

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ МЕСТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Андрянцева Александра Павловна, студентка 1 курса института агробιοтехнологий, направления агрохимия и агропочвоведение, группа Д-А 112, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», E-mail: aandriyantseva@mail.ru

Андрянцева Светлана Александровна, доцент кафедры химии, ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», E-mail: Fylhbzywtdf@mail.ru

Аннотация: В статье приведены результаты оптимизации технологии извлечения пектиновых веществ из различных видов растительного сырья в 2018-2022 гг.

Ключевые слова: химическая технология, осадитель, пектиновые вещества, побочные продукты агропромышленного комплекса, кислотный гидролиз.

Введение. В настоящее время в химической технологии и биотехнологии ведется работы по удешевлению ресурсной базы производства конечной товарной продукции, а также по оптимизации технологии производства путем изменения условий или составных частей процесса. На основе проведения литературного обзора выявлено, что разработка методов получения пектина из различных видов отходов растениеводства, является актуальной задачей и требует подробного исследования [1, 2]. Получение пектина должно быть не только технологически удобным, но и экономически выгодным. Для доказательства выгоды перспективы получения пектина из местного сырья (жом сахарной свеклы) кислотным гидролизом с извлечением спиртом в работе проведен ряд расчётов. Что касается пектина из сахарной свеклы [3], то экономический эффект гораздо масштабнее. Технология получения сахара предполагает максимальное извлечение сахарозы в виде готовой продукции. Между тем, в 100 кг сахарной свеклы, кроме сахарозы, содержится 2,2 кг клетчатки и гемицеллюлозы, 2,5 кг пектина, 0,2 кг аминокислот, микро- и макроэлементы. Классическая технология свеклосахарного производства не решает проблемы получения этих веществ, так как они затрудняют проведение технологических процессов, повышают потери сахарозы. Часть из них безвозвратно теряется при очистке диффузионного сока и термической обработке полупродуктов, остальные выводятся в побочных продуктах производства – жоме и мелассе. В связи с этим, актуальной является разработка технологий переработки сахарной свеклы и получения из нее новой продукции, что способствовало бы более рациональному использованию растительного сырья в сахарной промышленности и расширению ассортимента продуктов диетического и лечебно-профилактического направлений

Цель. Разработка и оптимизация технологии извлечения пектина из местного растительного сырья Липецкой области на основе исследования возможности извлечения пектина.

Материалы и методы. *Материалы (объекты) исследования:* местное растительное сырье Липецкой области (яблоки ЗАО "Агрофирма им. 15 лет Октября", сахарная свекла «ОАО Лебедянский сахарный завод», подсолнечник). *Методы исследования:* кислотный гидролиз некоторых отходов растениеводства и последующим осаждением для выделения пектиновых веществ.

Результаты и их обсуждение. Получение пектина должно быть не только экономически выгодным, но и технологически удобным. На основании выполнения работы экспериментальным путем по исследованию возможности использования местного растительного сырья для получения пектиновых веществ разработана технологическая схема извлечения пектина с учётом структуры и свойств каждого из исследуемых материалов, определены оптимальные условия технологии (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Технологическая схема извлечения пектина

Подготовленное сырье после отмывки от мешающих компонентов в соответствии с предлагаемой технологией подвергается экстракции путем добавления воды. Для того, чтобы пектиновые вещества перешли из твердой фазы в раствор проводится кислотный гидролиз растворами лимонной, соляной и щавелевой кислот. Кислотность растворов доводится до pH 1,2-2,5 добавлением растворов соляной, щавелевой или лимонной кислот соответственно. Для увеличения степени перехода пектина в раствор смесь нагревается на водяной бане до 90°C и гидролиз сырья осуществляется при непрерывном перемешивании в течение 1-3 часов, затем растворы отфильтровываются и упариваются на водяной бане в 3-4 раза. Получившаяся сиропообразная масса охлаждается до 2-4°C и проводится коагуляцию пектина добавлением осадителя. Пектин из гидролизованного раствора извлекали 96 %-ным этиловым спиртом.

Для доказательства выгодности перспективы получения пектина из местного сырья на примере жома сахарной свеклы кислотным гидролизом с извлечением спиртом в работе проведен ряд расчётов. Технология получения

