

4. Курбанова М.А., Джалилов А.Т., Тиллаев А.Т. Исследование целлюлозных материалов пропитанных огнезащитными антипиренами. //Сборник трудов научно-технической конференции «Химия и технология целлюлозы и её производных». Ташкент.2009.С.35-37.
5. Курбанова М.А., Жумаев С.К., Джалилов А.Т., Сиддигов И. Исследование пропитки древесины огнезащитными антипиреновыми материалами. //Материалы Респ.межвуз. науч.-техн.конф. молодых учёных «Наноконпозиционные материалы». Ташкент. 2009. С.59.

УДК 677.042.72:577.15

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОРАЗМЕРНОГО СОСТОЯНИЯ БЕЛКОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОРИСТОСТИ ЛЬНЯНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Курзанова П.Ю., маг., Лепилова О.В., и.с., Кочкина Н.Е., с.и.с.  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук,  
г. Иваново, Российская Федерация

**Ключевые слова:** лен, ферменты, наноконструирование.

**Реферат.** По данным анализа наноразмерного состояния ферментных препаратов методом динамического светового рассеяния определены критерии подбора биокатализаторов для воздействия на микрометровые и наноразмерные формирования связующих веществ в структуре лубоволокнистых материалов. Разработаны методы регулирования сорбционных характеристик льняного волокна. Экспериментальная оценка эффективности изменения параметров его пористости под влиянием наноразмерных полиферментных композиций пектолитического, протеазного, ксиланазного или целлюлозного действия проведена по показателям площади удельной поверхности и суммарного объема пор методом низкотемпературной адсорбции-десорбции паров азота при 77 К на газовом сорбционном анализаторе NOVA 1200e. Для каждой разновидности мультиэнзимных комплексов выявлены по три группы ферментов с размером белковой глобулы в следующих диапазонах: 1) 7...10 нм, 2) 25...40 нм, 3) 50...100 нм. Установлено, что наиболее эффективными в процессах наноконструирования пористой структуры льняного волокна являются белковые катализаторы с размером глобулы 50...100 нм, обеспечивающие формирование в нем развитой системы крупных мезопор благодаря целенаправленному расщеплению полимерных компонентов в материале. Такой подход позволяет практически в два раза увеличить площадь удельной поверхности льняного волокна при повышении общего объема пор в материале в 1,5...2,3 раза, что свидетельствует о более развитой структуре биомодифицированного образца.

Исследования ориентированы на создание высокоэффективных сорбентов на основе отходов льняного текстильного производства, что является перспективным направлением обеспечения эффективной очистки жидких и газовых сред от загрязняющих веществ. Они обладают развитой системой микро-, мезо- и макропор и содержат в своем составе биополимерные компоненты (пектин, гемицеллюлозы, целлюлоза, лигнин и др.) [1,2], которые способны к разным видам межчастичных взаимодействий, обеспечивающих различные механизмы адсорбции веществ из жидкой и газовой фазы.

Эффективным вариантом управления сорбционной способностью льняного волокна является применение ферментативного катализа, преимущество которого заключается в обеспечении целенаправленного наноконструирования волокнистой матрицы с целью формирования системы мезо- и макропор за счет белковых катализаторов определенного размера. Именно размер глобулы ферментов предопределяет возможность проявления их каталитической активности лишь в зонах волокнистого материала, доступных для проникновения белковых молекул и их участия в пространственно локализованной модификации его поровой структуры.

С этих позиций отбор ферментных препаратов осуществлен не только с учетом проявления их субстратной специфичности (пектиназы, протеазы, ксиланазы, целлюлазы) в отношении основных полимерных компонентов комплексного льняного волокна, но и размерности белковых молекул. Для определения размера глобул ферментов использован метод динамического светового рассеяния (ДРС). По данным рис. 1 осуществлена градация исследуемых мультиэнзимных композиций, предоставленных биохимическим предприятием ЗАО «Энзим» (г. Ладыжин, Винницкая обл., Украина).

Нетрудно видеть, что для каждого вида ферментного препарата определенного субстратного действия отобрано по три группы, различающиеся размером белковых молекул. В частности, среди мультиэнзимных композиций пектолитического действия (см. рис. 1а) выявлен образец 1 с размером глобулы энзимов в интервале 6,9...10,1 нм. Образец 2 содержит максимальное количество молекул ферментов с размером 28 нм. В составе образца 3 присутствуют ферменты с минимальным размером глобулы – не более 100 нм. Аналогичные группы зафиксированы и для других анализируемых видов биопрепаратов (см. рис. 1б-г).

Эффективность применения исследуемых групп белковых катализаторов на изменение параметров пористости и удельной поверхности льняного волокна оценена с применением метода низкотемпературной адсорбции-десорбции паров азота при 77 К на газовом сорбционном анализаторе NOVA 1200e. В качестве примера в таблице приведены характеристики поровой структуры льняного волокна до и после их модифицирования пектолитическими ферментными препаратами.

