

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 630*813

И.С. Гелес

Гелес Иосиф Соломонович родился в 1933 г., окончил в 1956 г. Ленинградский технологический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Петрозаводского государственного университета. Имеет около 300 печатных трудов в области научного обоснования и разработки экологически чистых ресурсосберегающих технологий при использовании древесной биомассы, применения отходов древесного сырья для очистки сточных вод различных производств.



К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Показано влияние природы экстрагента, схемы экстракции, размера частиц и породы древесины на количество экстрактивных веществ; установлено влияние водорастворимых фенольных соединений на содержание лигнина; предложен метод гидролиза древесины и подготовки гидролизата для одновременного определения лигнина и состава полисахаридов.

древесина, химический анализ, методики.

Несмотря на то, что изучением древесного сырья занимаются давно, до сих пор отсутствует общепризнанная схема системного анализа его химического состава. При этом на основании совершенно различных методов делаются далеко идущие выводы [5, 6, 10–13].

Необходимо отметить разноречивость в методиках на всех этапах подготовки и проведения анализа, начиная с выбора размера частиц сырья и кончая определением того или иного компонента.

Неоднократно обсуждалось [10, 11], какой должна быть степень измельчения материала, в большинстве случаев считается необходимым измельчать его до 0,25 ... 1,00 мм, предпочтительный размер 0,25 ... 0,50 мм.

Особенно много внимания уделялось процессу экстрагирования исходного сырья, так как от этого зависит устанавливаемое содержание экстрактивных веществ (ЭВ) и лигнина. Хегглунд рекомендует в качестве экстрагента диэтиловый эфир, подчеркивая при этом непригодность для указанных целей спиртов, особенно этилового, так как они извлекают некоторую часть лигнина [24, с. 161]; там же [24, с. 148] он дает методику опреде-

ления лигнина по Кенигу, где предусмотрена предварительная исчерпывающая экстракция древесины спиртом и эфиром. В широко используемом специальном пособии [11] при обсуждении этого вопроса не дано однозначных рекомендаций. О возможности применения самых разных растворителей отмечено в [14, с. 708]. Совершенно определенно сказано об этом в [17], где рекомендован только диэтиловый эфир. Авторы [10] считают целесообразным использовать в качестве экстрагента этиловый спирт. В методическом пособии [9] утверждается, что «... любой растворитель ... вызывает потери лигнина ...», а «... одним из лучших растворителей для обессмоливания исследуемого сырья считают спирто-толуольную смесь. Применение одного этанола не рекомендуется ...». Следует отметить, что тезис об экстрагировании спиртами или другими нейтральными растворителями какой-то части лигнина оспаривался неоднократно. Так, в [23] доказывалось, что речь идет не о лигнине, а о лигнинах. Подобную точку зрения отстаивали авторы работы [26]. Об извлечении фенольных компонентов, в основном дубильных, но не лигнина, полярными растворителями идет речь и в работе [25]. Наряду с указанными выше обстоятельствами нужно принимать во внимание токсичность используемых экстрагентов. Все ароматические и хлорированные углеводороды не должны применяться в общепринятых методиках. В связи с этим авторы [22] рекомендуют заменить бензол на циклогексан в спирто-бензольной смеси.

