

ISSN 0023-1118

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

Полимеры • Волокна • Текстиль • Композиты

KHIMICHESKIE VOLOKNA
POLYMERS • FIBRES • TEXTILES • COMPOSITS

www.khimvol.su



2022

УДК 676.022.1:668

ЭКСТРАКЦИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН ИЗ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ

И.И. Осовская, А.Е. Баранова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Исследование направлено на экстрагирование биологически активных веществ из надземной биомассы крапивы двудомной. Анализ полученных результатов выявляет эффективность использования листьев крапивы для получения различных групп биологически активных веществ. Показана перспектива использования стеблей крапивы как источника целлюлозосодержащего сырья. Содержание целлюлозы в стеблях крапивы составляет 43.8%. Разработанная в работе технология делигнификации позволяет получить целлюлозное волокно, отвечающее требованиям, предъявляемым к целлюлозе для ее дальнейшего использования в качестве сырья в бумажной и химической промышленности и в качестве добавки для получения различных композиционных материалов.

В последнее время получен широкий ассортимент биологически активных веществ на основе биополимеров: липы, крапивы, душицы и других лекарственных растений [1, 2]. Появление новых работ, которые расширяют ассортимент биопрепаратов и оптимизируют технологию их получения, позволяют считать исследование основных классов биологически активных веществ на основе биополимеров актуальным.

Большой интерес вызывают работы, направленные на использование травянистых растений и отходов сельскохозяйственного производства для получения целлюлозного материала [3-5]. Целью данной работы является оптимизация условий выделения биологически активных веществ (БАВ) и получение целлюлозных волокон с использованием надземной биомассы крапивы двудомной.

Для выполнения поставленной цели решались две основные задачи:

- оптимизация технологии выделения БАВ в результате дифференцирования его содержания в разных вегетативных органах растения, а именно в листьях и стеблях крапивы двудомной Северо-Западного региона;
- оптимизация технологии получения целлюлозных волокон из надземной биомассы растения.

Для анализа использовали воздушно-сухое сырье крапивы двудомной, заготовлен-

ное в 2022 г. в районе г. Пушкин Ленинградской области. Основные характеристики крапивы были следующими: влажность – 12%, содержание основной фракции (частиц размером 0.9 мм) 96.5%.

Известны работы, в которых для экстрагирования БАВ использовали всю надземную часть крапивы двудомной, иногда с использованием и корневой системы. В работе [6] из надземной части крапивы выделили 3,4-диоксикоричную кислоту, рутин, кверцетин. В публикациях [7, 8] показано высокое содержание хлорофилла, каротиноидов, витамина С и фенольных соединений в листьях растения.

В данной работе выделение биологически активных веществ проводилось методом экстракции отдельно листьев (2 г) и стеблей крапивы (2 г). В качестве экстрагентов выбраны дистиллированная вода, изопропиловый спирт, н-гексан, широко применяемые для этих целей. Экстрагирование проводили в аппарате Сокслета. По окончании экстракции образцы извлекают, промывают дистиллированной водой на фильтре Шотта и сушат до постоянной массы. Результаты экстракции представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, содержание БАВ в листьях крапивы составляет 22.6%, в то время как в стеблях – 7.8 %. Следовательно, для оптимального выделения БАВ, экстрагируемых водой, нерационально проводить экстракцию всей надземной биомассы растения

Таблица 1. Определение экстрактивных веществ в листьях и стеблях крапивы двудомной

Растворитель	Содержание БАВ, %	
	в листьях	в стеблях
H ₂ O дистиллированная	22.6	7.8
(CH ₃) ₂ СНОН	1.6	1.4
C ₆ H ₁₂	4.4	2.7

Таблица 2. Химический состав исходного сырья

Параметр	Значение
Содержание нативной целлюлозы, %	63.5
Влажность, %	11.1
Содержание, % (масс.)	
лигнина	11.3
смола и жиров	0.8
Зольность, %	3.1
Поглощение паров воды при $p/p_0 = 0.975$	0.27

Обозначения: p/p_0 – относительное давление пара (справочные данные).