сахара предполагает максимальное извлечение сахарозы в виде готовой продукции. Между тем, в 100 кг сахарной свеклы, кроме сахарозы, содержится 2,2 кг клетчатки и гемицеллюлозы, 2,5 кг пектина, 0,2 кг аминокислот, микро- и макроэлементы. Классическая технология свеклосахарного производства не решает проблемы получения этих веществ, так как они затрудняют проведение технологических процессов, повышают потери сахарозы. Часть из них безвозвратно теряется при очистке диффузионного сока и термической обработке полупродуктов, остальные выводятся в побочных продуктах производства – жоме и мелассе. В связи с этим, предлагаемая технологическая разработка актуальной является технологий переработки сахарной свеклы и получения из нее новой продукции, что способствовало бы более рациональному использованию растительного сырья в сахарной промышленности и расширению ассортимента продуктов диетического и лечебно-профилактического направлений. Из тонны сахарной свеклы можно получить около 125 кг. сахара. При цене сахара 60 руб./кг. это составит 7,5 тыс. руб. валовой продукции. Но из этой же тонны свеклы можно получить 150 кг. пектина, при цене 1240 руб. за кг. При этом 875 кг, жома, образующегося при производстве сахара содержит те же 15% т.е. 131 кг, пектина, что может принести 122.4 тыс. руб. валового продукта. Если даже учесть, что 10% используется для получения корма скоту, то все равно, порядка 100 тыс. руб. возможной прибыли выбрасывается в отходы. На начальном этапе работы в качестве осадителя был выбран этиловый спирт. Из ознакомления с действующими методиками [4, 5] известно, что помимо дорогостоящего этилового спирта при выделении из растворов кислот, возможно использование растворов хлористого алюминия (6 г/л) или последовательным осаждением 3М раствором сульфатом аммония и 20%-ным раствором аммиака в соотношении осадитель-раствор пектина 1:1. На основании этого было проведено исследование влияния различных осадителей на выход пектиновых веществ из растительного сырья. Процесс экспериментального исследования влияния различных осадителей на выход пектиновых веществ представлен на рисунке 2.

Всего было проведено 27 экспериментов для трех видов сырья с тремя wybranными растворами кислот и осадителей. Усредненные результаты исследования влияния осадителей на выход пектиновых веществ представлены в таблице 1.



Рисунок 2 - исследование влияния различных осадителей на выход пектиновых веществ

Таблица 1 – влияние различных осадителей на выход пектиновых веществ

| № п/п | Гидролизированный раствор веществ | Выход пектина, % | | |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------|---|---|
| | | при осаждении этиловым спиртом | при осаждении раствором хлористого алюминия | при осаждении растворами сульфата аммония и аммиака |
| 1 | из яблок в щавелевой кислоте | 21±2,1 | 4±0,4 | 14±1,4 |
| 2 | из сахарной свеклы в соляной кислоте | 18±1,8 | 7±0,7 | 7±0,7 |
| 3 | из подсолнечника в щавелевой кислоте | 22±2,2 | 2±0,2 | 10±1,0 |

Расчет выхода пектина из растительного сырья, полученного в результате оптимизации методики кислотного гидролиза отходов растениеводства варьированием осадителей проводили по формуле:

$$\eta = \frac{m_{\text{пектина}}}{m_{\text{вЪДЖИМОК}}} * 100\%$$

где $m_{\text{пектина}}$ – средняя масса пектина, полученная в результате 3-х опытов.

В результате проведения данного эксперимента было выявлено, что наибольший выход пектиновых веществ образуется при осаждении этиловым спиртом, но для удешевления процесса можно использовать и комплексный процесс осаждения последовательной обработкой растворами сульфата аммония и аммиака.

Заключение. На основе экспериментального доказательства возможности использования местного растительного сырья для получения пектиновых веществ разработана технологическая схема процесса, Учитывая, что наибольший выход пектиновых веществ получен из жома сахарной свеклы при гидролизе с HCl, определен экономический эффект получения пектина извлечением его из жома сахарной свеклы. На основе проведенных исследований по оптимизации технологии путем выбора в качестве осадителей при осаждении растворов хлористого алюминия, сульфата аммония и аммиака выявлено, что наибольший выход пектиновых веществ образуется при осаждении этиловым спиртом, но для удешевления процесса можно использовать и комплексный процесс осаждения последовательной обработкой растворами сульфата аммония и аммиака.

Учитывая, что в нашем регионе нет заводов по производству пектина. А в России их не так много (в основном производят яблочный пектин), можно рекомендовать наладить производство пектиновых веществ из сахарной свеклы и применять их в качестве БАДов на «вредных производствах».

Библиографический список

1. Определение оптимальных условий извлечения пектиновых веществ из створок зеленого гороха / Д.Р. Созаева, А.С. Джабоева, Л.Г. Шаова, А.Н. Орквасов, В.В. Кондратенко // Известия вузов. Пищевая технология. - 2013. - №1. - С. 109-113.

2. 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.
3. Голыбин В. А., Матвиенко Н. А., Федорук В. А. Способ получения пищевых волокон из отхода свеклосахарного производства // Инновационная наука. 2015. № 10–1. С. 58–59. Матвиенко Н. А., Мурач Д. С., Сенчихин М. А.
4. Аверьянова, Е.В. Пектин: методы выделения и свойства / Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьников. - Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2015. - 42 с.
5. Донченко, Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение /Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. - М.: ДеЛи принт, 2007. - 276 с.
6. Агробиотехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.
7. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0 : Монография в 2 томах / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.]. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 379 с. – ISBN 9785449710451(т.2),9785449710437. – EDN LPHBYX.
8. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 31 октября 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – 134 с. – ISBN 978-5-9675-1702-0. – EDN YTLELB.
9. Вклад студентов в развитие аграрной науки : Сборник статей студенческой научно-практической конференции, Москва, 30 октября 2019 года. – Москва: Редакция журнала "Механизация и электрификация сельского хозяйства", 2019. – 170 с. – EDN WFMJGQ.