

УДК 634.0.892

*Л. Г. Матусевич, Т. С. Селиверстова, И. В. Кузнецова,  
В. М. Резников*

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛУБЯНОЙ И ДРЕВЕСНОЙ ЧАСТЕЙ ЛЬНЯНОГО СТЕБЛЯ

В настоящее время существует три промышленных метода переработки льняной соломы. Общий главный недостаток этих методов — более низкое качество получаемого волокна по сравнению со стланцевым. Предложено несколько гипотез, объясняющих ухудшение качества волокна; в основе их концепция о химическом изменении компонентов льняного стебля (лигнина, гемицеллюлоз, пектиновых веществ) в процессе переработки.

Исследования химического состава льняного стебля и волокна льна были начаты в Советском Союзе еще в 30-е годы. Однако и в настоящее время уровень наших знаний в области химии льна все еще отстает от требований производства. До сих пор не полностью раскрыт химический состав льняного стебля, лубяной и древесной его частей. Очень мало данных о химическом строении и свойствах нецеллюлозных компонентов, входящих в состав льняного стебля, не выяснен характер химических изменений компонентов льняного стебля в процессе получения льноволокна.

В литературе имеются разрозненные сведения о химическом составе льняных материалов [1—11]. Данные по содержанию в льняных материалах основных компонентов колеблются в широких пределах. Так, по данным различных авторов, в лубяной части льняного стебля содержится 2,99—10,5% пектиновых веществ [3—6], 9% гемицеллюлоз [3], 2,23—6,3% лигнина [3, 5, 7, 8], в древесной части 0,91—7,3% пектиновых веществ [3—6], 16,0—31,82% гемицеллюлоз [3, 9—11], 20—30% лигнина [3, 5, 8, 9].

Обзор литературы показывает, что данные о химическом составе льняных материалов весьма противоречивы, зачастую получены с помощью несовершенных методов анализа. Основываясь на этих данных, невозможно дать ответ на целый ряд вопросов, возникающих при переработке льняной соломы. Состояние современной технологии получения льняных волокон, расширение использования промышленной переработки льняной соломы требует постановки систематических исследований по изучению химического состава структурных элементов льняного стебля, различных льняных волокон с применением более современных и совершенных методов анализа.

Настоящее сообщение посвящено химическому анализу льняного стебля — лубяной и древесной его части. Анализ выполняли по схеме приведенной на с. 46.

Как видно из табл. 1, в исследуемом растительном материале содержится значительное количество экстрактивных веществ, причем большая их часть приходится на водорастворимые вещества. Лубяная часть льняного стебля содержит вдвое больше экстрактивных веществ, чем древесная часть. Содержание пектиновых веществ в лубяной части значительно выше, чем в древесной (в 4 раза). Пектиновые вещества

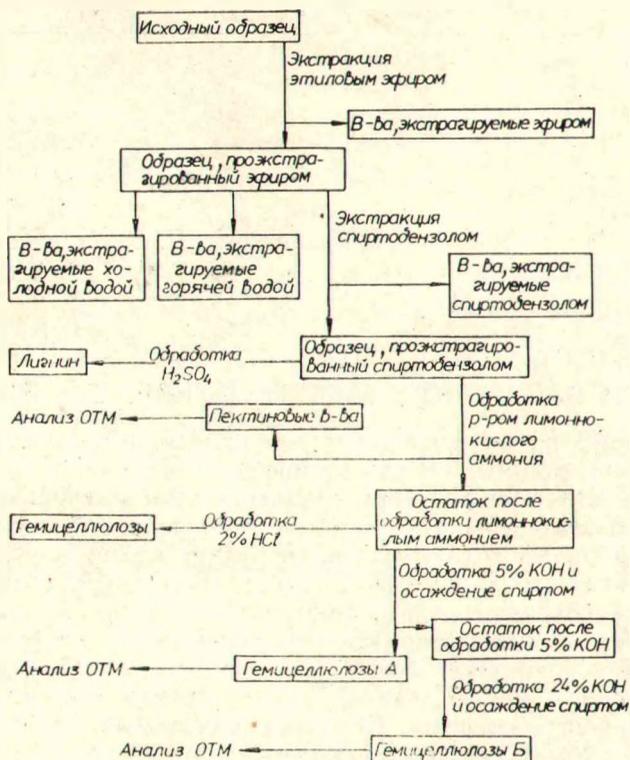


Схема химического анализа льняного стебля.

лубяной и древесной части близки по компонентному составу, в древесной части несколько больше содержится полиуроновых кислот и пентозанов.

