

УДК 664.123.6

Профессор В.А. Голыбин, старший преподаватель Н.А. Матвиенко,
доцент В.А. Федорук, студент Д.С. Мурач
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых производств.
тел. (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru

Professor V.A. Golybin, senior lecturer N.A. Matvienko,
associate professor V.A. Fedoruk, student D.S. Murach
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation technology
and sugar industries. phone (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru

Способ получения пектина и пищевых волокон с использованием электрохимически активированной воды

A method of producing pectin and dietary fibers using electrochemically activated water

Реферат. Пищевые волокна входят в перечень полезных веществ, необходимых для нормального функционирования человеческого организма. Это часть продуктов, которую не в состоянии переварить ферменты желудка и кишечника. Содержатся они во фруктах, овощах, кожуре бобов, а еще в оболочке семян и злаков. В Российской Федерации ценным источником пектина является свекловичный жом, так как другие виды пектинсодержащего сырья не могут конкурировать с ним по низкой стоимости и имеющимся ресурсам. Свекловичный пектин обладает высоким защитным действием, т.е. способностью выводить из организма ядовитые вещества и радионуклиды. Несмотря на дефицит пектинопродуктов в России, значительное отечественное производство их в настоящее время отсутствует. Предлагавшиеся ранее способы производства пектина были громоздкими, с низким уровнем аппаратно-технологического оформления и значительными затратами реагентов, не обеспечивали благоприятных условий труда, характеризовались экологическими проблемами. Целью работы является совершенствование режимов получения пектина из свекловичного жома с использованием в качестве экстрагента электрохимически активированной воды. Применение такого способа позволяет смягчить процесс гидролиза-экстрагирования, что способствует не только повышению выхода и качества пектина, но и дает возможность дальнейшей переработки сырья на пищевые волокна. В результате проведенных исследований разработаны режимы проведения процесса гидролиза-экстрагирования пектина из растительного сырья. Пектин из свекловичного жома отличается высоким содержанием свободных карбоксильных групп, возможно его использование как комплексообразователя в лечебно-профилактическом питании. Таким образом, показана возможность и целесообразность получения пектина и пищевых волокон из предлагаемого растительного сырья с использованием в качестве экстрагента электрохимически активированной воды. Такая технология отвечает требованиям экологической безопасности производства, носит инновационный характер, способствует решению проблемы комплексного использования растительного сырья и появлению на рынке функциональных ингредиентов и биологически активных добавок отечественных недорогих препаратов комплексного назначения.

Summary. Food fibres are included in the list of useful substances necessary for the normal functioning of human organism. It is part of products, that the enzymes of stomach and bowels are unable to overcook. There are they in fruit, vegetables, skin of bobs, and as early as shell of seed and cereals. In Russian Federation the valuable source of pectin is a sugar-beet bagasse, because other types of pectin-containing raw material can not compete with it on a low cost and present resources. A sugar-beet pectin possesses a high protective action, i.e. by ability to destroy poisonous substances and radionuclides from an organism. In spite of deficit of pectin in Russia, considerable home production them is presently absent. The methods of production of pectin offered before were bulky, with the low level of apparatus-technological registration and considerable expenses of reagents does not provide the favourable terms of labour with considerable ecological problems. The aim of work is perfection of the modes of receipt of pectin from a sugar-beet bagasse with using as an extractant of the electrochemically activated water. Application of such method allows to soften the process of hydrolysis-extracting, that assists not only the increase of exit and quality of pectin but also gives an opportunity of the further processing of raw material on food fibres. As a result of undertaken studies the modes of realization of process of hydrolysis-extracting of pectin are worked out from a digister. A pectin from a sugar-beet bagasse differs in high maintenance of free carboxyl groups, the use is possible as the complexing agent in a medical and preventive feed. Thus, possibility and expediency of receipt of pectin and food fibres are shown from the offered digister with using as an extractant of the electrochemically activated water. Such technology answers the requirements of ecological safety of production, carries innovative character, assists the decision of problem of the complex use of digister and market entry functional ingredients and bioactive additions of home inexpensive preparations of the complex setting.

