

УДК 677.027.2: 677.027.46

**БИОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ ГЛАДКОКРАШЕННЫХ
КОТОНИНСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ***

**IMPROVEMENT OF BIOCHEMICAL TECHNOLOGIES
OF PRE-TREATMENT FOR OBTAINING OF IMPOTANTED OF COLORED
FLEX-CONTAINING CLOTH**

Н.А. ТОПОРИЩЕВА, Е.Н. МУХИНА, А.В. ЧЕШКОВА

N.A. TOPORISCHEVA, E.N. MUKHINA, A.V. CHESHKOVA

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

(Ivanovo State University of Chemistry and Technology)

E-mail: a_cheshkova@mail.ru

Оценено влияние длительности ферментативной обработки на технические свойства актуальных хлопкольнаных котонинсодержащих тканей (котонин 10...30%). Показано, что следствием целенаправленного ферментативного гидролиза сопутствующих примесей льняной и хлопковой целлюлозы, а также щелочно-перекисного беления является получение требуемой белизны и капиллярных свойств тканей. Специфичная модификация бикомпонентных тканей в процессе подготовки благоприятствует повышению сорбционной восприимчивости и реакционной способности волокон льна и хлопка по отношению к активным красителям без снижения прочностных свойств ткани. Осуществлена оптимизация длительности ферментативной обработки перед перекисным белением и крашением с целью получения прогнозируемых колористических эффектов.

The influence of the duration of enzymatic pretreatment on the technical properties of modern actual native-colored flax-containing cloth (cottonin content from 10-30 was evaluated). It is shown, that the result of selective modification of cellulose in the process of enzymatic treatment and cotton cellulose and alkaline peroxide bleaching is the removal of impurities, increased whiteness and capillary properties of the cloth . A specific modification of bicomponent of the cloth during the preparation favors the sorption susceptibility and reaction ability of flax and cotton fibers with respect to active dyes without reducing the strength properties of the fabric. The optimization of the duration of enzymatic treatment before dyeing for the purpose of obtaining the requiring of coloristic effects.

* Работа выполнена при поддержке ГРАНТА РФФИ №180300221.

Ключевые слова: ферменты, подготовка, биоотварка, котонинсодержащие ткани, котонин, крашение активными красителями.

Keywords: enzymes, pretreatment, bioscouring, cotton-containing cloth, flex faber (cotonin), dyeing with active dyes.

Отечественный рынок текстиля, включающий в себя изделия из смесовых тканей на основе хлопка и льна, ежегодно увеличивается на 20% [1]. Замена хлопка на котонин в пряже в количестве от 10 до 30 % принципиально не изменяет свойства тканей, но обеспечивает повышение капиллярности и прочности на разрыв [2...4]. Ранее показано, что максимальное содержание природноокрашенного котонина, когда возможно отбеливание ткани без снижения ее прочностных свойств ниже допустимых значений, составляет 30%. Однако высокое содержание в льносодержащих тканях отечественного химически немодифицированного льноволокна и, как следствие, нецеллюлозных окрашенных примесей требует особых подходов к организации процессов подготовки и крашения [5...8]. Для котонинсодержащих тканей щелочная отварка недопустима вследствие разволокнения котонина и существенной потери прочностных свойств тканей. Исключение щелочной варки из двухстадийного режима и проведение подготовки по одностадийной технологии щелочно-перекисного беления для таких тканей не является достаточным. По сравнению с хлопчатобумажными тканями они приобретают сравнительно высокую капиллярность, но неравномерную и низкую белизну, не более 73...75%, что отрицательно сказывается на цветовых характеристиках тканей после крашения.

