

Заключение

Таким образом, пищевые растения Забайкалья благодаря своим полезным свойствам могут находить применение в производстве мясных и рыбных продуктов. Результаты исследования биохимического состава местных растений являются ключевым моментом для разработки научно обоснованных способов переработки растительного сырья в целях направленного использования его как в пищевой технологии, так и в будущем в микробной биотехнологии.

Библиографический список

1. Намзалов Б.Б. Байкальский фитогеографический узел как новейший центр эндемизма Внутренней Азии // Сибирский экологический журнал. – № 4. – 2009. – С. 563-571.
2. Анцупова Т.П. Оценка биологической активности растений Забайкалья. – Улан-Удэ, 1985.
3. Асеева Т.А., Найдакова Ц.А. Пищевые растения в тибетской медицине. – Новосибирск, 1991.
4. Chandler B.V. Fruit juice review // Food Australia – № 43 (4). – 1991. – P. 143-145.
5. Батуева С.Д. Разработка валеологического мясопродукта с использованием рецептов тибетской медицины: дис. канд. техн. наук. – Улан-Удэ, 1996.
6. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям (фитотерапия). – М., 1990.
7. Ковалева Н.Г. Лечение растениями. – М., 1971.

8. Спаржа и купена с точки зрения их микроэлементного состава / Л.П. Ильина, С.Д. Мункуева, Т.П. Анцупова, Л.С. Дырчикова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 7. – С. 35-36.

9. Мадагаев Ф.А., Анцупова Т.П., Мункуева (Батуева) С.Д., Ильина Л.П., Санжин Б.Б. Перспективы разработки лечебно-профилактического мясопродукта с использованием спаржи // Научные и практические аспекты совершенствования качества продуктов: тр. I Междунар. конф. – М., 1997.

10. Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи. – М., 2003.

11. Мадагаев Ф.А., Мункуева С.Д. (Батуева), Забалуева Ю.Ю. Биологически активная пищевая добавка для производства сырокопченых колбас // Патент № 2186506 от 10.08.2002.

12. Мадагаев Ф.А., Мункуева С.Д. (Батуева), Забалуева Ю.Ю. Влияние водно-спиртовых настоев лекарственных растений на качество мясного фарша // Мясная индустрия. – 2000. – № 5. – С. 38-39.

13. Мункуева С.Д. (Батуева), Мадагаев Ф.А., Анцупова Т.П., Ильина Л.П. Влияние экстрактов растений на мышечную и жировую ткань // Пища. Экология. Человечество: тез. докл. конф. – М.: МГАПБ, 1999.

14. Мадагаев Ф.А., Мункуева С.Д. (Батуева), Габанова Г.В., Константинова С.А. Влияние экстрактов из спаржи на качество пресервов из омуля // Сб. науч. трудов ВСГУ. – Улан-Удэ, 2000. – Вып. 7. – С. 149-151.



УДК 536.246.:637.133.:664

**О. Рахматов,
К.К. Нуриев,
А.М. Юсупов**

БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОСТАТКОВ ХЛОПЧАТНИКА

Ключевые слова: хлопок-сырец, стебли, коробочка, створка, топливо, этиловый спирт, фурановые соединения, пищевой

пектин, переработка, остатки хлопчатника, биологическое удобрение, хлопковый жом, корм.

Введение

Представитель семейства мальвовых – хлопчатник широко распространен во многих жарких и субтропических странах культивируется для технических целей. Это растение выращивается в более чем 160 странах и является сырьём для получения свыше 1200 различных технических веществ и продуктов: высококачественное волокно, пищевое масло, белковый изолят, протеиновая мука, госсипол, ацетат, хозяйственное мыло, шелуха, шрот, жмых, глицерин, древесно-стружечные плиты и многое другое.

В Центральной Азии и в частности в Узбекистане после уборки хлопка-сырца основная масса хлопковых стеблей (гузапая) вместе со створками – пустыми коробочками срезалась и использовалась в качестве дешевого топлива в сельских местностях. Из более чем 3 млн т хлопковых створок лишь часть используется на гидролизных заводах для выработки древесного этилового спирта и различных фурановых соединений.