Из табл. 2, в которой представлены результаты анализа гемипеллюлоз, выделенных по Уайзу [12], видно, что большую часть гемипеллюлоз лубяной части составляют гексозаны, гемипеллюлозы древесной части в основном представлены пентозанами. В древесной части льняного стебля общее содержание гемипеллюлоз вдвое выше, чем в лубяной (соответственно 10,1 и 4,5%). Гемипеллюлозы лубя на  $\frac{2}{3}$  состоят из высокомолекулярной фракции Б. В гемипеллюлозах древесной части большая часть препарата приходится на долю фракции А. Состав фракций гемипеллюлоз А и Б лубяной части практически одинаков (фракция Б содержит несколько больше гексозанов). Для древесной части различие в составе фракций более значительно: гемипеллюлозы Б содержат вдвое больше гексозанов, чем гемипеллюлозы А.

Известно, что метод щелочной экстракции гемипеллюлоз не является достаточно точным и воспроизводимым [12], поэтому нами был использован и другой метод анализа общего содержания гемипеллюлоз, широко используемый в лабораторной практике по химии древесины — определение легкогидролизуемых полисахаридов. Из табл. 1 видно, что содержание легкогидролизуемых полисахаридов в древесной части льняного стебля в 1,6 раза больше, чем в лубяной. Легкогидролизуемые полисахариды древесной части в основном представлены пентозанами (71,4%), лубяной части — гексозанами (72,5%).

При сравнении результатов анализа гемипеллюлоз, выделенных щелочной экстракцией по Уайзу и кислотной деструкцией как легкогидролизуемые полисахариды, видно, что при щелочной экстракции извлекается только часть гемипеллюлоз, причем содержащих большее коли-

чество полиуроновых кислот. Кроме того, этот метод отличается плохой воспроизводимостью, особенно в случае лабильных гемицеллюлоз, каковыми являются гемицеллюлозы лубяной части, поэтому мы рекомендуем использовать для анализа гемицеллюлоз льна метод, основанный на мягком гидролизе полисахаридов.

Для определения содержания лигнина нами использован наиболее распространенный метод Класона в модификации Комарова, основанный на обработке растительного материала серной кислотой [12]. Лигнин определяется весовым методом в виде негидролизуемого остатка. При этом в случае присутствия в растительном материале азотистых соединений получают завышенные результаты. С целью удаления белковых веществ рекомендуется предварительно обработать растительный материал содовым раствором.

Нами осуществлена содовая обработка древесной части льняного стебля, после чего образец подвергнут кислотной обработке по Комарову и в негидролизуемом остатке определено содержание азота (0,59%). Содержание азота в негидролизуемом остатке образца, не подвергнутого содовой обработке, составляет 0,55%. Следовательно, содовая обработка целесообразна. Поэтому для расчета содержания лигнина в компонентах льняного стебля мы определяли количество азота в лигнине Комарова и вносили соответствующую поправку на содержание белков.

Установлено, что содержание лигнина, не растворяющегося в кислоте, составляет для лубяной части 3,4%, для древесной части 20,5% (см. табл. 1). Однако спектрофотометрический анализ показал, что в фильтрате содержится большое количество кислоторастворимого лигнина. Нами получена приближенная оценка количества растворенного лигнина с использованием коэффициентов поглощения, определенных для лигнина Браунса и углеводов. Количество кислоторастворимого лигнина в лубяной части равно 1,5%, что составляет 30,6% от общего содержания лигнина. Это свидетельствует о том, что лигнин лубяной части обладает большой реакционной способностью, легко разрушается под действием кислот. Содержание кислоторастворимого лигнина в древесной части составляет 3,2% (13% от общего содержания лигнина).

Таблица 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛУБЯНОЙ И ДРЕВЕСНОЙ ЧАСТИ  
ЛЬНЯНОГО СТЕБЛЯ

Показатели, %	Лубяная часть	Древесная часть
Зольность	3,44	2,08
В-ва, экстрагируемые		
эфиром	2,2	1,1
спиртобензолом	3,1	2,8
горячей водой	13,3	7,4
холодной водой	12,9	5,9
Лигнин	4,9	23,8
В том числе:		
кислотонерастворимый	3,4	20,6
кислоторастворимый	1,5	3,2
Пектиновые в-ва	9,6	2,4
Из них:		
полиуроновые к-ты	51,9	54,2
гексозаны	35,9	31,5
пентозаны	12,2	14,3
Гемицеллюлозы	9,3	14,6
Из них:		
полиуроновые к-ты	16,5	10,1
гексозаны	72,5	18,5
пентозаны	11,0	71,4

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРЕПАРАТОВ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ,  
ВЫДЕЛЕННЫХ ПО УАЙЗУ

Содержание, %	Лубяная часть	Древесная часть
Фракция А	1,5	5,8
В том числе:		
полиуроновые к-ты	26,2	19,5
гексозаны	44,8	11,9
пентозаны	29,0	68,6
Фракция Б	3,0	4,3
В том числе:		
полиуроновые к-ты	26,3	22,8
гексозаны	49,6	20,6
пентозаны	24,1	56,6
Фракции А + Б	4,5	10,1
В том числе:		
полиуроновые к-ты	26,3	20,9
гексозаны	48,0	15,6
пентозаны	25,7	63,5

В качестве исходного сырья использована льносолома Вяземского льнозавода (Смоленская область), сорт Л-1120, урожай 1978 г., пригодность 0,83, крепость 33 кг, содержание волокна 29%, ср. № 1,75. Лубяную и древесную часть выделяли из льняного стебля вручную. Образцы лубяной части измельчали ножом для резки бумаги марки НБ. Для определения лигнина проводилось дополнительное измельчение до порошкообразного состояния на ручной мельнице модели ШП-907.

