10,4 ± 1,0
ПВК	9,8 ± 0,6	16,0 ± 1,1	18,0 ± 1,1	19,5 ± 1,1	20,0 ± 0,5	20,2 ± 1,0
ПВГ	8,4 ± 0,5	10,7 ± 0,8	10,8 ± 0,9	12,7 ± 1,0	10,6 ± 1,0	9,2 ± 1,1

Таблица 3

## Влияние пищевых волокон на показатели крови у крыс

Контролируемый показатель	Группы животных							
	Интактные животные на рационе с введением:				Животные с аллоксановым диабетом на рационе с введением:			
	контроль	ПВЛ	ПВК	ПВГ	контроль	ПВЛ	ПВК	ПВГ
Базальный уровень глюкозы в сыворотке крови, ммоль/л	5,8 ± 1,0	6,0 ± 0,5	5,8 ± 1,0	6,4 ± 0,2	10,2 ± 1,0	6,6 ± 1,0	9,5 ± 1,0	6,4 ± 0,5
Общий белок, г/л	76,0	70,0	75,0	70,0	70,0	75,0	76,0	76,0
Холестерин, ммоль/л	3,4	3,7	3,1	3,7	4,4	3,7	3,4	3,4