

УДК 602.44

Е.И. Исаева, В.В. Ревин, Е.В. Мокшин
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева
Саранск, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЛАГОПОГЛОЩАЮЩИХ ГИГИЕНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Статья посвящена вопросу развития безотходных производств и снижению опасности для здоровья гигиенических изделий. Аэрогель из целлюлозы свекловичного жома обладает высокой влагопоглощающей способностью и является дешевым, экологичным и не токсичным материалом для получения гигиенических изделий.

E.I. Isaeva, V.V. Revin, E.V. Mokshin
Mordovia State University named after N.P. Ogarev
Saransk, Russia

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING BEET PULP CELLULOSE IN THE PRODUCTION OF MOISTURE- ABSORBING HYGIENIC PRODUCTSTITLE

Abstract. The article is devoted to the issue of development of waste-free production and reduction of health hazards of hygienic products. Aerogel from beet pulp cellulose has a high moisture absorption capacity and is a cheap, environmentally friendly and non-toxic material for the production of hygienic products.

Введение

Большие возможности представляет разработка влагопоглощающих материалов из целлюлозы свекловичного жома для получения безопасных гигиенических изделий. Получение таких материалов помогло бы не только снизить нагрузку на организмы как младенцев, имеющих пониженный иммунитет, так и инвалидов с нарушением мочевыделения, и активных взрослых, но и оказать благоприятное воздействие на экономику регионов, в которых выращивается и перерабатывается сахарная свекла, а также ослабить вред, наносимый окружающей среде [1].

К сожалению, исследований химического состава одноразовых подгузников очень мало, и поэтому трудно дать однозначный ответ об их безопасности. Однако известно, что подгузники содержат большое количество различных химических соединений, при этом некоторые из них могут представлять потенциальную опасность для здоровья детей

и взрослых, вызывать дерматит кожи и даже иметь канцерогенное действие (полиакрилаты, фталаты, диэтилбензол) [5].

Целью исследования стало изучение возможности использования целлюлозы свекловичного жома в производстве влагопоглощающих гигиенических изделий.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) В рамках изучения возможности использования целлюлозы как компонента влагопоглощающих гигиенических изделий провести выделение целлюлозы свекловичного жома и проверить ее чистоту с помощью ИК-спектроскопии.
- 2) Получить аэрогели из растительной целлюлозы как суперабсорбирующий полимер.
- 3) Изучить физико-механические характеристики полученных материалов.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили: растительная целлюлоза и аэрогель, полученные из свекловичного жома, абсорбирующий полимер (SAP) японской фирмы Sumitomo.

Для выделения целлюлозы навеску сырого свекловичного жома выдерживали в соляной кислоте 4 часа при постоянном перемешивании при температуре 90 °С. Затем, после фильтрования и промывания осадка до pH 5-6, подвергали целлюлозу щелочной экстракции раствором NaOH в течение 1 часа. Затем отмывали полученную целлюлозу дистиллированной водой до значения pH 5-6 [2].

Для получения аэрогелей использовали влажную навеску растительной целлюлозы, полученную на предыдущем этапе работы. Измельчали целлюлозу на лабораторном гомогенизаторе в течение 5 мин, заливали в форму и замораживали в морозильной камере при температуре -50 °С в течение 24 часов. Далее осуществляли лиофильную сушку заготовки с использованием лиофилизатора FreeZone Plus freeze-dryer (Labconco, США) в течение 72 ч.

Для сравнения физико-химических свойств целлюлозы и суперабсорбирующего полимера, использовали суперабсорбирующий полимер японской фирмы Sumitomo из одноразовых детских подгузников с маркировкой «NaNi».

На первом этапе исследования для установления чистоты полученной целлюлозы свекловичного жома проводили инфракрасную спектроскопию. Снимали ИК-спектр образцов на ИК-Фурье спектрометре IRPrestige-21 (Shimadzu, Япония) при длине волны 400-

4000 см⁻¹ предварительно сняв спектр контроля, в качестве которого выступала таблетка KBr без исследуемого образца в составе.

В дальнейшем изучали физико-механические характеристики у полученной аэрогелевой формы на основе растительной целлюлозы и целлюлозы в гранулярном виде.

