

4) продуктом с наиболее выраженными вкусовыми и биологическими свойствами является вишневый нектар от «Rich» (проба № 4);

5) продуктом с наименее выраженными свойствами является нектар «Сочная долина» (проба № 1).

Список источников

1. ТР ТС 023/2011 Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей. Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 882.

2. Камышников В. С., Волотовская О. А. Методы клинических лабораторных исследований. 6-е изд. МЕДпресс-информ, 2013. 511 с.

3. Полный гид по полифенолам. Блог Атласа URL: <https://atlas.ru/blog/polnyi-gid-po-polifenolam/>

Научная статья
УДК 676.164.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОЛОГИИ ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Алексей Леонидович Шерстобитов¹, Алеся Валерьевна Вураско², Максим Аркадьевич Агеев³

^{1,2,3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ theonesunday@gmail.com

² vuraskoav@m.usfeu.ru

³ ageevma@m.usfeu.ru

Аннотация. Определен компонентный состав соломы пшеницы. Изученные режимы варок позволили получить натронную целлюлозу с выходом 40...54 % от массы исходного сырья, пригодную для изготовления гофрированного картона.

Ключевые слова: натронная варка, солома пшеницы, гофрокартон

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы «FEUG-2020-0013».

Scientific article

THE USE OF CELLULOSE FROM WHEAT STRAW IN THE TECHNOLOGY OF CORRUGATED CARDBOARD

Alexey L. Sherstobitov¹, Alesia V. Vurasko², Maksim A. Ageev³

^{1,2,3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ theonesunday@gmail.com

² vuraskoav@m.usfeu.ru

³ ageevma@m.usfeu.ru

Abstract. The component composition of wheat straw has been determined. The studied modes of brews made it possible to obtain natron cellulose with a yield of 40- 54% of the mass of the feedstock, suitable for the manufacture of corrugated cardboard.

Keywords: natron cooking, wheat straw, corrugated cardboard

Acknowledgment: the work was carried out within the framework of the implementation of the state budget theme «FEUG-2020-0013».

Наряду с древесиной, надежным источником сырья для производства целлюлозы служат недревесные однолетние растения и отходы сельского хозяйства [1]. Особенности химического состава недревесного сырья являются: высокое содержание гемицеллюлоз, высокая зольность, неоднородность фракционного состава волокон [2]. Основным способом переработки недревесного растительного сырья является натронный способ.

Цель работы – расширение сырьевой базы полуфабрикатов, пригодных для производства тароупаковочных видов картона.

Объект исследования – солома пшеницы урожая 2021 года. Место сбора село Напалково Нижегородской области.

Для достижения цели необходимо решить задачи: определить компонентный состав сырья; выбрать режим и провести натронную варку соломы пшеницы с определением выхода и массовой доли лигнина в целлюлозе; получить образцы бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона; измерить прочностные показатели образцов; оценить возможность использования полуфабриката из соломы пшеницы в производстве гофрированного картона.

Предварительная подготовка соломы включает операции: очистка от посторонних включений, рубка соломы на отрезки длиной 80...150 мм, измельчение до размеров 30...40 мм, фракционирование. Для варки использовали фракцию, задержанную на сите с отверстиями 5 мм и прошедшую через сито с отверстиями 10 мм.

В табл. 1 представлены сравнительные результаты исследований компонентного состава соломы пшеницы и древесины лиственной.

Таблица 1

Компонентный состав растительного сырья

Показатели, % от массы абсолютно сухого сырья (а.с.с.)	Солома пшеницы	Древесина лиственная [3]	
		Береза	Осина
Влажность, ГОСТ 16932	6,8±0,5	-	-
Массовая доля экстрактивных веществ растворимых:			
- в ацетоне ГОСТ 6841;	1,6±0,5	2,7	0,8
- в горячей воде [4];	13,3±0,5	2,9	2,8
Массовая доля лигнина, ГОСТ 11960	25,7±0,2	20,1	21,8
Массовая доля золы, ГОСТ 18461	6,2±0,1	0,5	0,3
Массовая доля целлюлозы Кюршнера-Хоффера [4]	43,4±1,0	42,5	41,8

Сравнительный анализ (табл. 1) показывает, что по содержанию целлюлозы и экстрактивных веществ солома пшеницы близка к древесине лиственных пород (береза пушистая (*Betula Pubescens*) и осина (*Populus tremula*)). Отличием является более высокое содержание лигнина (выше в 1,2...1,3 % от массы а.с.с.), веществ, растворимых в горячей воде (выше в 4,5...4,6 раз), и золы (значение выше в 12,4...20,6 раз).