Учеными Узбекистана разработана технология получения пищевого пектина из хлопковых створок, которые содержат до 9% пектиновых веществ [1, 2]. Учитывая большое народно-хозяйственное значение и спрос на пектин хлопковый, авторы предлагают комплексный подход к вопросу безотходной технологии переработки остатков хлопчатника с получением целевого продукта, кормов для крупного рогатого скота и биологического удобрения. В связи с поставленными задачами на основе анализа и обобщения полученных теоретических и экспериментальных данных нами разработаны рациональная аппаратурно-технологическая схема (АТС) всего производства и общие принципы действия некоторых основных машин и аппаратов.

Целью исследований является изыскание инновационных технологий, приемлемых для комплексной переработки вторичных отходов хлопчатника в рамках сохранения окружающей экологической обстановки в хлопководческих хозяйствах.

В связи со сказанным перед авторами поставлены следующие **задачи**:

- на основе анализа и обобщения теоретических и экспериментальных исследований создать оптимальные машины и аппараты для переработки хлопковой створки;
- создать усовершенствованную ресурсосберегающую технологию получения пищевого пектина из створок хлопчатника;
- разработать технологию получения обогащенного биокорма с использованием хлопкового жома;
- разрешить вопрос биогенерации отходов хлопчатника с получением биогаза;

- разработать аппаратурно-технологическую схему (АТС) переработки остатков хлопчатника.

Методика исследований

Для разработки безотходной технологии переработки остатков хлопчатника и выбора рациональных машин и аппаратов для проведения массообменных процессов необходимо учесть физико-механические характеристики хлопковой створки.

В этом аспекте нами проведены исследования процесса очистки створки от балластных веществ, её набухаемости, а также влияния кинематической и электроимпульсной обработки на процесс гидролиз-экстрагирования пектина из хлопковой створки.

Экспериментальная часть

Собранные с хлопковых полей посредством хлопкоуборочных комбайнов створки и частично целые коробочки с плодоножками доставляют на место временного хранения (рис. 1).

В качестве такого хранилища рекомендуется использовать серийно выпускаемое пневматическое сооружение А-18Ц1 [3]. Оно исключительно мобильное, портативное, его можно быстро устанавливать и перебазировать в течение 2-3 дней. Вместимость пневмосклада около 800 т створок при объемной их массе 130 кг/м³.

Перед закладкой сырья на хранение его максимально очищают от механического и органического сора, а также от оставшихся плодоножек на ворохоочистителе ОХС-500 1 и подвергают сушке в барабанной сушилке 2 при влажности сырья более чем 8%. Высушенную до кондиции хлопковую створку пневмотранспортом засыпают и укладывают навалом внутри пневмосооружения 3. Для предотвращения развития микроорганизмов и порчи в процессе длительного хранения в массу створки через систему специальных трубопроводов подают периодически сернистый ангидрид.

Технология извлечения пектиновых веществ из хлопковой створки основана на известных способах и проводится по аналогии получения пектина из сухого свекловичного или яблочного жомов с учетом отличительных её физико-биологических свойств [4].

Поскольку хлопчатник в период вегетативного роста и созревания подвергается несколько раз обработке пестицидами и гербицидами хлор-органического происхождения, а также дефолиантами, то в хлопковых коробочках образуются до 8% фенольных соединений катехиновой природы. Эти вещества могут загрязнить получаемый пектин и отрицательно повлиять на его об-

щее качество. Поэтому сухую хлопковую створку промывают 3-4%-ным раствором NaCl в барабанной моечной машине 4, отцеживают на ленточном фильтре 5 от промывочного раствора. Затем набухшую створку пропускают через трехвалковый аппарат 6, подвергают на установке 7 электроимпульсной обработке и подают на шнеково-эрлифтный экстрактор 8 для проведения процесса гидролиз-экстрагирования пектиновых веществ раствором щавелевой кислоты.

Очистку гидролизата, его концентрирования, осаждения пектина и его сушку осуществляется по классическим известным технологиям [4].

Принципиальная постадийная блок-схема производства пектина из створок хлопчатника представлена на рисунке 2.

