

К. К. Назаров, доц., канд. биол. наук;
Г. Т. Абдуллаева, доц., канд. биол. наук;
С. Т. Рузметова, ассист.; Н. М. Мирзакулова, студ.
(ТГТУ, г.Ташкент)

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ ГИДРОЛИЗУЕМОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

Биокатализ привлекает к себе все большее внимание в целях получения низкомолекулярных веществ – реактивов для направленного синтеза [1]. Известно, что вид растительного сырья и способ выделения целлюлозы из него определяют физико-химические свойства субстрата, следовательно, обуславливают реакционную способность к ферментативному гидролизу [2–4]. Именно поэтому зависимость ферментативного гидролиза целлюлозных субстратов от характеристик целлюлозы (степени измельчения, кристалличности, полимеризации, наличия нецеллюлозных примесей и т. п.) является предметом многих исследований [3, 5].

Известно, что прочность волокна зависит не только от сортов хлопчатника, но и от накопления и формирования в нем целлюлозы. Чем выше прочность, тем больше их упорядоченность и кристалличность. Менее прочные волокна, возникающие при болезнях, волокнах недозревших, опавших коробочек хлопчатника содержатся больше аморфных участков целлюлозы. У этих образцов линий хлопчатника степень кристалличности и полимеризации также ниже. Проведенные исследования показали, что, созревшие хлопковые волокна с высокой упорядоченностью и высокой прочностью подвергаются ферментативному гидролизу в меньшей степени. Как видно из рисунка, чем ниже прочность волокна, тем выше гидролизуемость целлюлозных волокон. Так, например, хлопковые волокна с прочностью 5,2 гс (Л-36), гидролизуются с меньшей скоростью, чем хлопковые волокна имеющие прочность 3,2 гс (Л-532). За счет их ферментативного гидролиза в реакционной среде содержание глюкозы и ВС составляет 1,054 и 4,9 г/л, против 3,069 и 9,2 г/л, соответственно. Сравнительный анализ полученных данных позволил выявить прямую корреляцию между прочностью и гидролизуемостью волокон имеющих разные параметры по прочности. Хотя, в отдельных случаях наблюдается несоответствие, так например, если механическая прочность волокон относительно высокая, то они с высокой скоростью подвергаются ферментативному гидролизу (рисунок).

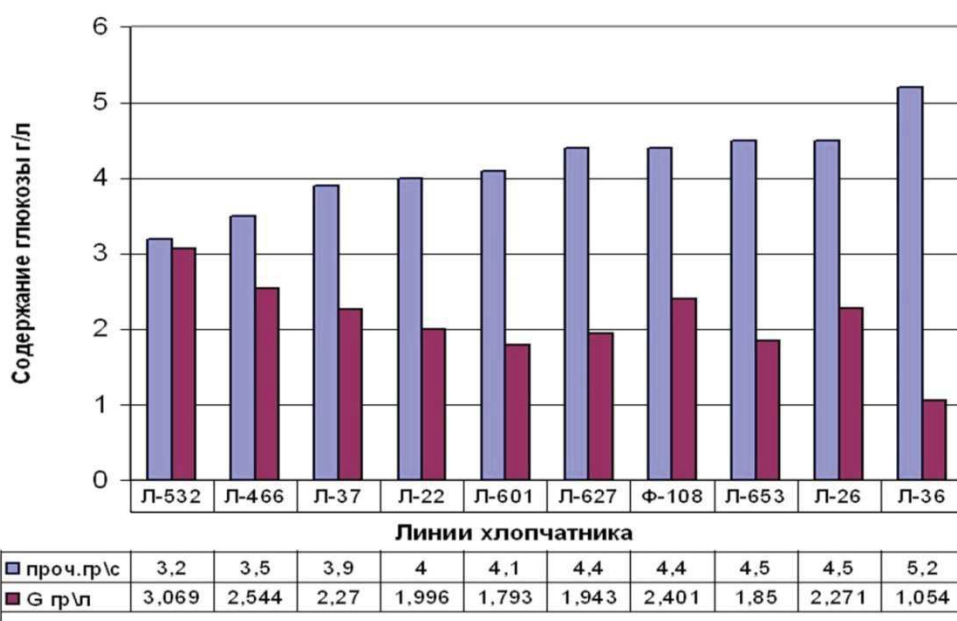


Рисунок 1 - Корреляция между прочностью и биогидролизующестью волокон хлопчатника