Следующими этапами работы были натронные варки. Варки проводили в кислотоупорном электрическом автоклаве объемом 5000 см³. Для проведения варки в автоклав загружали 250 г а.с.с., заливали рассчитанный объем щелочного раствора с заданным гидромодулем. Варки проводили по заданным температурным графикам. Сваренную массу выгружали, промывали до нейтрального значения рН, сортировали и проводили анализ. Результаты варок представлены в табл. 2.

Таблица 2

Условия проведения и результаты натронных варок соломы пшеницы при гидромодуле 8:1

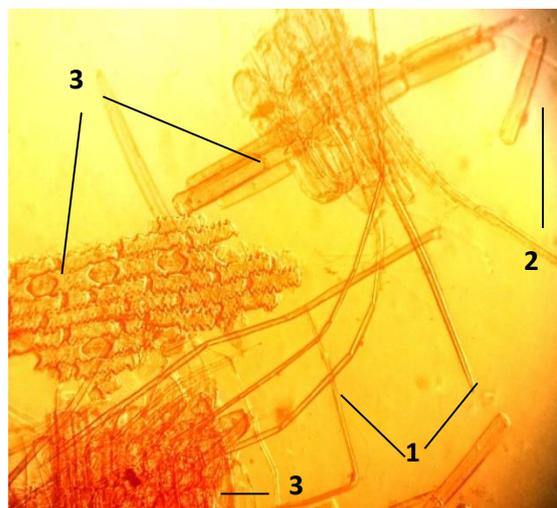
Показатели	Режим варки	
	№1	№2
Расход NaOH (в ед. Na ₂ O) к а.с.с., %	12	16
Продолжительность подъема температуры, мин	65	70
Температура варки, °С	160	165
Продолжительность варки, мин	60	60
Конечная температура варки, °С	115	127
Выход технической целлюлозы, % от а.с.с.	53,9	40,8
Жесткость целлюлозы, ед. Каппа	8,8	6,5

При установленных режимах получена техническая целлюлоза с выходом 40...54 % от массы а.с.с. и жесткостью 6,5...8,8 ед. Каппа, что способствует формированию повышенной жесткости и упругости бумаги для гофрирования.

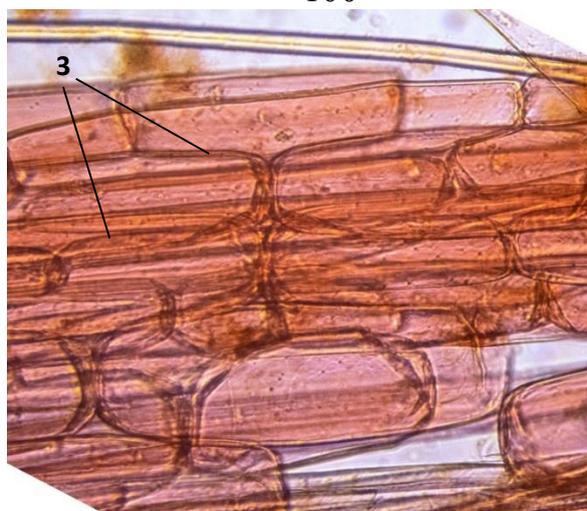
На рисунке представлены микрофотографии волокон технической целлюлозы, полученной из соломы пшеницы.