Другой узловой взаимосвязанный вопрос – выбор методов определения лигнина и полисахаридов на основе растворения последних. Известно множество вариантов выделения негидролизующего остатка – лигнина, одной из наиболее важных характеристик которого является содержание метоксильных групп [11, 17]. При этом практически никогда не связывали условия определения лигнина с сохранением моносахаридов как конечных продуктов гидролиза полисахаридной части. При классическом подходе лигнин выделяют, воздействуя на исходное сырье концентрированным раствором кислоты, хотя известна методика [7], когда эта операция следует за удалением легкогидролизующих полисахаридов (ЛГП). Во всяком случае отсутствуют данные о контроле за составом сахаров при определении лигнина, и наоборот, при определении полисахаридов методом гидролиза исследователя не интересует содержание твердого остатка. Как известно, анализ углеводов можно вести, определяя вначале ЛГП, затем трудногидролизующие полисахариды (ТГП), но можно идти по другому пути: гидролизовать весь полисахаридный комплекс (ПСК). В зарубежной литературе господствует последний подход. Во многих исследованиях используют всю процедуру, разработанную в 1954 г. автором [28]. Недостатки этой методики: необходимость гидролиза после разбавления концентрированного раствора кислоты под давлением, использование ионообменных смол и упаривание под вакуумом. Следовательно, методика сложна в аппаратном оформлении, многостадийна и трудоемка. Известны ее модификации с целью упрощения. Так, в [27] гидролиз после разбавления проводили при атмосферном давлении. На основании результатов сравнения этих двух аме-

риканских методов авторы [15] пришли к выводу, что способ [28] не обеспечивает полного гидролиза. При определении ЛГП и ТГП [9, 11, 17] применяют трудоемкие и продолжительные операции, которые могут привести к потере части моносахаридов [16]. Попытка предложить для гидролиза ПСК вместо серной трифторуксусную кислоту, на наш взгляд, не имеет перспектив из-за сложности процесса и необходимости введения поправочных коэффициентов на потерю моносахаридов [20].

Указанная выше сложная подготовка гидролизатов объясняется тем, что состав моносахаридов определяют в основном бумажно-хроматографическим методом, реже газо-жидкостной хроматографией, когда наличие минеральных составляющих негативно отражается на результатах.

Таким образом, при изучении химического состава растительного сырья анализ основных компонентов – лигнина и ПСК – проводят независимо друг от друга. Так, в часто применяемой схеме [17] неполное удаление ЭВ приводит к завышенному результату по содержанию лигнина: операции по подготовке гидролизатов к определению состава моносахаридов страдают рядом недостатков, основные из которых отмечены выше.

Целью данной работы является обсуждение некоторых основных аспектов определения главных составляющих вторичной ксилемы по новой схеме.

Методическая часть

Щепу для анализа получали на промышленных рубительных машинах из хлыстов, очищенных от ветвей, сучьев, вершин и коры, тщательно перемешивали, методом квартования выделяли среднюю пробу массой 6 ... 8 кг, из которой после дополнительного перемешивания отбирали навеску массой 350 ... 400 г. После подсушивания при комнатной температуре ее измельчали в опилки с основной фракцией 0,25 ... 0,50 мм, которые после сортирования помещали в герметичную тару. Разрыв во времени между приготовлением пробы и определением ЭВ не превышал 3 ... 4 нед. Экстракцию органическими растворителями вели до исчерпывания (90 ... 95 переливов). Вещества, растворимые в холодной и горячей воде определяли по методике [11], метоксильные группы – по [17], целлюлозу Кюршнера и Хоффера – по [11, 17], содержание лигнина и состав полисахаридной части – по [2, 3]*.

На основании многочисленных опытов были внесены следующие изменения в режим гидролиза и подготовки гидролизатов к анализу по известному методу Класона в модификации Комарова: а) объем колбы 25 мл; б) температура 30 °С вместо 25 °С; в) продолжительность кипячения 2 ч вместо 1 ч.

При хроматографировании гидролизата использовали быстروفилтующую бумагу, предварительно пропитанную цитратно-фосфатным бу-

* Экспериментальная часть проведена мл. науч. сотр. М.А. Коржовой и ст. лаб. Г.М. Кураевой.

ферным раствором с рН 5,0, и хроматографировали в течение 16 ... 17 ч. Моносахариды на хроматограммах проявляли с помощью анилин-фталата общепринятым способом.

Учитывая дискуссионность вопроса подготовки пробы к анализу (размер частиц, вид экстрагента и т. д.) и необходимость применения растворителей пониженной токсичности и пожароопасности, было проведено сравнение некоторых из них с использованием опилок различных фракций и древесных пород.