Ключевые слова: пектин, пищевые волокна, свекловичный жом, электрохимическая активация.

Keywords: pectin, food fibres, sugar-beet bagasse, electrochemical activating.

Пищевые волокна (ПВ) входят в перечень полезных веществ, необходимых для нормального функционирования человеческого организма. Это часть продуктов, которую не в состоянии переварить ферменты желудка и кишечника. Содержатся они во фруктах, овощах, кожуре бобов, а еще в оболочке семян и злаков.

Пектин – полисахарид, который в достаточном количестве содержится в растительном сырье – плодах, овощах, корне- и клубнеплодах, яблочных и цитрусовых выжимках и других вторичных ресурсах. В то же время создалась парадоксальная ситуация: пектин не стал дешевым и доступным в питании человека. Стоимость пищевого пектина составляет 25-35 долларов США за 1 кг, медицинского в зависимости от чистоты – 60-120 долларов США. При этом средняя кондитерская фабрика потребляет около 10 т продукта в месяц [1].

Свекловичный пектин обладает высоким защитным (протекторным) действием, т.е. способностью выводить из организма ядовитые вещества и радионуклиды.

За счет наличия в пектиновых веществах свободных карбоксильных групп галактуроновой кислоты в желудочно-кишечном тракте связываются ионы тяжелых металлов и радионуклиды с последующим образованием нерастворимых комплексов (пектинаты, пектаты), которые выводятся из организма [2].

Пектин обладает свойством сорбировать и выводить из организма микроорганизмы и выделяемые ими токсины, а также другие ксенобиотики, способные накапливаться в организме: холестерин, желчные кислоты и другие.

В Российской Федерации ценным источником пектина является свекловичный жом (отход свеклосахарного производства), так как другие виды пектинсодержащего сырья не могут конкурировать с ним по низкой стоимости и имеющимся ресурсам [3].

Несмотря на дефицит пектинопродуктов в России, значительное отечественное производство их в настоящее время отсутствует. Его приходится закупать за рубежом. Крупнейшими поставщиками пектина являются компании Cargill (Франция), CP Kelco (Дания, Германия) и Herbstreith & Fox (Германия), китайская компания Yantai Andre Pectin [4].

Предлагавшиеся ранее способы производства пектина были громоздкими, с низким уровнем аппаратно-технологического оформления и значительными затратами реагентов, не обеспечивали благоприятных условий труда, создавали значительные экологические проблемы.

Классическая технология получения пектина из растительного сырья, или как еще ее называют «кислотно-спиртовая», состоит из следующих основных этапов: подготовка сырья, гидролиз растительной массы, коагуляция пектина этиловым спиртом или солями металлов, последующая промывка коагулята спиртом, сушка пектина, его помол, просеивание через сита, стандартизация и упаковка.

Для выделения пектина из растительных тканей применяли горячую воду, растворы кислот, щавелевокислый и лимоннокислый аммоний, полифосфаты. Свойства извлеченного пектина зависят не только от методов экстрагирования, но и от состояния сырья.

Основными факторами, влияющими на процесс гидролиза, являются: скорость набухания растительной ткани и проникновения кислоты в клетку, концентрация кислоты в экстрагенте, температура процесса и его продолжительность.

Взаимодействие перечисленных факторов достаточно сложно. Приведенные факторы на различных стадиях процесса могут оказывать разное влияние и в итоге скорость и направление гидролиза могут различаться. В частности, увеличение температуры интенсифицирует многие стадии процесса (набухание и проникновение кислоты в растительную клетку для расщепления протопектина), при этом способствует разрушению и деполимеризации пектиновой молекулы, что значительно ухудшает качество получаемого пектина.

В производстве пектина для более полного его извлечения из прогидролизованной пектинсодержащей массы применяют прессование, экстрагирование в системе больших соотношений «твердое тело-экстрагент», прямо-точно-противоточный способ и комбинацию указанных процессов и способов.