Одним из важнейших параметров для изготовления изделий, обладающих высокой гигроскопичностью, является пористость. Пористость – это показатель, показывающий объемную долю пор в материале. Пористость связана с плотностью материала, с природой соединения и наличием пустых пространств между ними [4]. Для того чтобы определить пористость полученных объектов, измеряли их массу, объем и плотность. Массу определяли стандартным взвешиванием, объем определяли по стандартной формуле для фигур, имеющих цилиндрическую форму, а плотность также по стандартной формуле

Для определения пористости пользовались следующей формулой.

$$П = (1 - \rho/\rho_v) \times 100\%, \quad (1)$$

где П – пористость, %;

ρ_v – истинная плотность целлюлозы (1,53 г/см³);

ρ – плотность, г/см³ [4].

Для изготовления влагопоглощающих гигиенических средств одним из важнейших физических показателей является влагопоглощение. Влагопоглощение характеризуется максимальным количеством воды, поглощаемым образцом материала при выдерживании его в воде, отнесенным к массе сухого образца. Влагопоглощающую способность определяли у гранулированной целлюлозы, аэрогеля и полиакрилата натрия.

Результаты

Для изучения возможности использования целлюлозы свекловичного жома (ЦСЖ) в производстве влагопоглощающих гигиенических изделий проводили выделение целлюлозы из свекловичного жома методом кислотно-щелочной экстракции, и определяли ее чистоту при помощи инфракрасной спектроскопии.

На рис. 1 представлен ИК-спектр растительной целлюлозы с характерными для нее пиками поглощения. Для определения чистоты учитывали, что пектиновые вещества состоят из галактуроновой

кислоты, которая несет в своем составе карбоксильные группы. Карбоксильные группы поглощают при 1740 и 1633 cm^{-1} [3]. Исходя из этого, выделенная целлюлоза обладает высокой степени очистки целлюлозы от пектиновых веществ, потому что имеет низкую интенсивность в данных областях.

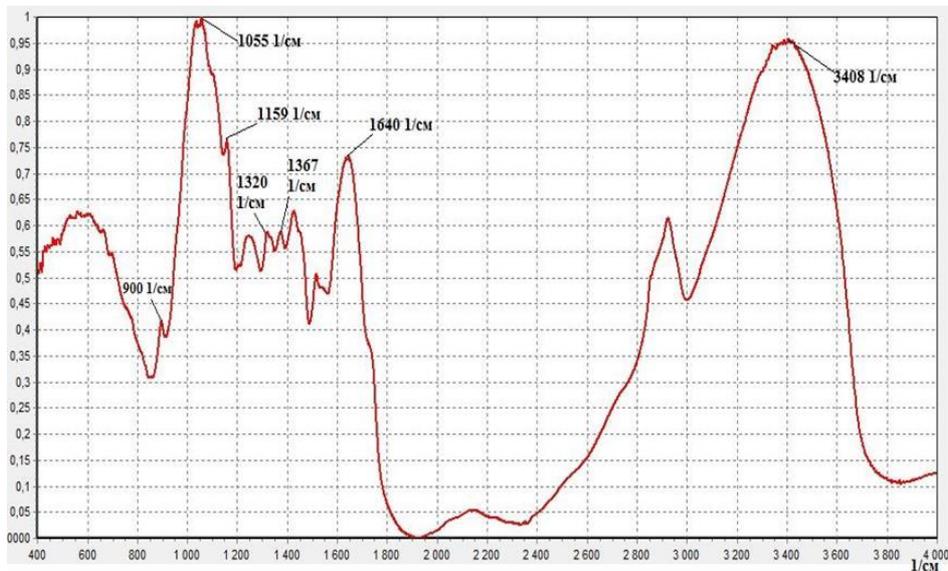


Рис. 1 - ИК спектр растительной целлюлозы

На следующем этапе работы изучали физико-механические характеристики полученных материалов (целлюлозы в гранулярном виде и аэрогеля). Основным показателем, влияющим на влагопоглощение, является пористость. Для сравнения использовали аэрогель на основе растительной целлюлозы и целлюлозы в гранулярном виде. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели плотности и пористости целлюлозы в гранулярном виде и аэрогеля из растительной целлюлозы

	Плотность (ρ), г/см ³	Пористость (Π), %
Целлюлоза в гранулярном виде	0,5138	65,98±0,1
Аэрогель из растительной целлюлозы	0,0554	96,4±0,09

По полученным данным можно сделать вывод, что более высокой пористостью из двух исследуемых материалов обладал аэрогель из растительной целлюлозы – 96,4 %, что подтверждается низким

значением плотности – 0,0554 г/см³. Гранулированная целлюлоза обладала более низким процентом пористости – 65,98%.