Из данных табл. 1 следует, что количество ЭВ зависит от размера частиц древесины, причем для хвойных в большей степени. Так, для сосны содержание ЭВ, извлекаемых из опилок размером менее 0,25 мм, в 2,47–2,52 раза больше, чем из фракции 0,50 ... 1,00 мм, для березы это соотношение составляет 1,20–1,22. Причем указанные различия мало зависят от применяемого экстрагента. Особо можно отметить резкое возрастание ЭВ в самой мелкой фракции хвойных, что согласуется с данными [10]. Для березы разница в содержании ЭВ между фракциями 0,50 ... 1,00 и 0,25 ... 0,50 мм практически отсутствует. Возможно, указанная особенность хвойных связана с необходимостью разрушения эпителиальных клеток смоляных ходов, отсутствующих у лиственных.

В целом можно отметить, что наибольшей экстрагирующей способностью обладает этиловый спирт, очень близки к нему спирто-бензольная смесь и изопропиловый спирт. Анализируя полученные данные можно прийти к выводу, что для экстракции следует использовать этиловый спирт и опилки размером 0,25 ... 0,50 мм.

Как известно, определение лигнина, включающее гидролиз ПСК, проводят после экстрагирования исходного материала органическими растворителями, в основном диэтиловым эфиром [9, 11, 12, 17, 28]. Однако некоторые авторы на этом не останавливаются и проводят дополнительную

Таблица 1

Влияние природы экстрагента и размеров опилок на результаты определения содержания ЭВ (% от исходной абс. сухой навески)

Экстрагент	Содержание ЭВ во фракции опилок, мм, из древесины								
	сосны (возраст 27 лет)			ели (возраст 75 лет)			березы (возраст 84 года)		
	0,50...1,00	0,25...0,50	≤0,25	0,50...1,00	0,25...0,50	≤0,25	0,50...1,00	0,25...0,50	≤0,25
Диэтиловый эфир	2,45	3,28	6,14	0,76	0,88	1,30	1,23	1,25	1,48
Ацетон	2,69	3,57	6,55	1,09	1,28	2,11	2,13	2,12	2,41
Этиловый спирт	3,05	4,10	7,43	1,45	1,64	2,50	2,58	–	2,55
Спирто-бензольная смесь (1:2)	2,89	3,79	7,29	1,41	1,43	2,30	2,20	2,25	2,51
Изопропиловый спирт	2,65	3,69	6,65	1,20	1,40	2,27	2,16	2,05	2,43

Таблица 2

Влияние вида растворителя и схемы экстракции на результаты определения содержания (% от исходной абс. сухой навески) лигнина и метоксильных групп (древесина сосны)

Показатели	Значение показателей для материала	
	проэкстрагированного	неэкстрагированного
Экстрагируемые вещества:		
по схеме 1:		
а) диэтиловым эфиром	6,54	–
б) горячей водой (последовательно)	3,22	3,01
по схеме 2:		
а) этиловым спиртом	8,13	–
б) горячей водой (последовательно)	2,40	2,20
Лигнин после экстракции по схеме:		
1,а	28,94	27,05
1,б	28,41	25,75
2,а	27,41	26,18
2,б	27,60	24,80
Общие метоксильные группы:		
а) в образцах, полученных по схеме:		
1,б	3,25	–
2,б	2,19	–
б) в продуктах конденсации при гидролизе экстрактивных:		
1,б	8,12	–
2,б	6,74	–
Конденсируемые вещества от гидролиза экстрактивных соединений:		
1,б	0,64	–
2,б	0,26	–

экстракцию водой или водно-органической смесью [21, 25]. При этом извлекают некоторые фенольные компоненты (лигнаны, дубильные и др.) и часть сахаров. Лигнин отличается от других ароматических соединений, содержащихся в древесине, в основном количеством метоксильных групп и ИК-спектром. Поэтому была сделана попытка охарактеризовать водорастворимые компоненты по этим показателям. Экстракцию водой проводили после диэтилового эфира и этилового спирта. Установили, что содержание лигнина минимально после последовательно проведенной экстракции этиловым спиртом и горячей водой, после диэтилового эфира – максимально. В веществах водных экстрактов содержание метоксильных групп незначительно, часть содержащихся компонентов переходит в спирт. Фенольные соединения водных экстрактов в значительной степени осаждаются при гидролитическом воздействии 2 %-й HCl. У этих продуктов конденсации было определено содержание метоксильных групп, которое оказалось значительно ниже, чем в лигнине (табл. 2).