После центрифугирования и фильтрации для удаления твердых частиц из экстракта, его сгущают на установке вакуум-выпаривания.

Для перевода пектина из раствора в сгущенный экстракт используется спирт этиловый с массовой долей 95 %. Полученный осадок пектина несколько раз промывается спиртом для его очистки от балластных примесей и ионов кислоты, использованной в процессе гидролиза. После каждой промывки осажденный пектин отделяется от спирта, прессуется и сушится. Разбавленный и загрязненный в процессе осаждения и промывки спирт нейтрализуется, очищается и возвращается в производство.

Данная технология требует также установки энергоёмкого отделения ректификации спирта для его регенерации и возвращение в производственный цикл.

Полученный осадок пектина подвергается сушке на барабанной сушилке до получения хлопьев пектина. Барабанная сушилка коагулята малоэффективна, сложна, энергоёмка, трудна в эксплуатации. После сушки проводится помол пектина, его стандартизация и упаковка.

Такая технология не позволяет получать из одного сырья и пектин, и ПВ, так как в их основе лежало использование минеральных кислот. Агрессивные технологические среды, создаваемые для получения пектина (рН 0,8-1,2) исключали выделение ПВ, ввиду термохимической деградации последних. При получении же ПВ, напротив, мягкие условия экстракции не позволяли выделять пектин, хотя какое-то его количество терялось в промывных водах.

Целью работы является совершенствование режимов получения пектина из свекловичного жома с использованием в качестве экстрагента электрохимически активированной (ЭХА) воды. Применение такого способа позволяет смягчить процесс гидролиза-экстрагирования, что способствует не только повышению выхода и качества пектина, но и дает возможность дальнейшей переработки сырья на ПВ.

Принципиальная схема получения пектина и пищевых волокон из растительного сырья представлена на рисунке.

В результате проведенных исследований разработаны режимы проведения процесса гидролиза-экстрагирования пектина из растительного сырья (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Режимы получения пектина
из растительного сырья

Сырье для получения пектина	Разработанный режим получения пектина			
	рН	Температура, °С	Продолжи- тельность, мин	Гидромо- дуль
Свекло- вичный жом	2,5	65	90	1:8

Экспериментально установлено, что при рН ЭХА воды более 2,5 не обеспечивается требуемая степень гидролиза, при этом выход пектина снижается, так как в значительной степени экстрагируется растворенный пектин, содержащийся в исходном сырье. Значение рН ЭХА

воды ниже 2,5 не только увеличивает энергозатраты на получение анолита с таким рН, но создает очень жесткие условия гидролиза. Такое сильное кислотное воздействие способствует деградации молекул и резкому снижению качества пектина. При этом разрушается структура капиллярно-пористого тела, что увеличивает содержание балластных по отношению к пектину веществ в экстракте и ухудшает чистоту целевого продукта, также затрудняется разделение гидролизной массы.

При продолжительности обработки от 60 до 90 минут переход пектина в экстракт интенсифицируется, а при дальнейшем увеличении выход снижается и разрушается структура частиц свекловичного жома. Это приводит к резкому ухудшению условий отделения жидкой фазы в процессе фильтрования, также повышается переход балластных веществ и цветность получаемого пектина.

При увеличении температуры на стадии гидролиза-экстрагирования до 65 °С происходит активация пектиновых молекул: в жидкой фазе повышается концентрация пектиновых веществ, а также выход (до 18,65 % на активной воде), чистота пектина, содержание карбоксильных групп и степень этерификации. При температуре ниже 65 °С число активных молекул меньше и скорость химического превращения протопектина незначительна. В интервале от 70 до 75 °С движущая сила процесса увеличивается, однако получаемый пектин имеет невысокое качество. Повышением температуры более 75 °С приводит к термической деградации пектина, снижению проницаемости клетки и замедлению экстрагирования растворимого пектина, что уменьшает выход пектина и значительно ухудшает его качество.