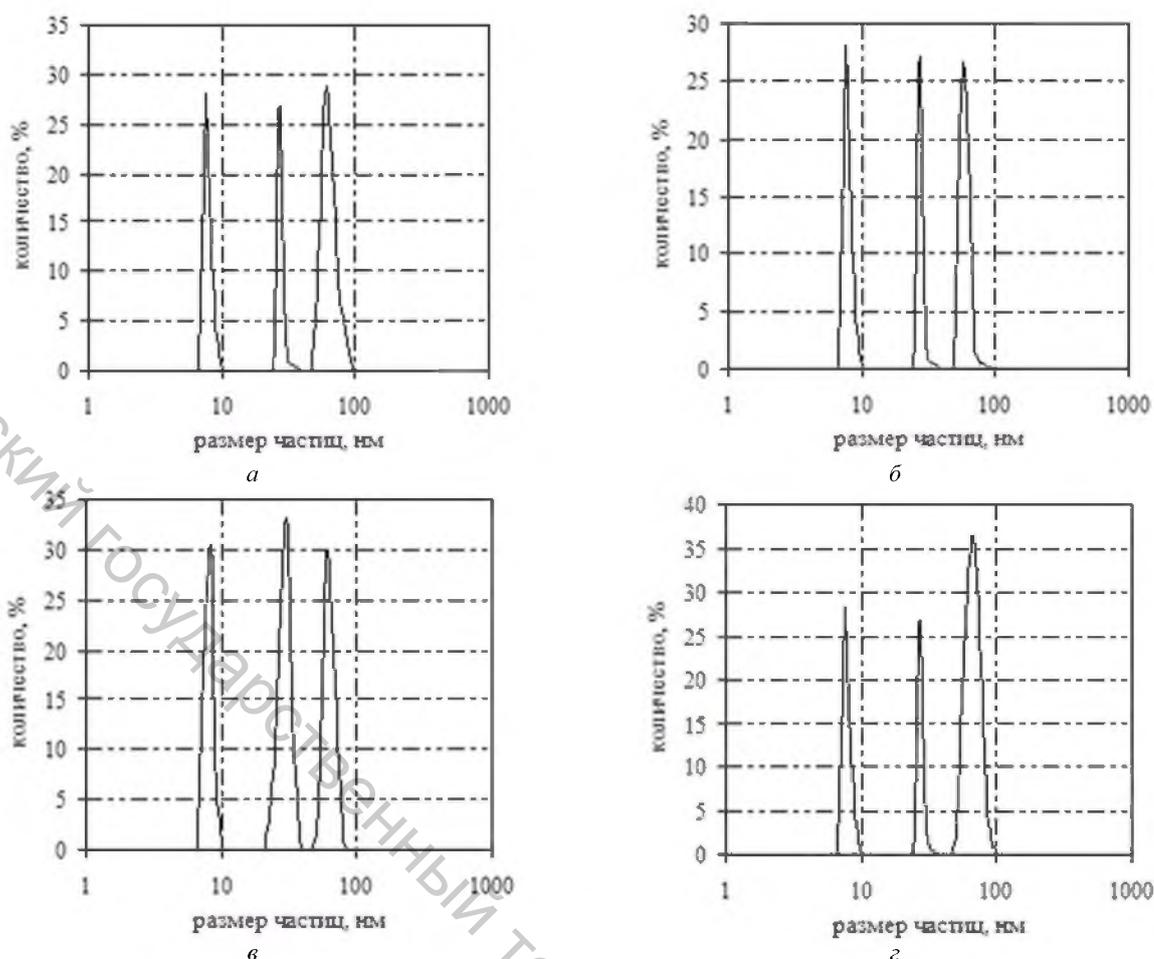


Рисунок 1 – Распределение размера белковых глобул ферментов пектиндеструктурирующего (а), протеолитического (б), ксиланазного (в) и целлюлазного (г) действия в следующих диапазонах: 1) 7...10 нм; 2) 25...40 нм; 3) 50...100 нм

Сопоставительный анализ данных позволил установить, что наиболее эффективным в процессах наноконструирования пористой структуры льняного волокна является пектолитический ферментный препарат с размером глобулы 50...100 нм. В частности его применение позволяет практически в два раза увеличить площадь удельной поверхности льняного волокна при повышении общего объема пор в материале в 2,3 раза, что свидетельствует о более развитой структуре биомодифицированного образца. Подобные тенденции наблюдаются и при использовании целлюлазных, протеазных и ксиланазных препаратов.

Таблица – Характеристика поровой структуры образцов льняного волокна

Вид образца	Диаметр глобулы фермента, $D_{\Phi}$ , нм	Площадь удельной поверхности, $S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г	Суммарный объем пор, $V_{п}$ , см <sup>3</sup> /г
исходное волокно	–	14,7	0,009
биомодифицированная ровница	50-100	28,5	0,014
	25-40	27,3	0,018
	7-10	26,5	0,021

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований №15-43-03075цчр.

Список использованных источников

- Lepilova, O.V., Aleeva, S.V., Koksharov, S.A. (2012) Comparison of the reducing power of al-dose solutions // Russ. J. Org. Chem. V. 48. N 1. P. 83-88.
- Koksharov S.A., Aleeva S.V., Lepilova O.V. Nanostructural biochemical modification of flax fiber in the process of its preparation for spinning // Autex Research Journal, 2015, №2, P. 1-11.