

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ХЛОПКОВОЙ ШЕЛУХИ В ПРОЦЕССЕ ФЕРМЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ И ЩЕЛОЧНОЙ ВАРКИ

RESEARCH OF A COTTON HUSK DESTRUCTION IN THE COURSE OF FERMENTAL PROCESSING AND ALKALINE BOILING

М.Е. БЛИНОВ, А.В. ЧЕШКОВА, Т.Н. БЕЛЯКОВА
M.E. BLINOV, A.V. CHESHKOVA, T.N. BELJAKOVA

(Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State University of Chemistry and Technology)
E-mail: cheshkova@isuct.ru

На основе комплексного анализа данных физико-химических свойств ферментативно-модифицированной хлопковой шелухи установлено, что для более эффективного извлечения лигнина из клеточных стенок ферментами, селективно катализирующими процесс гидролиза полисахаридов, необходимо воздействие комплекса гидролизующих ферментов, содержащих маннаназу.

On the basis of the complex analysis of the given physical and chemical properties of enzymatic-modified cotton husk it is installed that for more effective extraction of a lignin from cell walls by enzymes selectively catalyzing the process of hydrolysis of polysorbates, the complex influence of hydrolyzing enzymes containing mannaaway is necessary.

Ключевые слова: полисахарид, фермент, лигноуглеводный комплекс, деструкция.

Keywords: a polysorbate, an enzyme, a lignin-carbohydrate complex, destruction.

В работе поставлена цель – провести комплексный анализ степени деструкции хлопковой шелухи по показателям, косвенно характеризующим деградацию субстрата, таким как потеря массы и белизна. Условия проведения процесса моделируют технологию подготовки хлопчатобумажных тканей, которые в значительном количестве содержат хлопковую шелуху в виде "галочки". Поскольку степень засоренности хлопкового волокна ввиду его машинной сборки увеличивается, то и увеличивается степень засоренности хлопчатобумажной ткани. Содержание "галочки" в ткани составляет от 0,5 до 3 %, поэтому поиск высокоэффективных, экологических технологий деструкции хлопковой шелухи, исключая негативное воздействие

на саму целлюлозу, является актуальным направлением, требующим своевременного решения.

Современными исследованиями показано, что природный лигнин неоднороден, основная его масса имеет трехмерную сетчатую структуру. В процессе образования лигнина одновременно возникают химические, ковалентные и межмолекулярные, в том числе водородные связи лигнина с углеводами – гемицеллюлозами и, таким образом, строится лигнингемицеллюлозная матрица, в которой заключены микрофибриллы целлюлозы [1...5]. Для перевода природного лигнина в растворимое состояние с целью удаления или выделения из субстрата растворимого лигнина требуется разрушение сетки полисахаридов.

Анализ известных литературных сведений о структуре лигноуглеводной матрицы позволил нам предположить возможность эффективного использования полиферментных составов, содержащих комплексы ферментов гемицеллюлазной и пектиназной активности.

В настоящей работе оценена возможность использования маннаназы, катализирующей гидролиз сложных полисахаридов, включающих маннозу, например галактоманнан. Нами использован препарат Mannaway 4.0 L (CAS-номер: 37288-54-3, 3.2.1.78).

Показано, что в процессе ферментативной модификации хлопковой шелухи с экстрагированными восками (эфиром) интенсивность отражения снижается, а именно при длительности обработки 1 час она составляет 5,5%, при 3 часах 5,0% , при сутках 1,8%.

В свою очередь, за час обработки потеря массы достигает 16 %, рассчитанная степень удаления лигнина составляет 46%; за 3 часа соответственно 17 и 64%; за сутки 2 и 72%, что сопоставимо с результатами щелочной отварки (потеря массы 21%, степень удаления лигнина 55%), при концентрации гидроксида натрия 20 г/л. Можно предположить, что такой субстрат будет легче окисляться в процессах пероксидного беления на стадиях подготовки хлопчатобумажной ткани, поскольку увеличивается доступность лигнина к действию окислителя.