Наряду с этим были сняты ИК-спектры лигнина из древесины, сухих веществ водных экстрактов и продуктов конденсации. Сравнение показало наличие существенной разницы между ними в разных областях спектра (700 ... 3400 см⁻¹). Эти данные позволяют считать, что водорастворимые фенольные соединения древесины не относятся к лигнинам, и их удаление перед кислотным гидролизом правомерно. Поэтому водная экстракция как обязательная операция была использована при определении химического состава вторичной ксилемы хвойных и лиственных пород специально перед гидролизом ПСК.

Предложенная методика гидролиза, позволяющая получать одновременно данные о количестве лигнина и составе полисахаридов [3], в равной мере относится к древесному сырью и целлюлозе любого вида. Анализ дополняется вариантом нисходящей бумажной хроматографии, который избавляет от необходимости проводить многочисленные подготовительные трудоемкие манипуляции с гидролизатом. Пропитка хроматографической бумаги цитратно-фосфатным буфером [2] не требует удаления минеральных веществ, и подготовка сводится к нейтрализации гидролизата до рН 3,5 ... 5,5. Подвижная смесь за 15 ... 17 ч (в зависимости от температуры) достаточно четко разделяет 10 компонентов, включая 2 уронные кислоты. Все это относится и к анализу гидролизатов ЛГП, ТГП, а также сульфитных щелоков. Указанный вариант бумажно-хроматографического определения моносахаридов используется автором с 1966 г. [2]. Это позволяет намного сократить продолжительность и трудоемкость анализа. Особенностью предложенной методики [3] является определение глюкозы наряду с моносахаридами гемицеллюлоз. Как правило, зарубежные исследователи ограничиваются определением гемицеллюлоз, а содержание целлюлозы получают как разницу между 100 % и содержанием других полисахаридов [4], что нивелирует возможные ошибки и промахи анализа. Некоторое увеличение объема работ компенсируется надежностью получаемых данных, так как сумма ПСК и лигнина (на проэкстрагированный материал) должна составлять около 100 %. В случае существенных отклонений (более 10 %) определение сахаров повторяют. Если получают прежние данные, то анализ полностью переделывают, начиная с гидролиза пробы.

На основании указанных посылок был проведен анализ вторичной ксилемы основных лесобразующих древесных пород Карелии. Однако в этой работе (табл. 3) не учтено содержание уронных кислот (отсутствие свидетелей), количество которых у лиственных пород может достигать 4 ... 6 %. Исходя из литературных данных [17] и табл. 3, с достаточным основанием можно считать, что для хвойных общая сумма лигнина и углеводов, включая полиурониды, не превышала бы 103 %, что следует признать вполне приемлемым. Для осины эта сумма была бы близкой к 100 %. По нашему мнению, при указанной схеме подготовки древесных опилок количество кислоторастворимых ароматических соединений с максимумом поглощения около 280 нм и собственно лигнина в гидролизатах крайне ограничено и не может заметно сказаться на общих результатах анализа.