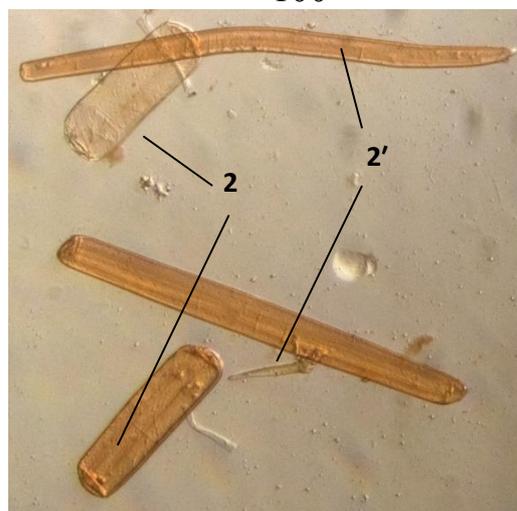
×100



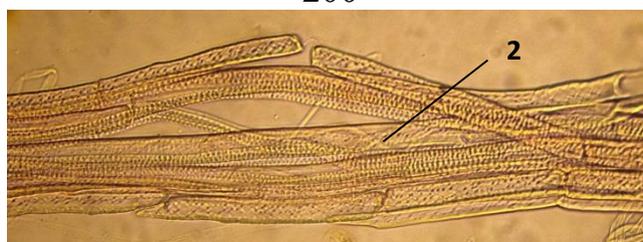
×100



×200



×200



×200



×200

Анатомические элементы волокон технической целлюлозы из соломы пшеницы:
1 – лубяные волокна; 2 – паренхимные клетки боченковидные; 2' – паренхимные клетки длинные; 3 – клетки эпидермиса; 4 – сосуды кольчатые; 4' – сосуды лестничные

Из рисунка видно, что техническая целлюлоза из соломы пшеницы состоит из узких клеток либриформа, паренхимных клеток, клеток эпидермиса и сосудов различного типа. Поверхность волокон ровная, гладкая, без фибрилляции, волокна изогнуты, без изломов и разрывов. Окрашивание раствором хлор-цинк-йода в желтый цвет свидетельствует о высокой степени делигнификации клеточной стенки.

В табл. 3 представлены данные для сравнения прочности бумаги и картона, используемых для изготовления гофрированного картона, и результаты оценки прочности аналогичных полуфабрикатов, полученных из целлюлозы соломы пшеницы.

Для сравнения прочностных характеристик в качестве базовых образцов использованы значения показателей бумаги для гофрирования ГОСТ 53206-2008 марка Б-0 и значения прочностных показателей картона для плоских слоев гофрированного картона ГОСТ 53207-2008 марка КВС (табл. 3).

Таблица 3

Результаты измерений прочностных показателей образцов бумаги и картона

Наименование показателя	Нормы для базовых образцов		Целлюлоза из соломы пшеницы	
	Бумага марки Б-0 ГОСТ 53206	Картон марки КВС ГОСТ 53207	№1	№2
Масса бумаги площадью 1 м ² , г	125±6	125±6	129,6	129,5
Удельное сопротивление разрыву в машинном направлении, кН/м, не менее	8,0	-	10,1	10,6
Сопротивление торцовому сжатию гофрированного образца бумаги (ССТ), кН/м, не менее	1,35	-	3,1	3,3
Толщина, мм	-	0,20±0,02	0,19	0,18
Разрушающее усилие при сжатии кольца в поперечном направлении, кгс, не менее	-	18,0	20,6	22,1

В соответствии с требованиями указанные марки бумаги и картона должны обладать самыми высокими прочностными показателями из всех выпускаемых марок аналогичной продукции. Условно можно сказать, что значения регламентированных прочностных показателей бумаги марки Б-0 и картона марки КВС, указанные в соответствующих ГОСТах, определяют оба вида этой продукции, как продукцию высшего сорта и продукцию, отгружаемую на экспорт.

Результаты оценки прочностных показателей образцов бумаги и картона, полученных из 100 % целлюлозы соломы пшеницы обеих варок по-

казывают более высокие значения измеренных показателей по сравнению с требованиями к базовым образцам (см. табл. 3).

В ходе работы определен компонентный состав слома пшеницы и установлены её отличия от листовых пород древесины. Полученные результаты по прочности рекомендуют следующий режим варки: расход NaOH (в ед. Na₂O) к а.с.с. 12 %; продолжительность подъема температуры и варки 60 мин при температуре 160 °С.

Натронная целлюлоза пригодна для изготовления бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона.

Список источников

1. Материалы из нетрадиционных видов волокон: технологии получения, свойства, перспективы применения : моногр. / Е. Г. Смирнова, Е. М. Лоцманова, Н. М. Журавлева [и др.] ; под ред. А. В. Вураско. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 252 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/157266> (дата обращения: 23.11.2021).

2. Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы. М. : Экология. Т. 3. 1994. 592 с.

3. Азаров В. И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров : учебник для вузов. СПб : СПбЛТА, 1999. 628 с.

4. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким [и др.]; под ред. В. М. Никитина. М. : Лесн. пром-сть, 1965. 421 с.

Научная статья
УДК 504.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Никита Русланович Ширяев¹, Даниил Юрьевич Дворянкин², Татьяна Анатольевна Мельник³

^{1, 2, 3}Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ nik02.shi@mail.ru

² daniil.dvoryankin.02@mail.ru

³ melnikta@m.usfeu.ru