Более интересным, с прикладной точки зрения, является исследование модификации нативной хлопковой шелухи, то есть не обработанной эфиром. Это важно для последующего использования данных в текстильной технологии отделки хлопчатобумажных тканей, где "галочка" является инкрустирующим элементом, в значительной степени лимитирующим процесс подготовки.

На основе полученных зависимостей установлено, что в процессе модификации хлопковой шелухи происходит усиление

цветности субстрата. Высокая цветность хлопковой шелухи после высокотемпературной щелочной варки связана с происходящими процессами поликонденсации образующихся мономеров и полимеров как ароматической природы, так и сахаров с полифенолами [1...3]. В результате этих реакций увеличивается цепочка сопряжения двойных связей и, как следствие, усиление цветности соединений. Новый подход к деградации лигноуглеводного комплекса (ЛУК) хлопковой шелухи основан на многоатаковом действии на полисахариды, преимущественно содержащиеся в хлопковой шелухе и удерживающие лигнин в "жесткой" матрице. Целью ферментной атаки является структура вторичной стенки биополимера, насыщенная лигнинксилановыми комплексами и лигнинманновыми комплексами. Так, установлено, что в процессе ферментной модификации только пектиназами (препарат Scourzyme L) снижение белизны менее динамично, чем при использовании композиции ее с маннаназой.

Свидетельством эффективной ферментной деградации структуры ЛУК хлопковой шелухи являются результаты полученных зависимостей потери массы. На рис. 1 (закономерности изменения белизны (а) и потери массы (б) хлопковой шелухи в зависимости от состава ферментной композиции и длительности ее обработки, где 1 – Scourzyme L, 2 – Mannaway 4.0 L, 3 – композиция, 4 – щелочная варка (запарной), 5 – щелочная варка (жидкостной)) видно, что максимальные значения достигаются при жидкостном способе щелочной варки, при этом потеря массы составляет более 30%, при моделируемом плюсовочно-запарном способе – на уровне 25%. Ферментативная низкотемпературная (50...60°C) модификация композицией ферментов обеспечивает максимально приближенный результат к химическим технологиям модификации. Так, при часовой обработке потеря массы достигает 27...28 %.

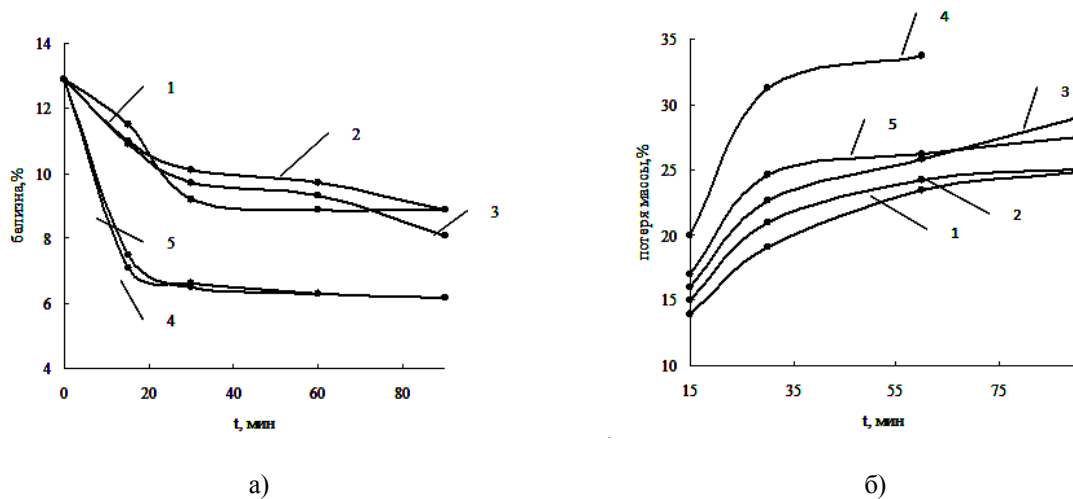


Рис. 1

Задачей подготовки хлопчатобумажных тканей является получить отбеленный текстильный материал с невидимой "галочкой". Беление хлопковой шелухи осуществляли жидкостным способом при концентрации пероксида водорода в белящем растворе 1 г/л (100 %). Из представленных диаграмм наглядно видно, что ферментативно-модифицированная хлоп-

