

РАЗРАБОТКА НАУЧНО ОБОСНОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНА ИЗ ВЫЖИМОК ЯБЛОК

З. В. Василенко, В. И. Никулин, Л. В. Лазовикова

Изучено влияние параметров подготовки выжимок яблок к гидролизу и параметров процесса гидролиза протопектина с целью разработки научно обоснованной энергосберегающей технологии получения пектина, позволяющей извлекать максимальное количество пектина с высокими показателями качества.

Введение

Обобщенная технология производства пектина состоит из основных стадий: подготовка выжимок, гидролиз протопектина, экстракция пектина, осаждение пектина из гидролизата и сушка пектина. Наиболее важными являются подготовка выжимок яблок и гидролиз-экстрагирование пектина. От правильно подобранных параметров проведения этих стадий технологического процесса производства пектина напрямую зависит количество извлекаемого пектина и показатели его качества.

Анализ литературных данных позволяет отметить, что разработкой технологий получения пектина из растительного сырья занимались и занимаются многие авторы. О способах подготовки сырья к гидролизу протопектина ведется множество споров. На сегодняшний день о способах подготовки сырья к гидролизу и о режимных параметрах получения пектина единого мнения не существует. Информации о научно-исследовательских работах в этой отрасли недостаточно. В ряде работ даны научные и практические сведения о пектине, технологии получения и применении, приведены ссылки на теоретические публикации, на заявки на его производство и использование. Многие публикации имеют теоретическую направленность, в них обсуждается механизм гидролиза, особенности фракционного и углеводного состава пектина. Предлагаемые технологии получения пектина многостадийны, энергоемки, предусматривают использование химических реагентов, что обуславливает необходимость строительства очистных сооружений. Скорость процесса гидролиза в значительной мере определяется такими факторами, как температура, рН среды, концентрация кислоты и продолжительность процесса. При этом для каждого вида пектинсодержащего сырья существует определенное сочетание указанных факторов. Некоторые авторы предлагали проводить постадийное извлечение пектина, однако жесткие условия ведения процесса не обеспечивали получение пектина с высокими показателями качества. Материалы зарубежных фирм-изготовителей носят рекламный характер и содержат информацию лишь о свойствах вырабатываемого промышленного пектина. Предложения фирм, поставляющих комплексные установки для выработки этого продукта, представляют собой варианты традиционной схемы и уже устарели.

К сожалению, в настоящее время в отечественной пищевой промышленности используется пектин исключительно зарубежного производства. До настоящего времени ни одна отечественная разработанная технология не внедрена в производство ни в Республике Беларусь, ни в странах СНГ. Поэтому исследования в области получения пектина приобретают важное практическое значение, а разработка технологии производства пектина из выжимок яблок, которая бы позволила извлечь максимальное количество пектина высокого качества, является весьма актуальной задачей.

Целью настоящей работы является разработка научно обоснованной технологии подготовки выжимок яблок и производства из них пектина.

Результаты исследований и их обсуждение

Объектом исследования служили сушеные выжимки яблок с содержанием пектиновых веществ в выжимках 25,50 % (на абсолютно сухое вещество).

Для разработки научно обоснованной технологии производства пектина были решены следующие задачи:

- определены оптимальные параметры подготовки выжимок яблок к гидролизу протопектина, параметры первичного и вторичного гидролиза протопектина;
- разработана научно обоснованная технология получения пектина из выжимок яблок, подготовленных по предложенной авторами технологии.

При определении влияния параметров подготовки выжимок яблок и параметров процесса гидролиза, исходили из имеющихся литературных данных [1] и собственных исследований.

Ранее авторами [2–4] было определено, что при сушке выжимок яблок большее количество пектиновых веществ сохраняется при сушке в виброкипящем слое. Процесс сушки выжимок яблок происходит неравномерно из-за различных форм и размеров выжимок яблок, что сказывается на показателях качества получаемого пектина. При сушке гранулированных выжимок яблок в виброкипящем слое происходит минимальная деструкция протопектина, так как при этом практически не происходит перегрев выжимок. Это увеличивает выход пектина, молекулярную массу и прочность студней пектина. Также установлено, что при хранении выжимок яблок, высушенных в виброкипящем слое, обеспечивается лучшее сохранение пектиновых веществ в течение года, более высокое качество получаемого пектина по сравнению с выжимками яблок, высушенными в сушильном шкафу. Такую разницу в количестве и качестве пектина можно объяснить тем, что сушка выжимок яблок в виброкипящем слое осуществляется в десятки раз быстрее, чем сушка выжимок яблок в сушильном шкафу. Это позволяет уменьшить деструкцию пектина и сохранить его качество. Пектин, полученный без промывания выжимок яблок, характеризуется лучшими показателями качества по сравнению с пектином, полученным с предварительным промыванием. Промывание гранулированных выжимок яблок, высушенных в виброкипящем слое, не способствует улучшению показателей качества пектина. Это подтверждается данными сравнительного анализа ИК-спектров образцов. В пектине, полученном из выжимок яблок без предварительного промывания выжимок яблок, существенных отличий в структуре молекул по сравнению с пектином, полученным по традиционной технологии, не обнаружено.