Таблица 3

Химический состав (%) древесины основных лесообразующих пород Карелии

Номер по порядку	Показатели	Значения показателей для древесины			
		ели	сосны	березы	осины
1	Вещества, экстрагируемые диэтиловым эфиром	0,98	5,21	1,46	3,44
2	« этиловым спиртом	2,06	5,95	2,62	7,06
3	« горячей водой (98°С)	2,47	4,06	2,17	5,82
4	« холодной водой	1,52	2,07	1,48	3,30
5	Зольные вещества	0,24	0,32	0,31	0,70
6	Целлюлоза по Кюршнеру– Хофферу	49,6	47,2	44,8	44,9
7	Вещества, растворимые в горячей воде (после № 2)	<u>1,64</u> 1,61	<u>1,61</u> 1,51	<u>1,17</u> 1,14	<u>2,50</u> 2,32
8	Лигнин:				
	а) после экстракции диэтиловым эфиром	<u>28,57</u> 28,29	<u>28,26</u> 26,79	<u>21,50</u> 21,19	<u>23,63</u> 22,82
	б) после экстракции этиловым спиртом и горячей водой	<u>28,10</u> 27,08	<u>27,85</u> 25,77	<u>21,00</u> 20,22	<u>22,57</u> 20,45
9	Общие метоксильные группы:				
	а) в исходной пробе	4,79	4,46	5,40	5,83
	б) в лигнине (№ 8, б)	14,53	14,17	19,02	17,28
	в) в водорастворимых веществах (№ 7)	3,04	1,94	–	3,09
10	Полисахариды по РВ в проэкстрагированной спиртом и горячей водой навеске	–	75,6	68,6	65,1
11	Моносахариды (в пересчете на полисахариды) там же:				
	галактоза	2,62	1,89	1,10	0,70
	глюкоза	51,6	50,5	46,8	45,9
	манноза	10,9	11,6	3,94	4,15
	арабиноза	2,03	2,32	2,14	1,65
	ксилоза	6,34	6,38	28,2	20,6
12	Сумма моносахаридов (в пересчете на полисахариды)	73,5	72,7	79,1	72,5
13	Сумма моносахаридов (№ 12) и лигнина (№ 8, б)	101,6	100,5	100,4	95,1

Примечания. 1. В знаменателе приведены значения показателей в пересчете на исходную неэкстрагированную навеску. 2. Во всех образцах определено по две урсоловые кислоты.

В пересчете на исходную неэкстрагированную древесину значения всех составляющих полисахаридного комплекса и лигнина естественно будут ниже, особенно при учете, наряду с ЭВ, таких компонентов, как ацетильные группы, белки и др., определяемые вне лигно-углеводного комплекса.

Из табл. 3 следует, что у ели, березы и осины большая разница между эфирно- и спирторастворимыми компонентами. Возникает вопрос – все

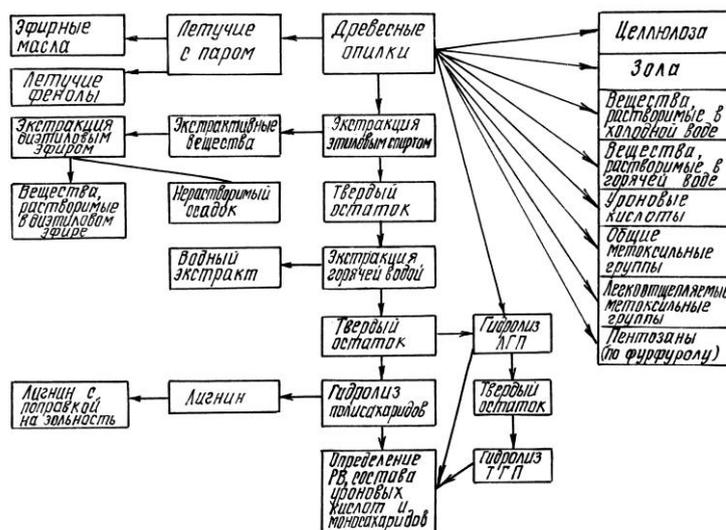
Таблица 4

Влияние схемы экстракции на результаты определения содержания веществ, растворимых в диэтиловом эфире (древесина сосны)

Номер по порядку	Показатели	Значения показателей для образцов, полученных по схеме	
		1	2
1	Вещества, растворимые в диэтиловом эфире	3,35	6,54
2	« в этиловом спирте	4,45	8,13
3	Растворимая в диэтиловом эфире часть этанольного экстракта	<u>3,93</u>	<u>7,51</u>
4	Соотношение между показателями № 3 и № 1 для эфирорастворимых веществ	88,40	92,60
		1,17	1,15

Примечание. В числителе приведено содержание растворимых веществ в процентах от исходной абс. сухой навески, в знаменателе – соотношение между показателями № 3 и № 2, выраженное в процентах.