Одним из решений этой проблемы и оригинальным подходом в построении технологии подготовки может стать биохимическая (ферментативная) обработка – как предварительная стадия перед перекисным белением. В настоящей работе в качестве объекта исследования были использованы современные экспериментальные хлопчатобумажные ткани, а именно бязи с вложением механически разволокненного короткого льноволокна (хлопкоподобного кото-

нина) 10...30% с поверхностной плотностью 146 г/м². Данный ассортимент выпускается в отбеленном виде на ряде отделочных производств РФ, в том числе на Меланжевом комбинате (г.Иваново), ООО Прогресс (г.Иваново) и ОАО "Шуйские ситцы" (г.Шуя), ООО "Ленок" (г.Тверь) и является весьма перспективным в плане импортозамещения. Для сравнения обеспечиваемых эффектов выбраны традиционная хлопчатобумажная бязь арт. 262 (производство Узбекистан, поверхностной плотностью 146 г/м²), полульняная ткань (50% хлопковая пряжа, 50% полубелая пряжа на основе длиноволокнистого льна) и чистольняная ткань производства Приволжского льнокомбината (г.Приволжск, Ивановская область) поверхностной плотностью 150 г/м².

В процессе ферментативной обработки в работе использована композиция промышленных ферментных препаратов карбогидраз, а именно Аквазим L (Aquazyme AT-L, амилаза), Скаурзим Л (Scourzyme L, пектат-лиаза) и Вискозим L (Viscozyme L), представляющий собой комплексный препарат ксиланазы, в-глюканызы, а-амилазы и целлюлазы, произведенный путем глубоинной ферментации штаммов *Trichoderma* и *Aspergillus* [9]. Ферменты карбогидраз нашли широкое применение в технологиях ферментативной подготовки (bioscouring) хлопчатобумажных и льняных тканей, в том числе для процессов подготовки перед крашением [10...20]. Однако они не использовались ранее для облагораживания котонинсодержащих материалов.

Ферментативная обработка проводилась в условиях, моделирующих работу джиггера в течение 15...180 мин при температуре 50±2°C, содержащем композицию ферментов Аквазим и Скаурзим в соотношении 1:1 общей концентрацией 2 г/л или композицией Аквазим, Скаурзим и Вискозим при соотношении 1:1:1 общей концен-

трацией 3 г/л. После ферментативной обработки проводилась промывка горячей водой $80\pm 2^\circ\text{C}$ с ПАВ Эмпол 10 (производства ООО Поликол Инвест, г.Заволжск) 0,1 г/л и щавелевой кислоты 2 г/л в течение 1 цикла в 10 мин и далее холодной водой. Белящий состав включал в г/л: пероксид водорода (100%) 6...7, гидроксид натрия 1...1,5, мата-силикат натрия 8...9, ПАВ Эмульгатор FRS-0,4...0,5, мочевины 5...6. Длительность беления при температуре 98°C составила 30 мин, а общее время с учетом нагрева белящего раствора с 30 до 98°C и промывок горячей и холодной водой 60 мин.

На первом этапе настоящей работы установлены зависимости основных технических свойств и геометрических характеристик ферментативно модифицированного и отбеленного котонина льна (табл.1). Показано, что длительная ферментативная

обработка в растворе более 120 мин при температуре 50°C и последующем щелочно-перекисном белении приводит к увеличению доли пуховых волокон от 1 до 9%. При этой длительности длина волокна сокращается и среднее значение модальной длины не превышает 15...18 мм, что существенно ниже этого показателя для хлопкового волокна. Хотя длина волокна не является значимым показателем, тем не менее, ее снижение и образование пуховых волокон будет значительно ухудшать прочностные свойства отбеленных смесовых хлопкольняных тканей. Учитывая изменение геометрических свойств котонина после полного цикла подготовки, можно предположить, что длительность ферментативного воздействия в процессах подготовки тканей не должна превышать 60...90 мин.

Т а б л и ц а 1

Тип волокна	Длительность ферментативной обработки, мин	Модальная длина, мм ($\pm 0,2$)	Показатель равномерности, у.ед. (± 10)	Содержание коротких волокон (менее 5 мм), % ($\pm 0,02$)
Хлопковое волокно	-	21,5	1050	0,1
Волокно льняное (котонин)	15	37,7	1391	0,10
	20	35,7	1328	0,13
	30	32,1	1275	0,58
	60	29,2	1115	0,93
	90	27,7	1125	3,94
	120	17,8	1080	5,97
	180	10,3	1040	9,10

В табл. 2 приведены сравнительные результаты ферментативно-пероксидного беления котонина льна, наглядно иллюстри-

рующие преимущества биохимической подготовки перед щелочно-перекисным двухстадийным и одностадийным белением.