Результаты и их обсуждение

Исследования процессов получения пектиновых экстрактов из хлопковой коробочки показали, что для повышения эффективности функционирования предлагаемой технологической системы необходимо разработать более совершенные машины и аппараты с учетом специфики перерабатываемого сырья.

В этом аспекте нами предлагается барабанная моечная машина (4) лопастно-перевалочного типа, действие которой базируется на использовании эффекта перемешивания сырья с водой (раствором NaCl) и одновременного перемещения промытой створки вдоль аппарата (рис. 1).

При расчете параметров моечной машины были учтены кинетические закономерности процесса «мойка – набухание».

В первом приближении работу моечной машины можно сравнить с работой винтового конвейера и при этом её производительность можно выразить в следующем виде:

$$Q = 60 \frac{\pi}{4} D^2 t n \gamma \varphi \beta \xi ,$$

где D – диаметр перфорированного барабана, м;

t – шаг расположения перемешивающих органов (лопастей), м;

n – частота вращения барабана, об/мин.;

γ – объемный вес набухшего сырья, кг/м³;

φ – 0,3-0,4 – коэффициент наполнения барабана (опытный);

β – 0,6-0,8 – коэффициент, учитывающий обратный дрейф сырья (опытный);

ξ – 0,25-0,30 – коэффициент, учитывающий уменьшение площади перемешивающих органов (опытный).

При заданном значении производительности, приняв D , t и γ постоянным, можно записать $Q = r(n)$.

Критическую скорость вращения барабана, исходя из условия отрыва набухших комков материала от поверхности лопастей, можно определить по теории движения частиц по криволинейной вращающейся поверхности [5].

При этом получаем:

$$n_{кр.б.} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g \sin(\alpha - \varphi_T)}{R \cos \varphi_T}} ,$$

где α – угол отрыва частиц сырья;

φ_T – угол трения материала (сырья).

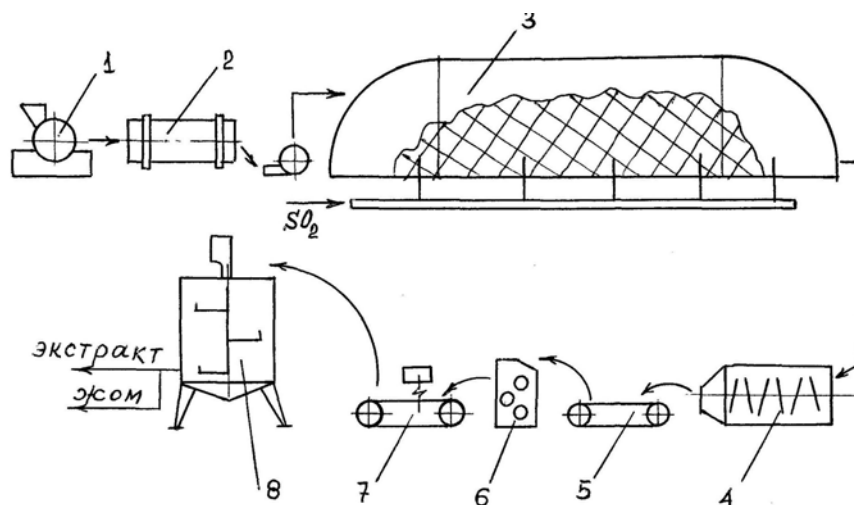


Рис. 1. Рациональная технологическая схема получения пектинового экстракта из хлопковой коробочки