ли вещества, растворимые в диэтиловом эфире, извлекаются им при экстракции. Ведь известен факт неполноты их удаления из древесины сосны указанным растворителем [8, с. 324–325]. В связи с этим были проведены специальные опыты по определению количеств веществ, извлекаемых при непосредственной экстракции сосновых опилок и из этанольной вытяжки того же образца. Данные табл. 4 показывают, что диэтиловый эфир извлекает из опилок на 15 ... 17 % веществ меньше, чем из этанольного экстракта. Даже «исчерпывающая» экстракция не приводит к полному извлечению веществ, потенциально растворимых в диэтиловом эфире. Это обстоятельство было учтено и отражено в схеме анализа древесного сырья (см. рисунок).



Принципиальная схема анализа древесного сырья

Предлагаемая схема отличается от других тем, что в качестве стартового экстрагента используется этиловый спирт. Смолы и жиры выделяют из полученного экстракта диэтиловым или петролейным эфиром. Водная экстракция после спиртовой представляется необходимой при системном анализе сырья. Как уже отмечалось, лигнин и ПСК определяют в одной навеске путем гидролиза 72 %-й серной кислотой, для моносахаридов и углеводов кислот используют обычную процедуру. Пентозаны, полиурониды и др. характеристики химического состава можно получить другими методами. Например, для легкоотщепляемых метоксильных групп предложен метод [1], отличный от обычно применяемого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гелес И.С., Васильева Н.А. Газохроматографическое определение метоксильных групп в виде метилового спирта в лигнинсодержащих материалах // Гидролизное производство: Научн.-техн. рефер. сб. – 1982. – № 6. – С. 12–14.
2. Гелес И.С. Исследование состава сахаров ускоренным бумажно-хроматографическим методом // Химическая переработка древесины: Реф. информ. – 1967. – № 18. – С. 7–8.
3. Гелес И.С., Коржова М.А. Метод определения состава полисахаридов и лигнина в древесине и целлюлозе. – Петрозаводск. – [2] с. – (Информ. листок КарЦНТИ; № 25-79).
4. Иоргенсене Л. Химия целлюлозных волокон // Основные представления о волокнах, применяемых в бумажной промышленности. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – С. 118–138.
5. Левин Э.Д., Рубчевская Л.П., Чупрова Н.А. Изменение химического состава тканей ствола лиственницы сибирской во время вегетации // Химия древесины. – 1977. – № 3. – С. 89–92.
6. Литвак П.В. О содержании основных органических веществ в древесине сосны обыкновенной // Лесн. журн. – 1972. – № 5. – С. 21–24. – (Изв. высш. учеб. заведений).
7. Меликян Н.М. Структурные изменения и накопление лигнина в растениях в связи с условиями среды. – Ереван: Изд-во Ерев. ун-та, 1959. – 205 с.
8. Непенин Н.Н. Технология целлюлозы. Том 1. Производство сульфитной целлюлозы. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1956. – 748 с.
9. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991. – 320 с.
10. Пояснительная записка к проекту отраслевого стандарта «Сырье для целлюлозно-бумажной промышленности. Методы количественного определения основных компонентов древесины» / Э.И. Чупка, Ф.Г. Калашникова, А.В. Бейгельман, Т.Ф. Коваль // Братск: СибНИИЦК, 1984. – 24 с.
11. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская, В.П. Щеголев, Г.Л. Аким и др. // М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 412 с.
12. Скриган А.И., Бельнская Т.В. Об изменении углеводного состава древесины сосны в зависимости от возраста // Сб. науч. работ Ин-та физико-органич. химии АН БССР. – 1959. – Вып. 7. – С. 159–173.
13. Скриган А.И., Мурашкевич Т.В. О свойствах лигнина, выделенного из древесины разновозрастной сосны // Сб. науч. работ Ин-та физико-органич. химии АН БССР. – 1959. – Вып. 7. – С. 150–157.