вследствие низкого содержания БАВ в стеблях крапивы.

Другой задачей исследования явилась оптимизация условий выделения целлюлозы из наземной части крапивы двудомной. Как наиболее распространенный уникальный природный полимер с годовым производством более 75 млрд т, служащий дешевым возобновляемым источником биосовместимых и биоразлагаемых натуральных материалов, целлюлоза приобретает все большее значение для производства новых экологически чистых функциональных материалов. Однако производство целлюлозной массы из древесины, приводящее к уменьшению лесных ресурсов и требующее дорогостоящих импортных отбеливающих веществ, создает экологические проблемы, загрязняя воздух и водоемы в окрестностях предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

Целлюлоза содержится в каждом растении, однако не каждое из них пригодно для извлечения из него целлюлозы. При выборе сырья имеют значение содержание клетчатки, особенности составляющих ее волокон, качество получаемого продукта, распространенность растительного сырья, стоимость его сбора и хранения. Назначение целлюлозы определяется степенью ее очистки [9].

Известно использование в качестве недревесного растительного сырья быстрорастущих растений из семейства «мискантус», отходов переработки кукурузы, шелухи риса и других сельскохозяйственных культур [10–14]. В этих работах оценивается возможность применения целлюлозы из недревесного исходного сырья в качестве эффективной функциональной добавки для получения бумаги, микрокристаллической целлюлозы и иных композиционных материалов на основе биополимерных комплексов.

В данной работе показано, что содержание в листьях крапивы целлюлозы низкое – 8%, поэтому целлюлозу извлекали из стеблей крапивы. Химический состав исходного сырья представлен в табл. 2.

В работе решалась самая главная проблема – отбелка сырья, т.е. делигнификация. Для раскрытия капиллярно-пористой структуры проводили пропарку небеленого целлюлозного полуфабриката насыщенным водяным паром при температуре 100 °С, в течение 20 мин [15]. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Как можно видеть, после предварительной стадии делигнификации целлюлозы увеличилось поглощение ею паров воды от 0.27 до 0.35 г абсолютно сухой целлюлозы, что свидетельствует о восстановлении капиллярно-пористой структуры целлюлозы, утраченной при сушке. Пропарка насыщенным паром способствует размягчению лигнина, что позволяет проводить отбелку в более мягких условиях. Последующую делигнификацию осуществляли по бесхлорной технологии ТСФ [16, 17].

Первую стадию делигнификации проводили обработкой 2%-ным раствором гидроксида натрия при температуре 80 °С и продолжительности воздействия 45 мин.

Таблица 3. Характеристика сырья после пропарки насыщенным водяным паром при 100 °С

Параметр	Значение
Продолжительность пропарки, мин	20
Температура, °С	100
Содержание, % (масс.)	
лигнина	8.6
смола и жиров	0.6
Зольность, %	1.8
Поглощение паров воды при $p/p_0 = 0.975$	0.35

Таблица 4. Характеристика сырья после первой и второй стадий делигнификации

Параметр	Значение	
	после первой стадии	после второй стадии
Продолжительность обработки, мин	45	55
Температура, °С	80	65
Концентрация, %		
NaOH	2	2
H ₂ O ₂	–	3
Содержание, % (масс.)		
α-целлюлозы	78.9	88.9
лигнина	5.6	0.15
смола и жиров	0.35	0.10
Зольность, %	1.5	1.5
Выход целлюлозы, %	–	43.8

После этой стадии наблюдается повышение массовой доли α-целлюлозы, понижение содержания лигнина, зольности и содержания смол и жиров (табл. 4).

Вторая стадия делигнификации заключалась в обработке целлюлозы пероксидом водорода в щелочной среде при концентрации щелочи 2% и концентрации пероксида водорода 3%, при температуре 80 °С и продолжительности обработки 55 мин (табл. 4).