Т а б л и ц а 2

Способ подготовки	Длина волокна, мм	Потеря массы, %	Показатель равномерности	Средняя линейная плотность, текс	Номер с учетом расщепленности	Пуховые волокна, %	Белизна, %
Одностадийное пероксидное беление	31/35*	5,9	2527	390	2564	0,85	75,9
Щелочно-пероксидное беление	23/31	25,5	1395	260	3846	1,48	82,5
Ферментативно-пероксидное беление	27/30	15,6	1115	280	3571	0,93	82,0
Хлопковое волокно	15/ 18	3,9	1050	222	4504	0,10	82,2

П р и м е ч а н и е. * – в числителе дроби модальная длина, в знаменателе – штапельная.

В табл. 3 суммированы результаты изменений технических свойств целлюлозной смесовой ткани с вложением котонина 25%. Установлено, что в течение 30...60 мин осветленность (белизна) котонинсодержащей ткани увеличивается на 8...9 ед, капиллярность более чем на 70 мм при допустимом снижении прочностных свойств ткани

и вязкости медно-аммиачных растворов целлюлозы (табл. 3). Степень расщипки за это время достигает 8...9 баллов, это более 90%, а степень удаления примесей превосходит результаты постадийной действующей технологии обработки хлопчатобумажной ткани путем щелочной отварки, кислотики и промывки.

Таблица 3

Время, мин	Разрывная нагрузка, Н	Истирание, циклы	Вязкость, ед	Потеря веса, %	Прирост белизны, ед
-	830/760*	10042	2,0	-	-
15	680/520	9754	1,9	3,9	5,1
30	609/516	8389	1,8	10,2	8,3
60	599/500	8230	1,7	15,0	9,5
120	585/485	8037	1,2	24,7	11,2
	Расщипка, баллы	Белизна, %	Нецеллюлозные вещества, %	Капиллярность, мм	Впитываемость, с
-	6	76,3	13,3	60	≥4
15	7/9**	77,1	15,2/10,1**	55/70**	4/≤1**
30	8/9	79,9	11,2/8,9	75/90	2/≤1
60	9/9	81,8	8,5/3,5	89/125	1/≤1
120	9/9	82,5	2,8/1,9	95/135	≤1/≤1
х/б бязь (60мин)	8/9	82,2	5,1/1,8	10 /100	≥60/≤1

Примечание. * – в числителе – значения для основы, в знаменателе – для утка; ** – в числителе дроби результаты после ферментативной обработки, в знаменателе – после полного цикла беления.

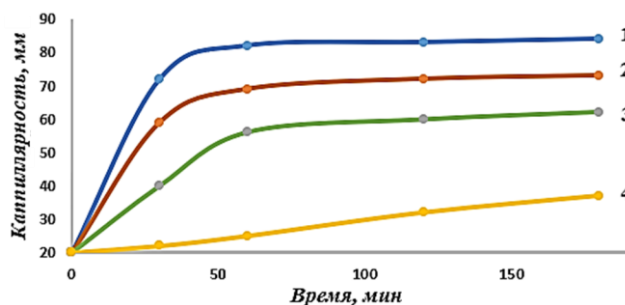


Рис. 1

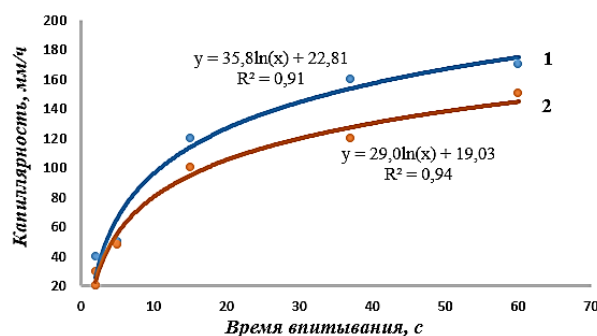


Рис. 2

Для эффективности протекания сорбционных процессов при крашении активными красителями особое значение имеет не столько капиллярность (мм/ч), сколько скорость капиллярного впитывания. На рис. 1 (изменение капиллярных свойств котонинсодержащей ткани в зависимости от длительности обработки: 1 – Скауризим и Вискозим; 2 – гидроксид натрия, температура обработки $98 \pm 2^\circ\text{C}$; 3 – Скауризим; 4 – контрольный опыт (обработка водой); 2-4-температура обработки $50 \pm 2^\circ\text{C}$) и рис. 2 (кинетика капиллярного впитывания отбеленной