Влагопоглощающие материалы обладают способностью впитывать воду при непосредственном контакте с ней и удерживать ее в своих порах. Исходя из этого, была проанализирована влагосвязывающая способность целлюлозы в гранулярном виде, аэрогеля и полиакриата натрия при различном времени экспозиции (1,3,5,7 и 24 ч). Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение влагопоглощающих свойств объектов

Время выдержки, ч	Влагопоглощающая способность исследуемых объектов, %		
	Целлюлоза в гранулярном виде	Аэрогель из ЦСЖ	Полиакриат натрия
1	425	1748	20624
3	447	1808	25521
5	510	1991	27608
7	380	1485	27391
24	373	1332	16982

При анализе полученных данных оказалось, что наилучшим влагопоглощением обладал полиакриат натрия (27608 %). Однако аэрогели из растительной целлюлозы тоже показали отличный результат по сравнению с гранулированной целлюлозой (1991 %). Кроме того, аэрогели из свекловичного жома, служат дешевым, экологичным, легким и, что самое главное, не токсичным материалом для использования их в гигиенических изделиях.

Выводы

Таким образом, на сегодняшний день большой интерес вызывает возможность получения аэрогелей на основе целлюлозы, выделенной из свекловичного жома, которые можно использовать для получения безопасных гигиенических изделий за счет потенциально высоких влагопоглощающих свойств.

Исходя из полученных экспериментальных данных, высокое поглощение воды аэрогелями из ЦСЖ очевидно связано с их высокой пористостью, развитой системой субмикроскопических капилляров, которые образуют многочисленные переплетения, формирующие пористую губку. Это дает выраженную конкуренцию аэрогелей из жомной целлюлозы по влагопоглощающей способности по отношению к другим природным сорбентам.

Список использованных источников

1. Антипов С.Т. Внедрение принципов устойчивого развития производства биоразлагаемой упаковки из вторичных материальных ресурсов пищевых производств: учебное пособие / С. Т. Антипов, С. В. Шахов, М. О. Жигулина. – Воронеж: Лань, 2014. – 57 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/journalArticle/162119#1>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный (дата обращения: 10.11.2024).
2. Патент № 2580884 Российская Федерация, МПК C08B 37/00. Способ получения пектина и целлюлозы свекловичного жома: № 2014154069/13: заявл. 29.12.2014; опубл. 10.04.2016 / Ревин В. В. ; заявитель МГУ им. Н. П. Огарёва. – 6 с. – Текст: электронный. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2580884C1_20160410 (дата обращения: 10.11.2024).
3. Кузнецова Т. А. Исследование сорбционных свойств целлюлозы свекловичного жома по отношению к ионам никеля / Т. А. Кузнецова, Н. А. Пестов, В. В. Ревин. – DOI 10.14258/jcprm.2020026573. – Текст : электронный // Химия растительного сырья. – 2020. – № 2. – С.307-314. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-sorbtsionnyh-svoystv-tsellyulozy-> (дата обращения: 12.11.2024).
4. Макарова И.А. Строительные материалы: Методические указания к лабораторным работам: учеб. пособие / И. А. Макарова, А. В. Косых. – Братск: БрГТУ, 2003. – 80 с. – URL:<https://studfile.net/preview/7118092/>. – Текст: электронный (дата обращения: 13.11.2024).
5. Małoś-Chełstowska P. Environmental problems and health risks with disposable baby diapers: Monitoring of toxic compounds by application of analytical techniques and need of education / P. Małoś-Chełstowska, A. Kurowska-Susdorf, J. Płotka-Wasyłka. – DOI 10.1016/j.trac.2021.116408. – Текст: электронный // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2021. – Vol. 143 – P. 116408. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993621002314> (дата обращения: 13.11.2024).