Вещества, экстрагируемые эфиром и спиртобензольной смесью, определяли по [12], экстрагируемые горячей и холодной водой — по [13]. Содержание лигнина по Комарову определяли по [12]. Кислоторастворимый лигнин определяли спектрофотометрическим методом по [14] с учетом поглощения при 215 и 280 нм. Количественное определение азота в лигнине Комарова проводили по [15]. Для анализа и определения содержания пектиновых веществ применяли *o*-толуидиновый метод [16]. Определение гемницеллюлоз щелочной экстракцией по Уайзу выполняли согласно [12]. Выделенные препараты гемницеллюлоз анализировали *o*-толуидиновым методом [16]. Легкогидролизуемые полисахариды определялись по [12] с последующим анализом углеводов *o*-толуидиновым методом [16].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бояркин А. Н. Определение одревеснения растительных оболочек. — Тр. Ин-та нового лубяного сырья, 1934, т. 8, вып. 1, с. 75—79.
2. Соболев М. А. Химия льна и лубоволокнистых материалов. М., 1968. 38 с.
3. Красивская А. А. Исследование состава и свойств пектиновых веществ на различных стадиях произрастания льна. — Изв. вузов. Технология текстильн. пром-сти, 1962, № 1, с. 60—65.
4. Розова Э. С. Химические исследования льняного волокна. — Науч.-исслед. тр. ЦНИИ лубяных волокон, 1949, т. 3, с. 72—103.
5. Сивцов А. П., Соболев М. А., Каюков С. М. Промышленный метод получения тресты путем запаривания с применением конвейеризации. — Науч.-исслед. тр. Костромск. текстильн. ин-та, 1947, вып. 5, с. 17—24.
6. Lütke M. Über Isolierung und Bestimmung schwach metylierter Pektine. — Holzforschung, 1965, Bd. 19, H. 1, S. 13—30.
7. Ракиткина В. М., Фридлянд Т. М., Волчкова О. И. Влияние химических и структурных превращений целлюлозы и лигнина паренцового волокна на его отбеливаемость. — Вопр. технологии пром-сти лубяных волокон, 1978, с. 44—47. (Науч.-исслед. тр. ЦНИИ лубяных волокон).
8. Yamamoto Masataka. Изучение кислородно-щелочной варки льняных очесов. — Кампа гикёси, 1978, т. 32, № 5, с. 318—326. Цит. по: Реф. журн. «Химия», 1979, т. 2 (III), Т20.
9. Скриган А. И. Ресурсы и химическая характеристика льняной костры и другого пентозансодержащего сырья в Белорусской ССР. — В кн.: Ресурсы пентозансодержащего сырья в СССР. Рига, 1969, с. 73—82.
10. Бобровицкий В. С. Комплексная переработка костры на фурфурол и строительные плиты. — В кн.: Производство строительных изделий из пластмасс. Минск, 1963, с. 142—148.

11. Кулик А. П., Ломова Л. П., Лисицкая С. М., Дернова В. А., Репка В. П., Семенов В. Ф., Остапченко Т. П., Подгорский В. С., Шиков Ю. И., Форсов В. И., Дудник В. И. Костра лубяных культур — сырье для гидролизно-дрожжевого производства. — Гидролизн. и лесохим. пром-сть, 1980, № 2, с. 12—14.
12. Оболенская А. В., Щеголев В. П., Аким Г. Л., Аким Э. Л., Коссович Н. Л., Емельянова И. З. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1965. 411 с.
13. Шарков В. И., Куйбина Н. И., Соловьева Ю. П., Павлова Т. А. Количественный химический анализ растительного сырья. М., 1976. 72 с.
14. Лигнины (структура, свойства и реакции) / Под ред. К. В. Сарканена и К. Ф. Людвига. Пер. с англ. М., 1975. 630 с.
15. Климова В. А. Основные микрометоды анализа органических соединений. М., 1975. 218 с.
16. Резников В. М., Матусевич Л. Г., Селиверстова Т. С. Сравнение кальций-пектатного и спектрофотометрического методов анализа пектиновых веществ. — Химия древесины, 1982, № 2, с. 108—113.

Поступило 29 VI 1981