ковая шелуха более эффективно деструктурируется и отбеливается (рис. 2 – влияние состава и длительности обработки на потерю массы (а) и белизну (б) хлопковой шелухи (□- 1-я стадия 30 мин, ■- 1-я стадия 60 мин), где: 1 – Scourzyme L, 2 – Mannaway 4.0 L, 3 – композиция, 4 – щелочная варка (запарной способ), 5 – щелочная варка (жидкостной способ))).

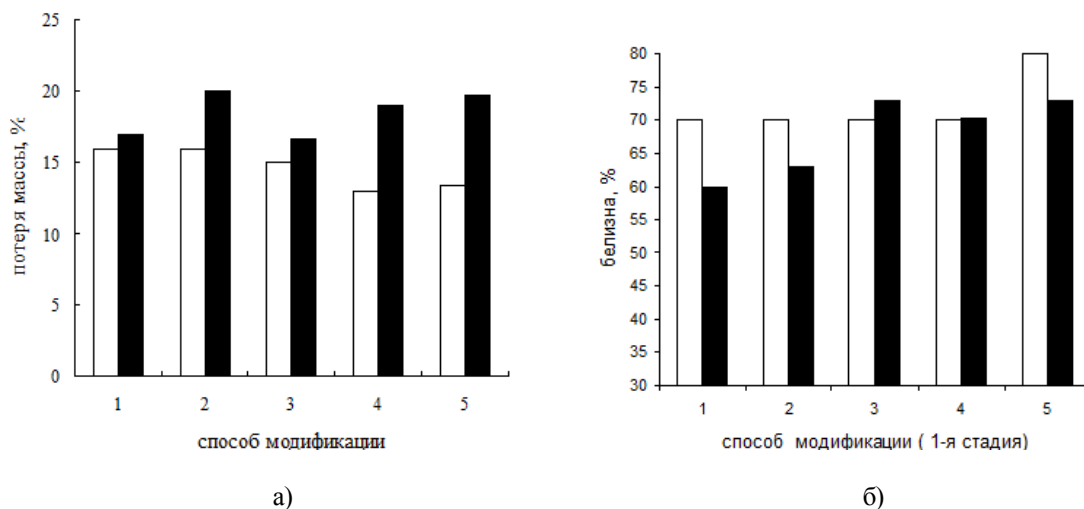


Рис. 2

Свидетельством этому являются высокие показатели потери массы после беления от 16 до 21 %. Это на 3...4 единицы выше, чем результаты, полученные для щелочной варки. Максимальная белизна хлопковой шелухи достигается в случае использования предварительной модификации композицией манназазы и пектиназы.

ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования полиферментных усложненных композиций для деградации хлопковой шелухи в технологиях беления хлопчатобумажных тканей, исключая щелочную отварку.

2. Установлено, что ферментативно-модифицированная хлопковая шелуха имеет высокую белизну, что связано с отсутствием продуктов полимеризации и поликонденсации, образующихся в процессе щелочной варки. Полученные результаты открывают широкие возможности по применению ферментов в технологиях низкотемпературной подготовки хлопчатобумажных тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бриттон Г.* Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986.
2. *Блажей А., Шутый Л.* Фенольные соединения растительного происхождения. – М.: Мир, 1977.
3. *Браунс Ф.Э., Браунс Д.А.* Химия лигнина. – М.: Лесная промышленность, 1964.
4. *Кислухина О., Кюдулас И.* Биотехнологические основы переработки растительного сырья. – Каунас: Технология, 1997.
5. *Синицын А.П., Гусаков А.В., Черноглазов В.М.* Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов. – М.: Изд-во МГУ, 1995.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.02.11.