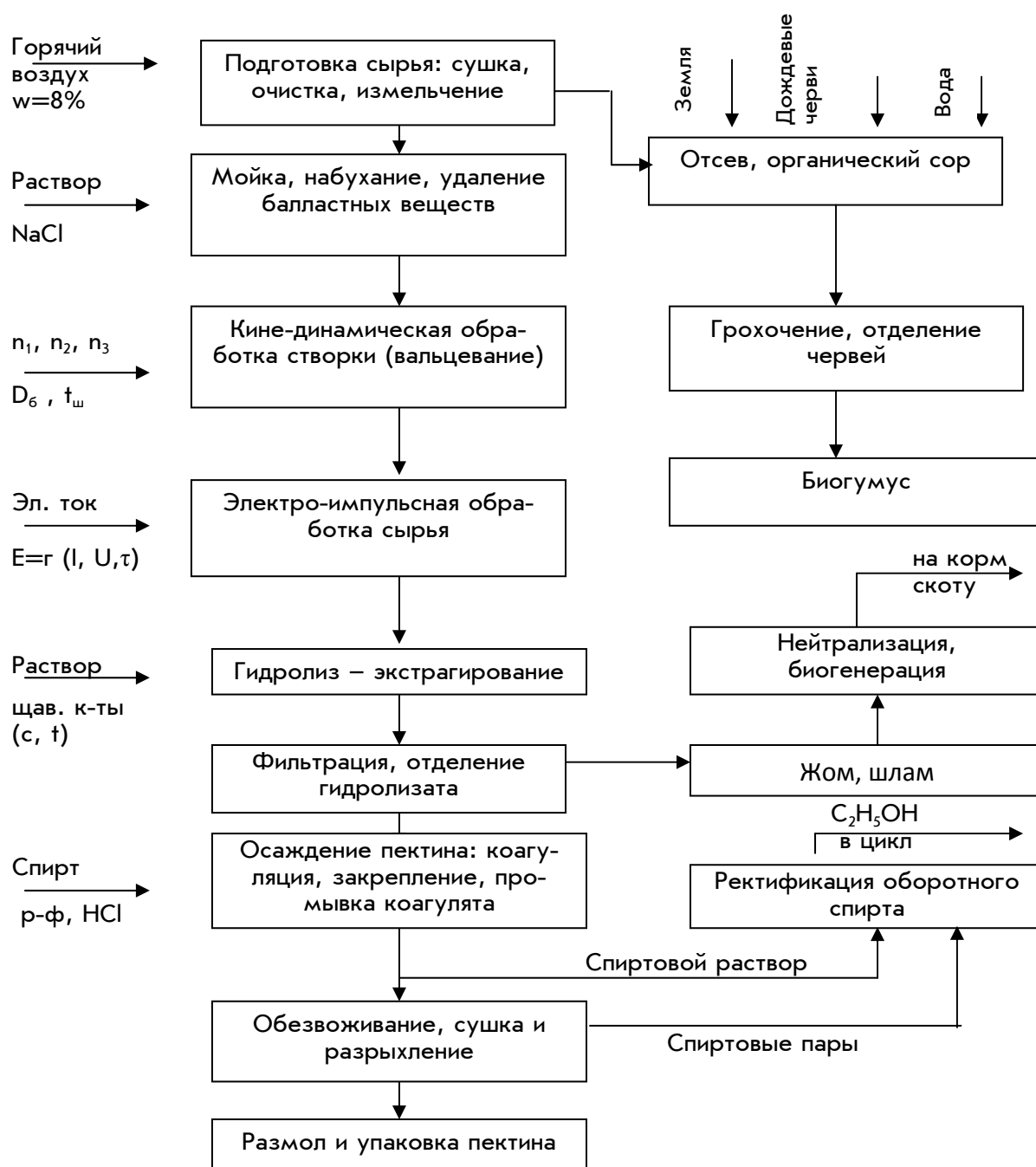


Рис. 2. Принципиальная постадийная блок-схема производства пектина из створок хлопчатника

Задаваясь соотношением длины барабана к его диаметру $L : D = 5 \dots 6$ и зная время пребывания створки в барабане (время набухания) $\tau = 25-30$ мин., определили, что для спроектированного пилотного образца моечной машины эта скорость составила 24-26 об./мин.

Мойка хлопковой створки в барабанной моечной машине обеспечивает качественное удаление полифенолов и предварительное набухание структуры створки, как предопределяющий фактор для интенсификации процесса гидролиз-экстрагирования.