При гидромодуле менее 1:6 гидролизующая смесь имеет высокую вязкость и получается твердая кашеобразная масса, нет свободного перемешивания, и экстрагирование пектиновых веществ усложняется, выход пектина при этом снижается. Повышение гидромодуля от 1:7 до 1:10 незначительно влияет на качественные показатели, однако при этом в технологическом цикле возрастает расход химических реагентов, спирта, тепла и электроэнергии и других вспомогательных материалов, что приведет к большим затратам при производстве пектина. Увеличение гидромодуля более 1:8 не увеличивает выход пектина, при этом количество стоков возрастает.

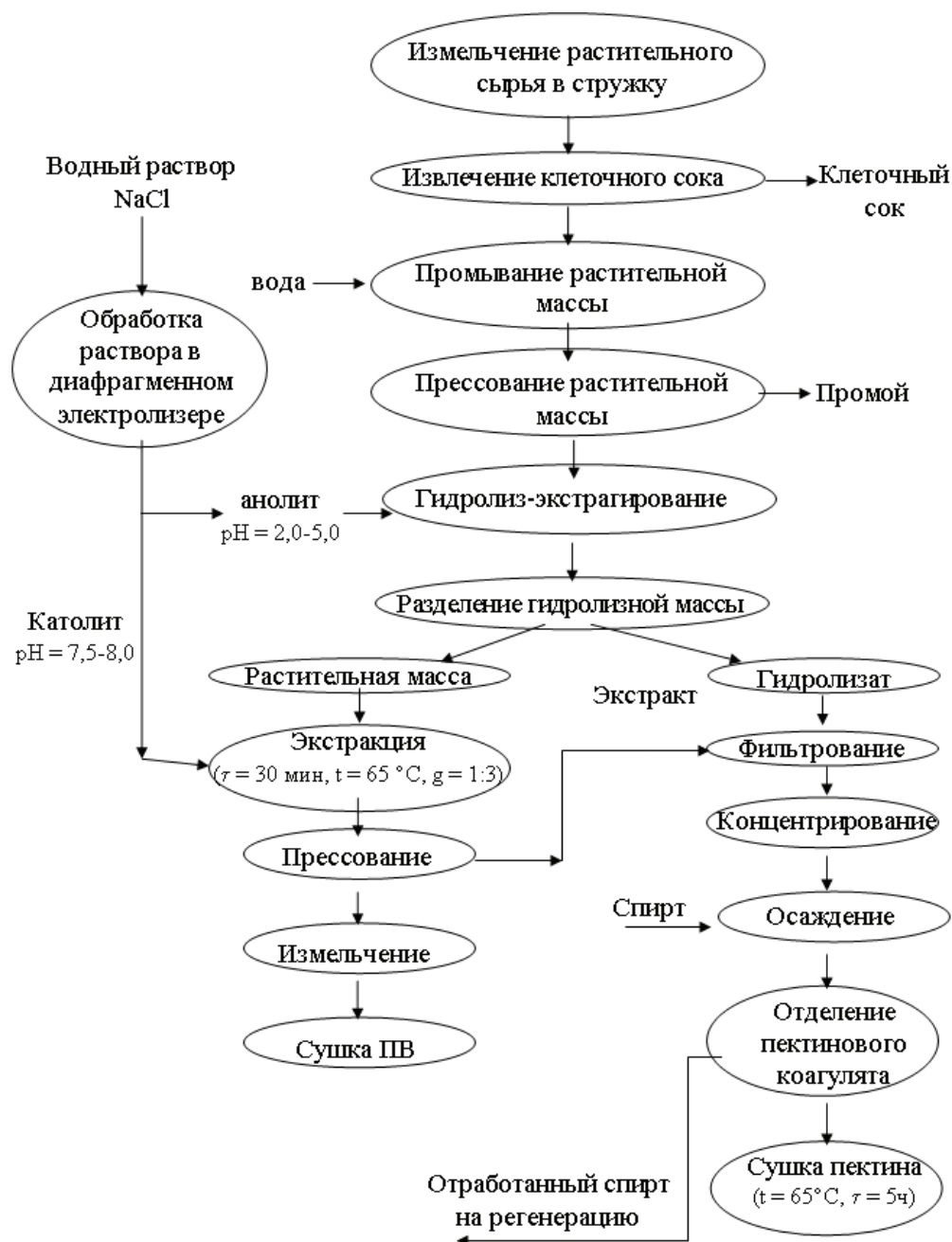


Рисунок 1. Схема получения пектина и пищевых волокон из растительного сырья

Использование в качестве гидролизующего агента ЭХА воды позволяет получить пектин высокого качества. Выход пектина по сравнению с классической схемой повышается более чем на 18-20 % [5] (таблица 2).

