

Т.В.СУХАЯ, канд.техн.наук, доц.,  
Э.И.БОРОДУЛЯ, канд.биол.наук,  
Н.И.СТАЙЧЕНКО, канд.биол.наук, ст.науч.сотр. (БТИ)

## ДЕЙСТВИЕ КУЛЬТУРАЛЬНОГО ФИЛЬТРАТА ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ НА СУЛЬФИТНУЮ ДЕЛИГНИФИКАЦИЮ ДРЕВЕСИНЫ

Дереворазрушающие грибы в природе сопутствуют древесине, вызывая ее декомпозицию за счет выделяемых в процессе роста экзоэнзимов. В зависимости от характера процесса дереворазрушающие грибы делятся на две основные группы: целлюлозоразрушающие, разлагающие в основном полисахаридную часть, и лигнинразрушающие, воздействующие главным образом на лигнин [1, 2].

В данной работе рассмотрено влияние на процесс сульфитной варки целлюлозы ферментов того и другого типа, находящихся в культурном фильтрате выращенных в лабораторных условиях грибов *Fomitopsis pinicola* (Fr) Karst и *Fomitopsis annosa* (Fr) Karst.

При проведении эксперимента использовались еловая технологическая щепа влажностью 30,2% и сульфитная варочная кислота на натриевом основании. Варки проводились в лабораторном автоклаве емкостью 4 л при гидромодуле 1:5. Перед варкой щепа пропитывалась культуральным фильтратом в течение 20 ч при нормальных условиях, затем фильтрат отбирался и щепа заливалась варочной жидкостью.

Процесс варки осуществлялся по следующему режиму: подъем температуры до 105°C — 1,5 ч, стоянка при 105°C — 1,5 ч, подъем до 140°C — 1,5 ч и стоянка при 140°C — 1,5 ч.

Результаты варок и анализ полученной целлюлозы представлены в табл. 1.



Табл. 1. Влияние энзиматической обработки древесины щепы на результаты варки и физико-механические показатели сульфитной целлюлозы

Предварительная обработка	Состав варочной кислоты	Активность ферментов	Выход техн. целлюлозы, % к древесине	Содержание не-пропара, % к целлюлозе	Жесткость перманганатных единиц	Лигнин, % к технической целлюлозе	Разрывная длина, м	Пентозаны, % к техн. целлюлозе	Сопро-тивление давлению, кГс/см <sup>2</sup>	Сопро-тивление излому, число двойных пеггибов
Контроль	10% вс. SO <sub>2</sub>	—	50,5	4,90	107,0	4,0	9558	7,6	3,13	2480
А	1% Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,770	47,0	0,45	87,5	2,8	9377	7,9	3,95	2620
Контроль	9% вс. SO <sub>2</sub>	—	50,3	4,00	108,5	4,0	10038	7,3	4,06	2400
А	1% Na <sub>2</sub> O	0,580	46,6	0,80	77,0	2,0	9514	5,5	4,20	2830
Контроль	10% вс. SO <sub>2</sub>	—	50,2	4,50	110,0	4,0	—	7,1	—	—
Б	1% Na <sub>2</sub> O	0,420	44,4	нет	56,0	1,3	—	6,9	—	—
Б	"	0,400	45,3	нет	69,0	1,4	—	1,7	—	—
Б	"	0,380	47,1	нет	31,0	0,8	—	0,9	—	—
Б	"	0,340	48,0	нет	51,0	1,2	—	6,8	—	—
Б	"	0,150	46,9	нет	48,0	1,2	—	1,4	—	—

Примечание. А — культуральный фильтрат деструктурирующего гриба *Fomitopsis penicola* (Fr) Karst (активность целлюлазы, мг/мл); Б — культуральный фильтрат деструктурирующего гриба *Fomitopsis annosa* (Fr) Karst (активность лакказы, мг/мл).



В качестве контрольной варки была принята варка с предварительной пропиткой щепы водой в аналогичных условиях. По каждому варианту проведено по 3–5 параллельных варок. Представленные в таблицах результаты являются средними из близких по значению.

Опытные варки с фильтратом гриба *Fomitopsis penicola* (А) характеризовались целлюлазной активностью ферментов, опытные варки с фильтратом гриба *Fomitopsis annosa* (Б) отличались между собой как лакказной активностью ферментов, так и составом питательной среды.