14. Справочник бумажника. Часть первая. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 841 с.
15. Сравнительная характеристика методов гидролиза целлюлозных материалов / О.Е. Лозовская, Е.Т. Удод, Н.И. Малахова, М.Н. Маруняк // Химия древесины. – 1976. – № 6. – С. 17–18.
16. Ушаков И.И., Хаджаева С.Г. Определение углеводного состава древесины и целлюлозы // Целлюлоза, бумага и картон: Реф. информ. – 1971. – № 31. – С. 11–12.
17. Шарков В.И., Куйбина Н.И., Соловьева Ю.П. Количественный химический анализ растительного сырья. – М.: Лесн. пром-сть, 1968. – 60 с.
18. Шарков В.И., Собецкий С.В. О химическом составе древесины. Сообщение VIII // ЖПХ. – 1948. – Т. 21, № 6. – С. 659–666.
19. Шарков В.И., Цветкова Е.С. Изменение химического состава древесины в процессе ее роста // Сб. тр. ВНИИГС. – 1950. – Т. 111. – С. 69–84.
20. Analyse von Holz und Zellstoff durch Totalhydrolyse mit Trifluoressigsäure / D. Fendel, G. Wegener, A. Heizmann, M. Przyklenk // Cellulose Chemistry and Technology. – 1978. – Vol. 12, N 1. – P. 31–37.
21. Ekman P. A scheme for routine analysis of Norway spruce wood extractives // Acta Acad. Aboen. – 1979. – Vol. 39, N 5. – P. 88–90.
22. Fengel D., Przyklenk M. Vergleichende Extraktbestimmungen zur Ersatz von Borsol durch Cyclohexan // Holz als Roh- und Werkstoff. – 1983. – Bd. 41, N 5. – S. 193–198.
23. Freudenberg K., Knof L. Die Lignane des Fichtenholzes // Chemische Berichte. – 1957. – 90. Jahrg. – S. 2857–2870.
24. Hagglung E. Holzchemie. – Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft. M. B. H., 1928. – 275 s.
25. Kubel H., Weipmann G., Lange W. Untersuchungen zur Cancerogenität von Holzstaub. Die Extraktstoffe von Buche und Fichte // Holz als Roh- und Werkstoff. – 1988. – Bd. 46, N 6. – S. 215–220.
26. Lignans and Brauns' Lignins from Softwood / A. Sakakibara, T. Sasaya, K. Miki, H. Takahashi // Holzforsch. – 1987. – Bd. 41, N 1. – S. 1–11.
27. Renate H. Die Polysaccharidzusammensetzung des Holzes Verschiedener Alterstufen von *Taxodium Distichum* // Holzforsch. – 1971. – Bd. 21, N 1. – S. 15–18.
28. Techniques for the determination of pulp constituents by quantitative paper chromatography / J. F. Saeman, W.E. Moore, R.L. Mitchell, M.A. Millet // Tappi. – 1954. – Vol. 37, N 8. – P. 336–343.

Петрозаводский государственный
университет

Поступила 02.06.99.

I.S. Geles

To the Question of Determining Chemical Composition of the Wood Raw Material

The influence of extractant nature, extraction scheme, particle size and wood species on the quantity of extractive substances are shown. The influence of water-soluble phenol compounds on the lignin content is set. The wood hydrolysis method and hydrolysis preparation are suggested for the simultaneous determination of lignin and polysaccharide composition.