Полученные данные позволили установить, что существует прямая корреляция между их гидролизующестью и механической прочностью. Далее были изучены некоторые механико-физические свойства волокон генетически разных линий хлопчатника и их ферментативная гидролизующесть. Из данных таблицы видно, что у линий Л-627 и Ф-108 прочность волокна одинакова (4,4 гс), но гидролизующесть (по выходу глюкозы) различна. Волокно линии Ф-108 имеет линейную плотность 6020 текс и относительную разрывную нагрузку 26,5 гс текс, накопление продукта гидролиза – глюкозы, равно 2,401 г/л. Тогда как для Л-627 с более высокой линейной плотностью 7640 текс и относительной разрывной нагрузкой 33,8 гс текс, биоразложение менее выражено и выход глюкозы в конце процесса составляет всего 1,94 г/л. У линий Л-653 и Л-26 по результатам гидролиза можно наблюдать аналогичную закономерность.

Исходя из полученных данных можно заключить, что технологические свойства волокна могут существенно влиять на процесс его деструкции. Следует отметить, что при этом прочность волокна имеет большое значение и играет основную роль в процессе ферментативного гидролиза (таблица).

Таблица 1 – Взаимосвязь между механико-физическими свойствами и ферментативной гидролизуемостью волокон различных линий хлопчатника

№№	Линии	Прочность, гс	Линейная плотность, текс	Относительная разрывная нагрузка, гс текс	Выход глюкозы, г/л	Концентрация ВС, г/л
1	Л-532	<u>3,2</u>	6080	19,5	<u>3,069</u>	<u>11,2</u>
2	Л-466	3,5	7200	25,2	<u>2,544</u>	<u>8,80</u>
3	Л-37	3,9	6390	24,9	<u>2,270</u>	7,73
4	Л-22	4,0	6920	27,7	1,996	7,23
5	Л-601	4,1	6330	26,0	1,793	7,19
6	Л-627	4,4	7640	33,8	1,941	6,32
7	Ф-108	4,4	6020	26,5	2,401	5,57
8	Л-653	4,5	5600	25,2	1,850	5,70
9	Л-26	4,5	5440	24,5	<u>2,271</u>	6,01
10	Л-36	<u>5,2</u>	4380	22,8	<u>1,054</u>	4,90

Сгруппированы следующие характерные признаки гидролиза, определяющие прочности целлюлозных волокон по накоплению продукта гидролиза – глюкозы в реакционной смеси. Итак, стойкие – Л-36, Л-501, Л-525, Л-602; средне стойкие – Л-12, Л-12-1, Л-654; нестойкие – Л-468, Л-469, Л-532.

Анализ количества общих редуцирующих сахаров показали идентичные результаты, как по степени гидролиза, так и по оценке прочности волокон у испытуемых образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамаюрова В.С., Зиновьева М.Е., Хыонг Ч.Т. Особенности ферментативного гидролиза касторового масла // Катализ в промышленности. 2013. № 2 С. 61—65.
2. Синицын А.П., Гусаков А.В., Черноглазов В.М. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов. М.: Издво МГУ, 1995. 224 с.
3. Jordan D.B., Bowman M.J., Braker J.D., Dien B.S., Hector R.E., Lee C.C., Mertens J.A., Wagschal K. Plant cell walls to ethanol // Biochem. J. 2012. 442. P. 241—252. doi:10.1042/BJ20111922.
4. Ioelovich M., Morag E. Effect of cellulose structure on enzymatic hydrolysis // Bioresources. 2011. № 6. P. 2818–2835.
5. Makoto Yoshida, Yuan Liu and et al. Effects of cellulose crystallinity, hemicellulose, and lignin on the enzymatic hydrolysis of Miscanthus sinensis to monosaccharides // Biosci. Biotechnol. Biochem. 2008. Vol. 72. P. 805–810.