Из табл. 1 следует, что пропитка щепы жидкостью, содержащей фермент целлюлазы, приводит к ускорению процесса сульфитной варки так как выход технической целлюлозы из древесины и содержание в ней лигнина (по жесткости и при непосредственном определении по Кенигу) ниже, чем в контрольных образцах. Значительно снизилось и содержание непровара [2].

Сравнительное определение показателей механической прочности целлюлозы показало, что энзиматическая обработка сказывается на них в незначительной мере.

Обработка древесины жидкостью, содержащей фермент лакказу, привела к ускорению делигнификации в еще большей степени; значение перманганатной жесткости опытной целлюлозы в ряде образцов было в два и более раз ниже, чем контрольной. Непровар ни в одном из опытных образцов не обнаружен. На содержании пентазанов в целлюлозе эта обработка не отразилась.

Таким образом, использование культурального фильтрата лигнинразрушающих грибов с целью улучшения делигнификации и ускорения варки более эффективно, чем культурального фильтрата целлюлозоразрушающих грибов. Это связано с механизмом действия тех и других ферментов. Ферменты целлюлозоразрушающих грибов прежде всего действуют на связи

Табл. 2. Результаты ускоренной сульфитной варки целлюлозы

Предварительная обработка	Режим варки	Состав варочной кислоты	Выход, % к древесине	Содержание непровара, %	Жесткость, п.е.	Лигнин, % к целлюлозе	Пентазаны, % к целлюлозе	Разрывная длина, м	Сопротивление продавливанию, кГс/см <sup>2</sup>	Сопротивление излому, число двойных перегибов
Контроль	I	10% вс. SO <sub>2</sub> 1% Na <sub>2</sub> O	50,3	3,6	108	4,0	7,3	10028	4,06	2460
Б	II	"	49,7	1,1	102	3,9	7,4	9430	5,18	2670
Б	III	"	50,6	3,3	123	4,0	7,4	9320	4,91	2830

Примечание. Режим варок I, II, III был аналогичен вышеуказанному, но конечная стоянка составляла: I – 90 мин, II – 40 мин, III – 15 мин.



лигнин—целлюлоза, но освобожденный лигнин не затрагивают. Вследствие этого химически он изменяется незначительно.

Далее эти ферменты действуют на связи в целлюлозе и гемицеллюлозах, облегчая их растворимость.

Ферменты лигнинразрушающих грибов также действуют сначала на связи лигнин—целлюлоза, в дальнейшем разрушая практически только лигнин, причем в значительно большей степени.

Целлюлозу и гемицеллюлозы эти ферменты мало затрагивают. Для сравнения качества целлюлозы контрольных и опытных образцов равной жесткости были проведены варки с энзимами активностью 0,415 при сокращенной продолжительности конечной стоянки. Результаты варок представлены в табл. 2. Кроме варок, показанных в таблице, проведен ряд варок с сокращением конечной стоянки на 15 мин, 30, 45 и 60 мин. Все они дали целлюлозу с пониженной, по сравнению с контрольной, жесткостью.

Сравниваемая жесткость была получена с сокращением стоянки на 1 ч 15 мин, при 15-минутной ее продолжительности.

Анализ этой целлюлозы показал, что она не уступает по качеству контрольной варке, проведенной со стоянкой 1 ч 30 мин. Были осуществлены также варки целлюлозы со щепой, пропитанной культуральным фильтратом лигнинразрушающих грибов в течение 10 ч. Результаты мало отличались от приведенных в табл. 1.

Кроме того, многократно использовался культуральный фильтрат деревообразующих грибов. При этом трехкратный оборот не снизил активности ферментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л и з а к Ю.В. Целлюлолитические свойства некоторых видов темноокрашенных гипромицетов: Автореф. дис. ..., канд. техн. наук. — Киев, 1971.
2. С т а р о с т е н - к о Н.П., Д е м ч е н к о в П.А. Технология целлюлозно-бумажного производства. — Л., 1964.
3. Т о у а т а N. Degradation of foodstuffs by cellulase and related enzymes. — In: Advances in enzymic hydrolysis of cellulose and related materials. Pergamon Press, Oxford—London—New York—Paris, 235—253, 1963.
4. F. N o r d and W.J. Schubert. The biochemical disintegration of wood and mechanism of Lignification. — *Holzforschung*, 1961, 15, 1.