Пропаривание выжимок яблок перед гидролизом протопектина в течение 10 мин способствует увеличению выхода пектина и прочности его студней. При этом все перечисленные показатели пектина, полученного из промытых пропаренных выжимок, имеют более высокое значение, чем показатели пектина, полученного из пропаренных выжимок без предварительного промывания. У влажных выжимок наблюдается большая проницаемость клеточных стенок выжимок яблок по сравнению с сухими выжимками. Определены оптимальные параметры подготовки выжимок яблок к гидролизу протопектина: сушка выжимок яблок в виброкипящем слое при первоначальной удельной нагрузке продукта на газораспределительную решетку 28,4 кг/м²; температура воздуха от 90 °С до 100 °С; диаметр отверстий матрицы в шнековом грануляторе – 4 мм; начальная скорость воздуха 3 м/с;

Изучено влияние параметров извлечения первой легкогидролизуемой фракции на выход и показатели качества получаемого пектина [5]. Оптимальные параметры извлечения легкогидролизуемой фракции протопектина из гранулированных сушеных выжимок яблок следующие: величина рН процесса гидролиза 3,5, температура (76±2) °С и продолжительность 2,5 часа, обеспечивающие максимальное извлечение пектина высокого качества.

Рассмотрена возможность проведения второй стадии процесса гидролиза [6]. Оптимальные параметры извлечения трудногидролизуемой фракции протопектина из гранулированных сушеных выжимок яблок следующие: пропаривание выжимок яблок в течение 10 минут с дальнейшим проведением гидролиза при значении рН 1,4; температура (83±2) °С; продолжительность 0,5 часа.

Результаты исследований позволили разработать научно обоснованную технологию получения пектина из выжимок яблок, которая приведена на рисунке 1.