Как видно из табл. 4, выход целлюлозы составил 43.8% при следующих показателях ее качества: содержание массовой доли α-целлюлозы 88.9%, лигнина 0.15%, смола и жиров 0.10% и зольности 1.5%.

– Для оптимального выделения БАВ, экстрагируемых водой, нерационально проводить экстракцию всей наземной биомассы крапивы двудомной вследствие низкого содержания БАВ в ее стеблях.

– Получено целлюлозное волокно из листьев крапивы двудомной, отвечающее требованиям, предъявляемым к целлюлозе для ее дальнейшего использования в качестве дополнительного источника целлюлозосодержащего сырья в бумажной, в химической промышленности и для получения различных композиционных материалов.

– Анализ полученных в работе данных позволяет рекомендовать использование листьев крапивы двудомной для экстрагирования БАВ, а стеблей – для выделения целлюлозы.

Библиографический список

1. Степанова Э.Ф., Веселова Д.В. и др. // Научно-практич. журн. Фармация. 2019. № 2 (68). – С. 33-38. DOI 10.29296/25419218-2019-02-06
2. Крылов И.А., Красноштанова А.А. и др. Пат. 2179579 РФ. Способ получения низкомолекулярных фракций биологически активных веществ из клеточных биополимеров. Заявитель и патентообладатель Рос. хим. техн. ун-т им. Д.И. Менделеева. № 2000104372/13. Заявл. 24.02.00. Опубл. 20.02.02. Бюл. № 5. – 5 с.
3. Постраш И.Ю., Соболева Ю.Г., Андрущенко В.С. // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 1 (49). – С. 22-26. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.00
4. Нугманов О.К., Григорьева Н.П., Лебедев Н.А. // Химия растит. сырья. 2013. № 1. – С. 29-37. DOI 10.14258/jcrgm.1301029
5. Бабаева В.А., Уфимов Е.Ю. и др. // Химия растит. сырья. 2018. № 4. – С. 95-104.
6. Митрофанов Р.Ю., Будаева В.В. и др. // Химия растит. сырья. 2011. № 1. – С. 25-32.
7. Лупинская С.М., Орехова С.В., Васильева О.Г. // Химия растит. сырья. 2010. № 3. – С. 143-145.
8. Cherian V. M. // Carbohydrate Polymers. 2011. V. 86. No.4 – P. 1790-1798.
9. Вураско А.В., Симонова Е.И. и др. // Химия растит. сырья. 2019. № 3. – С. 269-276.
10. Вураско А.В., Минакова А.Р. и др. // Химия растит. сырья. 2010. № 2. – С. 165-168.
11. Корнев П.П., Максимов А.А., Осовская И.И. // Материалы III Всерос. научно-практич. конф. с участием молодых ученых «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и экологической безопасности». СПбГУПТД. Под общ. ред. Ю. Л. Моревой. 2022. – 336 с.
12. Минакова А.Р. Получение целлюлозы окислительно-органосольвентным способом при переработке недревесного растительного сырья. Автореф. дис. к.т.н. Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Архангельск, 2008. – 18 с.
13. Будаева В.В., Митрофанов Р.Ю. и др. // Вестник Казанск. технологич. ун-та. 2011. № 7. – С. 205-21
14. Вураско А.В., Галимова (Минакова) А.Р., Дриккер Б.Н. // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2007. № 1. – С. 16-19.
15. Осовская И.И., Антонова В.С., Новоселов Н.П. // Химия растит. сырья. 2018. № 2. – С. 21-26.
16. Пен Р.З., Каретникова Н.В. // Химия растит. сырья. 2005. № 3. – С. 61-73.
17. Вураско А.В., Симонова Е.И., Минакова А.Р. // Изв. Санкт-Петербургск. лесотехнич. академии. 2018. Вып. 223. – С. 228-248.