Известно, что при экстрагировании основное сопротивление для проникновения экстрагента в растительную клетку создают

цитоплазма и мембраны, внутри которых расположены молекулы пектиносодержащих веществ. Поэтому одним из эффективных способов разрушения квазистационарной структуры растительной клетки являются кинединамическое и электрофизические методы воздействия на сырьё, способные существенно интенсифицировать процесс гидролиз-экстрагирования в системе «твёрдое тело – жидкость».

В связи с нашими предпосылками был предложен и разработан трехвалковый вальцовочный аппарат с рифлеными поверхностями валков, обеспечивающий кинединамическую обработку набухшей створки (рис. 3).

При обработке на нем происходят разрыв и деформация клетчатой мембранной структуры сырья, что увеличивает диффузионный переход пектина в экстрагент.

Рабочие параметры аппарата:

$D_v = 400$ мм – диаметр валков;

$t_w = 6$ мм – шаг нарезки кольцевых рифлей;

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{124}{112} = \frac{112}{102} = 1,1 \text{ – фрикция валков.}$$

Использование вальцовочного аппарата увеличивает выход целевого продукта на 5-7% и не требует измельчительных мельниц для исходного сырья, что было характерно для классического способа получения пектина из других видов сухого сырья – свекловичного, яблочного и цитрусовых выжимок.

Другим интенсифицирующим фактором для экстрагирования хлопковой створки является обработка её электроимпульсными разрядами, под воздействием которых происходят ударная волна, электрокавитация и повышение температуры.

На рисунке 4 представлена принципиальная схема установки для электроимпульсной обработки набухшей хлопковой створки. В результате электроимпульсной обработки цитоплазма и клеточные мембраны разрываются на части, и ткань приобретает капиллярно-пористую структуру.

В обобщенном виде степень разрушения набухшей растительной клетки хлопковой створки при электроимпульсной обработке выражается в виде критериальной функции и носит экспоненциальный характер.

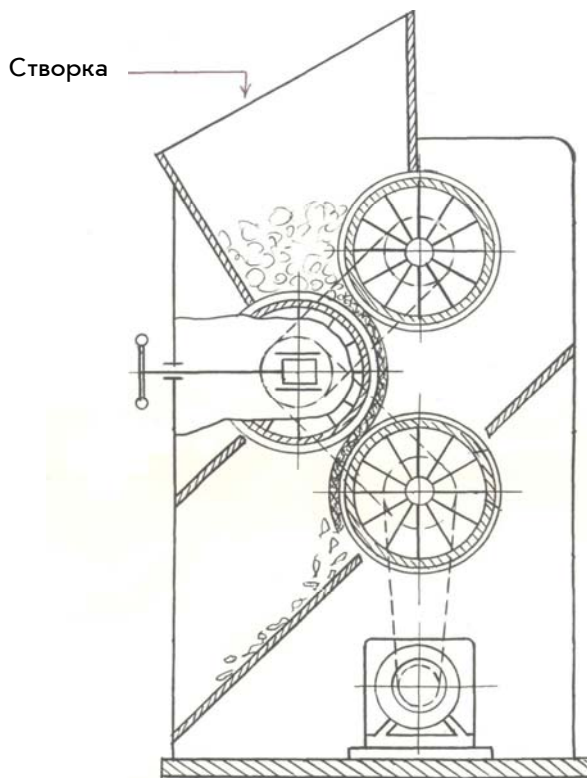


Рис. 3. Трехвалковый аппарат для кинематической обработки хлопковой створки

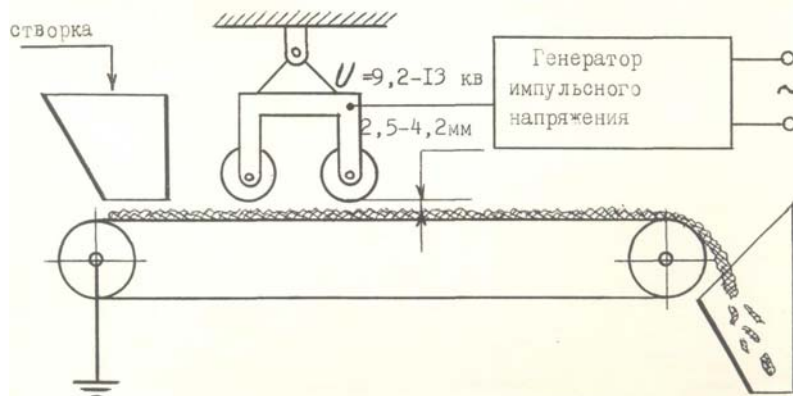


Рис. 4. Принципиальная схема установки для электроимпульсной обработки, набухшей хлопковой створки

$$N = r (\lambda, w, E, c, n, \tau, \alpha),$$

где λ – степень набухаемости створки;
 w – концентрация промывной рабочей жидкости (3%-ный раствор NaCl);