котонинсодержащей бязи с предварительной биообработкой (1 – комплекс карбогидраз; 2 – Аквазим, Скауризим)) представлена кинетика капиллярного впитывания котонинсодержащей ткани в зависимости от способа подготовки. Можно видеть, что процесс щелочной отварки, значительно меняя капиллярную систему за счет омыления и эмульгирования воскообразных веществ хлопка, а также котонизации льна, обеспечивает максимальную скорость капиллярного впитывания воды. Ферментативная обработка перед перекисным беле-

нием позволяет приблизить эффект к результату щелочной отварки.

Для выявления влияния подготовки, включающей ферментативную обработку и пероксидное беление на результат крашения, проведена комплексная оценка цветовых характеристик окраски тканей и их технических свойств. В эксперименте длительность беления и крашения были статичными (табл. 4 – влияние ферментной обработки в технологии перекисного беления на цветовые характеристики окрашенной ткани с вложением котонина 25%; эталон

сравнения – суровая окрашенная ткань; табл. 5 – сравнительные результаты крашения хлопкольняных и льняных тканей, подготовленных по ферментативно-пероксидной технологии). Крашение тканей проводили по периодической технологии, моделируя условия процесса при 60°C. Установлено, что следствием целенаправленной ферментативной модификации целлюлозы является повышение сорбционной восприимчивости и реакционной способности целлюлозы по отношению к активным красителям.

Т а б л и ц а 4

Время, мин	X	Y	Z	a	b	ΔL	ΔC	ΔH
15	12,84	8,32	9,82	40,28	-2,82	34,63	38,68	-4,17
60	14,41	9,32	11,26	38,56	-3,40	36,58	38,41	-4,82
90	14,39	9,55	12,01	38,18	-4,94	37,03	40,50	-7,38

Т а б л и ц а 5

Содержание котонина, %	ΔS	ΔL	ΔC	ΔH	ΔE
10	0,06	0,32	0,01	-0,23	0,3
15	0,82	1,25	0,79	-2,68	1,9
20	-1,39	-1,51	1,49	-5,60	3,8
25	-1,05	-1,51	-0,94	-4,78	3,9
30	-0,85	1,77	1,08	5,63	5,6
арт.876, лен 100%	4,67	-2,47	3,41	-2,40	5,2
арт.292, лен	4,68	-2,09	9,53	-1,06	5,4
арт.550 полулен	-1,17	-1,26	-1,22	-5,04	2,0

Пр и м е ч а н и е. Длительность ферментативной обработки 30 мин, длительность щелочно-пероксидного беления 30 мин.

Проведено сравнение колористических характеристик котонинсодержащих тканей, предварительно прошедших стадию ферментативной подготовки в течение различного времени. В качестве эталона использовали суровую окрашенную котонинсодержащую ткань. Из результатов, представленных в табл. 4, видно, что увеличение длительности ферментативной обработки обеспечивает снижение желтизны (b) окрашенных тканей и повышение их светлоты (ΔL). При длительности обработки 90 мин значительно изменяется показатель ΔH , что, видимо, связано с удалением сопутствующих гидрофобных и окрашенных примесей и, в первую очередь, лигнина котонина льна.

Нами оценено влияние котонина в составе тканей на результат колорирования

(табл. 5). Эталонем сравнения в эксперименте служила окрашенная хлопчатобумажная ткань с предварительной подготовкой по двухстадийному режиму щелочной отварки и щелочно-перекисного беления. Можно отметить, что для котонинсодержащих тканей с вложением котонина 20...25% цветовые характеристики сравнимы с полульняной тканью, а для тканей с вложением котонина 30% цветовые – с льняными. Максимальным различием с хлопчатобумажной бязью по насыщенности цвета (ΔS), светлоте (ΔL) и общим цветовым различием (ΔE) обладают льняные ткани. Минимальное цветовое различие по сравнению с окрашенной хлопчатобумажной тканью имеют ткани с вложением котонина не более 15%. Важным является то, что ткани, подготовленные и окрашенные по сокра-

щенной технологии, имеют высокие показатели устойчивости к сухому, мокрому трению.