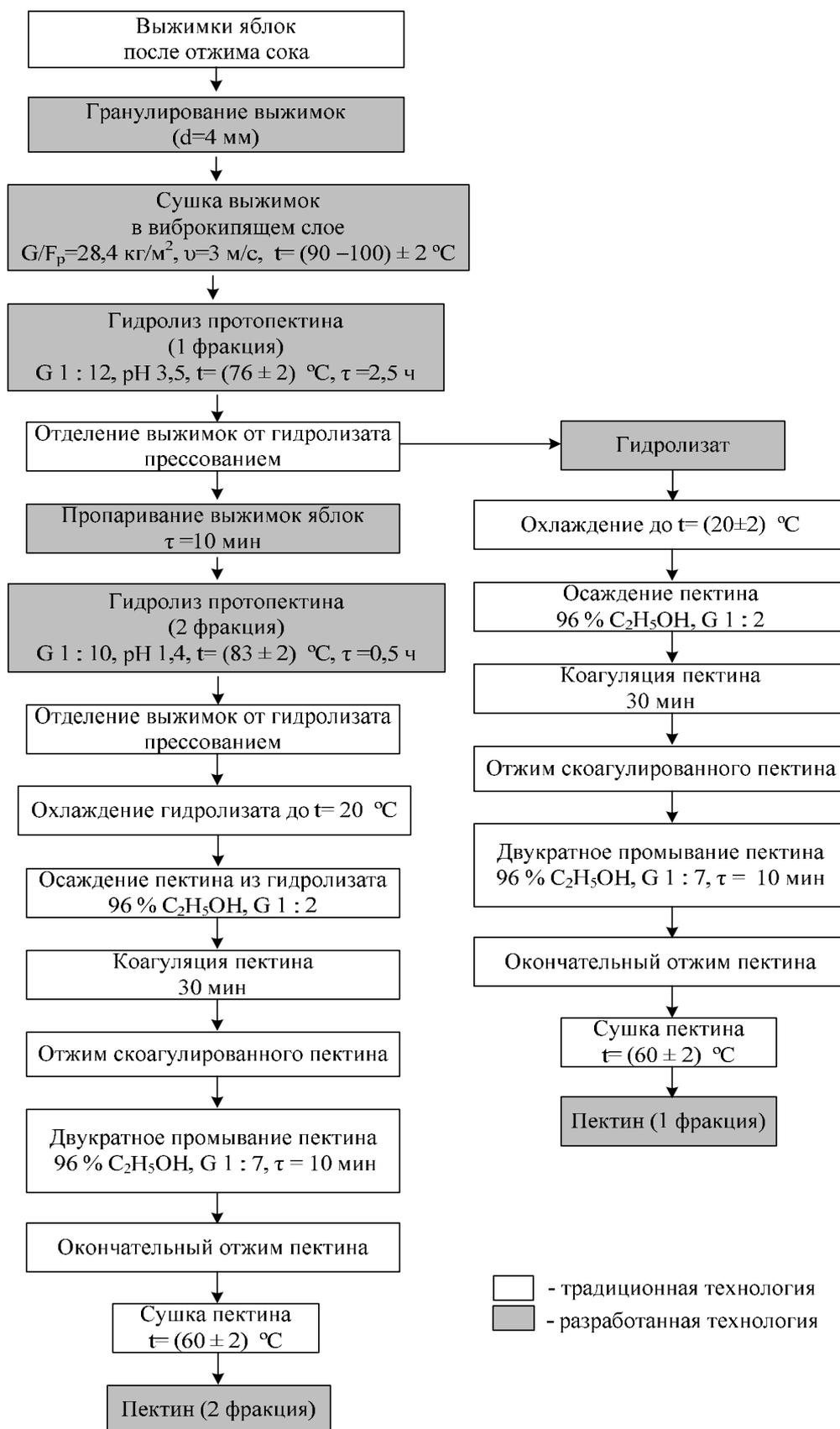


Рисунок 1 –Технологическая схема получения пектина из гранулированных выжимок яблок, высушенных в виброкипящем слое

Согласно технологической схеме, приведенной на рисунке 1, выжимки яблок после отжима сока подвергают гранулированию на шнековом грануляторе с диаметром отверстий решетки равным 4 мм. Далее выжимки высушивают в виброкипящем слое при следующих параметрах: первоначальная удельная нагрузка продукта на газораспределительную решетку 28,4 кг/м²; температура воздуха от 90 °С до 100 °С; начальная скорость воздуха 3 м/с. Конечная влажность выжимок не должна превышать 10 %.

Гранулированные выжимки яблок, высушенные в виброкипящем слое, подвергают двухстадийному гидролизу. Для этого в реактор, снабженный водяной рубашкой, загружают выжимки яблок, заливают воду при гидромодуле 1 : 12, нагревают содержимое до температуры (76±2) °С и проводят гидролиз протопектина в течение 2,5 часа. По истечении времени отделяют выжимки от гидролизата. Затем эти выжимки пропаривают в течение (10±2) мин. Далее в реактор загружают пропаренные выжимки, заливают раствор соляной кислоты со значением рН 1,4 при гидромодуле 1 : 10, нагревают содержимое до температуры (83±2) °С и проводят гидролиз протопектина в течение 0,5 часа. По истечении времени отделяют выжимки от гидролизата.

Оба гидролизата охлаждают до температуры не выше (+20) °С, проводят осаждение пектина из двух гидролизатов по отдельности 96 %-ным этиловым спиртом при гидромодуле 1 : 2. Для формирования структуры осадка осажденный пектин выдерживают в течение 30 минут, после чего сырой пектин отделяют от водно-спиртовой смеси. Сырой пектин дважды подвергают промыванию 96 %-ным этанолом. После чего оба пектина окончательно отжимают и сушат при температуре (60±2) °С. Затем определяют выход полученных образцов пектина и их показатели качества.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества пектинов

Физико-химические показатели	Пектин, полученный по традиционной технологии	1-я фракция пектина	2-я фракция пектина
Выход пектина, %	7,63±0,08	6,99±0,07	15,04±0,15
Содержание балластных веществ, %	4,69±0,04	8,3±0,07	4,38±0,03
Степень метоксилирования, %	78,36±0,78	89,6±0,87	62,84±0,63
Молекулярная масса, Да	41 256±82	40 141±80	17 160±34
Прочность студней пектина, °ТБ	253±5	309±7	216±5
Чувствительность к кальцию, сП	6,4±0,13	5,6±0,11	21,8±0,43

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что степень метоксилирования пектина, полученного при извлечении 1-й легкогидролизуемой фракции пектина, превышает степень метоксилирования пектина, полученного по традиционной технологии, на 12,5 %, а степень метоксилирования пектина, полученного при извлечении 2-й трудногидролизуемой фракции, меньше на 19,8 % степени метоксилирования пектина, полученного по традиционной технологии.

Молекулярная масса пектина, полученного при извлечении 1-й легкогидролизуемой фракции пектина, незначительно отличается от молекулярной массы пектина, полученного по традиционной технологии, а молекулярная масса пектина, полученного при извлечении 2-й трудногидролизуемой фракции, меньше на 58,4 %. При этом прочность студней пектина, полученного во второй фракции, составляет 216 °ТБ и соответствует пектину первого сорта согласно ГОСТ 29186-91.