Пектин из свекловичного жома отличается высоким содержанием свободных карбоксильных групп (7,0 %), возможно его использование как комплексообразователя в лечебно-профилактическом питании.

Таким образом, показана возможность и целесообразность получения пектина и пищевых

волокон из предлагаемого растительного сырья с использованием в качестве экстрагента ЭХА воды. Такая технология отвечает требованиям экологической безопасности производства, носит инновационный характер, способствует решению проблемы комплексного использования растительного сырья и появлению на рынке функциональных ингредиентов и биологически активных добавок отечественных недорогих препаратов комплексного назначения

Свойства и выход полученного пектина

Сырье для получения пектина	Свойства полученных пектинов				Выход пектина, %
	Кс, %	Ке, %	Степень этерификации, %	Полигалактуроновая кислота, %	
Свекловичный жом	7,0	8,4	51	72	18,8

Кс – количество свободных карбоксильных групп в молекуле пектина;

Ке – количество этерифицированных карбоксильных групп в молекуле пектина.

ЛИТЕРАТУРА

1 Красноселова Е.А., Донченко Л.В. Сравнительные аналитические характеристики пектиновых веществ изучаемых сортов яблок // Молодой ученый. 2015. № 5.1. С. 89-93.

2 Бутова С.Н., Гаврилова Д.В., Махова Ю.В. Инновационная технология производства пектина в России // Вестник Российской академии естественных наук. 2012. № 3. С. 43-46.

3 Грабишин А.С. О некоторых особенностях технологий производства пектина // Новые технологии. 2010. Т. 2. С. 30-34.

4 Матвиенко Н.А., Мурач Д.С., Сенчихин М.А. Исследование процесса получения пектина и пищевых волокон из тыквы // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: мат. междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. Воронеж, 2014. С. 67-74.

5 Пат. № 2261868, RU, C1 7 C08B 37/06 A 23 L 1/0524, 1/214, 1/308. Способ производства пектина и пищевых волокон из сахарной свеклы / Лосева В.А., Ефремов А.А., Путилина Л.Н., Матвиенко Н.А.. № 2004121655/04; Заявл. №2004121655; Оpubл. 10.10.2005; Бюлл. № 28.

REFERENCES

1 Krasnoselova E.A., Donchenko L.V. Comparative analytical characteristics of pectins studied apple varieties. *Molodoj uchenyj* [Young scientist], 2015, no 5.1, pp. 89-93. (In Russ.)

2 Butova S.N., Gavrilova D.V., Makhova Yu.V. The innovative technology of pectin in Russia. *Vestnik Rossijskoi akademii estestvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences], 2012, no. 3, pp. 43-46. (In Russ.)

3 Grabishin A.S. Some peculiarities of manufacturing technology of pectin. *Novye tekhnologii* [New Technologies], 2010, vol. 2, pp. 30-34. (In Russ.)

4 Matvienko N.A., Murach D.S., Senchikhin M.A. Study the process of obtaining pectin and fiber pumpkin. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii «Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie»* [Proc. Int. sci. conf. «Food safety: scientific, personnel and information support»]. Voronezh, 2014, part 1, pp. 67-74. (In Russ.)

5 Loseva V.A., Efremov A.A., Putilina L.N., Matvienko N.A. Sposob proizvodstva pektina i pishchevykh volokon iz sakharnoi svekly [Method of production of pectin and food fibres from the sugar beet]. Patent RF, no. 2261868, 2005. (In Russ.)