E – напряженность электрического поля, кВ;

c – емкость накопительного конденсатора генератора (ГИН);

n – число единичных разрядов;

τ – длительность воздействия, с;

α – коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств створки (определяемой по опытным данным).

Экспериментальными приемами на опытной установке доказано, что при $\lambda = \text{const}$ и $w_{\text{опт}} = 3\%$ наибольшее влияние на степень разрушения растительной ткани створки оказывают E , c , n (рис. 4). Формализовано это влияние выражается в следующем виде:

$$N = N_H \exp\left(-\frac{cE^2 n}{2K_1} \eta_\tau\right) + N_{\text{max}} \left[1 - \exp\left(-\frac{cE^2 n}{2K_1} \eta_\tau\right)\right],$$

где N_{max} – значение максимальной степени разрушения растительной ткани, обеспечивающей максимальный выход пектина;

N_H – изначальный выход пектина;

K_1 – коэффициент, характеризующий свойства набухший хлопковой створки;

η_τ – КПД генератора импульсного напряжения (ГИН).

Экспериментальные исследования показали, что наиболее сильное влияние на выход пектина наблюдается при напряжении разряда до 13 кВ и числе электрических разрядов 8-12.

Наряду с изменением диффузионных свойств при электроимпульсной обработке хлопковой створки наблюдается снижение в нем содержания свободной формы госсипола – канцерогенного вещества. Тем самым повышается кормовое достоинство хлопкового жома – отхода пектинового производства, являющегося сырьем для приготовления корма крупному рогатому скоту.

Для приготовления корма проэкстрагированный хлопковый жом и шламовые остатки перемешивают с бардой спиртового производства и сбраживают посредством биодобавок. Готовый биокорм отправляют на

корм скоту в жидком виде или на приготовление гранулированного сухого корма.

Органический сор и механический отсев после ворохоочистителя ОХС – 500 идут на производство биогумуса. Для этого в определенных пропорциях их перемешивают с землей, закладывают в гидроизолированные приямки и засеивают дождевыми червями (калифорнийский), периодически душируя холодной водой. Черви, питаясь органикой, превращают компост в биогумус. По истечении процесса биогниения биогумус откапывают, пропускают через виброгрохот и отправляют отделенных червей для последующего использования.

Выводы

Резюмируя сказанное, можно конкретизировать следующее:

- разработана рациональная технологическая схема получения пектинового экстракта из хлопковой створки;
- разработана барабанная моечная машина для створки с учетом её физико-структурных характеристик;
- предложена машина для кинематической обработки набухшей створки;
- исследовано влияние электроимпульсной обработки створки на выход пектиновых веществ;
- разработана принципиальная постадийная блок – схема производства пектина из хлопковой створки, биокорма для КРС и биогумуса для агромелирации.

Библиографический список

1. А.с. СССР № 1681511, СО8 В 37/06, 08.01.90. Способ получения пектина / А.М. Юсупов и др.
2. А.с. СССР № 1824701, А23 L1/0524, 29.04.91. Способ получения пектина / А.М. Юсупов и др.
3. Ермолов В.В. Воздухоопорные здания и сооружения. – М.: Стройиздат, 1980.
4. Донченко Л.В. Разработка и интенсификация процессов получения пектина из свекловичного и других видов сырья: автореф. дис. ... д.т.н. – Киев, 1990. – 48 с.
5. Василенко П.М. Теория движения частиц по шероховатой поверхности сельскохозяйственных машин. – Киев, 1960. – 283 с.