Выход пектина, полученного при извлечении 1-й фракции пектина, меньше выхода пектина, полученного по традиционной технологии, на 8,4 %, а выход пектина, полученного во 2-й фракции, превышает на 49,3 % выход пектина, полученного по той же технологии.

Кроме того, суммарный выход пектина, полученного по разработанной технологии (рисунок 1), составляет 22,03 %, что на 57,7 % больше количества пектина, полученного по традиционной технологии.

Содержание балластных веществ пектина, полученного при извлечении 1-й легкогидролизуемой фракции пектина, превышает содержание балластных веществ пектина, полученного по традиционной технологии, на 43,5 %, а содержание балластных веществ пектина, полученного во 2-й трудногидролизуемой фракции, меньше на 6,6 % количества балластных веществ пектина, полученного по традиционной технологии.

Однако, несмотря на то, что содержание балластных веществ в образце пектина, полученного при извлечении 1-й легкогидролизуемой фракции пектина, превышает содержание балластных веществ в пектине, полученном по традиционной технологии, этот факт не уменьшает ни молекулярную массу пектина, ни прочность его студней. Можно предположить, что эти балластные вещества участвуют в процессах студнеобразования.

Кроме того, из трех образцов, представленных в таблице 1, только пектин 2-й трудногидролизуемой фракции обладает чувствительностью к кальцию, которая составляет 21,8 сП.

Следует отметить, что степень метоксилирования является наиболее важным фактором, обуславливающим связь катионов поливалентных металлов с пектином, поскольку определяет так называемую линейную плотность заряда макромолекулы, а следовательно, силу и способ связи катионов. С уменьшением степени метоксилирования возрастает заряд макромолекулы, что усиливает связь пектина с катионами металлов. Это имеет важное значение для его применения, обусловленного различием в студнеобразующих свойствах.

Заключение

Разработанная технология получения пектина из гранулированных выжимок яблок, высушенных в виброкипящем слое, обеспечивает максимальное извлечение пектина и позволяет получить два вида пектина, отвечающих требованиям к качеству, предъявляемым ГОСТ 29186-91. На первой стадии гидролиза получен высокометоксилированный пектин, способный образовывать прочные студни при содержании сахара 65 %, а на второй стадии – среднеметоксилированный пектин, который образует студни в присутствии ионов кальция и с меньшим содержанием сахара. Технология позволяет извлечь на 57 % пектина больше по сравнению с традиционной технологией и сокращает временные и энергетические затраты за счет исключения стадии промывания сушеных выжимок яблок. Пектин, полученный по разработанной технологии, характеризуется прочностью студней, превышающей на 35 % – 42 % прочность студней, указанную для 1 сорта пектина (ГОСТ 29186-91), что позволит уменьшить закладку пектина в рецептуры.

Литература

- 1 Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 275 с.
- 2 Василенко, З.В. Исследование процесса сушки яблочных выжимок в виброкипящем слое / З.В. Василенко, В.И. Никулин, А.И. Соловьев, Л.В. Азарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 10–12.
- 3 Василенко, З.В. Влияние параметров сушки яблочных выжимок в виброкипящем слое на выход и студнеобразующую способность пектина / З.В. Василенко, В.И. Никулин, А.И. Соловьев, Л.В. Лазовикова // Рецензируемый научно-технический журнал «Пищевая промышленность: наука и технологии» / РУП научно-практ. центр НАН Беларуси по продов., № 1 (7) 2010. – С. 33–37.
- 4 Василенко, З.В. Влияние формы и размеров сушеных выжимок яблок на фракционный и качественный состав пектина / З.В. Василенко, В.И. Никулин, Л.В. Лазовикова // научно-практический журнал «Потребительская кооперация» – 2017. – № 2(57). – С. 58–62.
- 5 Василенко, З.В. Исследование влияния условий процесса гидролиза-экстрагирования протопектина сушеных выжимок яблок на качество получаемого пектина / З.В. Василенко, В.И. Никулин, Л.В. Азарова // Вестник МГУП / УО «МГУП»; гл. ред. А.В. Акулич. – Могилев: 2008. – Вып. 2(5). – С. 24–29.
- 6 Василенко, З.В. Влияние условий повторного гидролиза яблочных выжимок на выход и качество получаемого пектина / З.В. Василенко, В.И. Никулин, Л.В. Лазовикова, М.М. Кожевников, Г.Н. Роганов // Вестник МГУП научно-методический журнал. – 2009. – № 1(6). – С. 38–43.

Поступила в редакцию 22.05.2018