Новые технологии позволят производству независимо от ассортимента тканей и их сырьевого состава полностью перестроиться на бесхлорные экотехнологии подготовки перед крашением, тем самым пройти на новый уровень унифицирования технологических режимов. Такой подход исключит процедуру перестройки технологических процессов при переходе от одного артикула к другому, а современные котонин-содержащие ткани с различным вложением котонина льна лишь существенно расширят ассортимент продукции.

ВЫВОДЫ

1. Показана перспективность сокращенных технологий подготовки тканей, выработанных с вложением в хлопковую пряжу котонина льна, предназначенных для колорирования активными красителями по регламентированным технологиям.

2. На основе анализа цветовых характеристик и цветовых различий окрашенных тканей выявлено оптимальное время ферментативной обработки композицией карбогидраз, соответствующее 60 мин перед перекисным белением, обеспечивающим получение высококачественных тканей на стадии крашения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ИТС 39-2017. Производство текстильных изделий. – М.: Бюро НТД, 15 декабря 2017 г., № 2835. С.366.

2. Чешкова А.В., Логинова А.В., Кувшинова С.А., Буров А.В. Сорбционные свойства волокнисто-полимерных материалов на основе котонина льна // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2016, № 2. С. 55...59.

3. Логинова В.А., Чешкова А.В. Исследование специфики делигнификации льна в технологиях "холодной" ферментативной котонизации // Тез. докл. Межд. науч.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности. – Иваново: ИГТА. С. 122...123.

4. Шибашова С.Ю., Чешкова А.В., Кузьмин А.П. Особенности модификации поверхности целлюлозы под действием гидролаз // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №4. С. 50...52.

5. Топорищева Н.А., Мухина Е.Н., Чешкова А.В. Актуальный дизайн и цветовые характеристики тканей на основе природноокрашенного котонина льна // В сб. мат. Всерос. научн.-практ. конф.: Дизайн и искусство – стратегия проектной культуры XXI века (ДИСК – 2019). Ч.4. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина. С.29...32.

6. Мухина Е.Н., Топорищева Н.А., Фролова Т.С., Чешкова А.В. Цветовые характеристики и сорбционная способность окрашенных котонинсодержащих материалов // Сб. науч. статей: Текстильная химия. Традиции и новации. – Иваново: ИГХТУ, 2019. С.192...195.

7. Чешкова А.В., Монахова Л.Н., Чешкова В.А., Смирнова Е.В. Исследование влияния способа подготовки льняных тканей на качество крашения активными красителями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С. 66...69.

8. Мухина Е.Н., Топорищева Н.А., Чешкова А.В. Ферментативная модификация в экотехнологиях крашения тканей на основе котонина льна // Тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием: Современные достижения в производстве текстиля. – СПб: СПГУПТД, 2019.

9. Николов А. Энзимы фирмы "НовоНордиск" для текстильной промышленности // Текстильная химия. – 1998, №2(14). С.65...67.

10. Чешкова А.В., Завадский А.Е., Логинова В.А. Новые биохимические подходы к модификации волокон в решении проблемы унифицирования технологий подготовки // Российский химический журнал. – 2011-2013, №3. С. 59...66.

11. Чешкова А.В., Козлова О.В. Унифицированные технологии отделки тканей: экономичность и экологичность // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, №2. С. 37...42.

12. Чешкова А.В., Шибашова С.Ю., Кончина А.А. Влияние ферментативной модификации целлюлозы на капиллярные свойства материалов перексидного способа подготовки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6. С. 89...94.

13. Чешкова А.В., Борисова О.А. Инновационные биохимические технологии отделки льняных и льно-содержащих тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №6. С.69...72.

14. Sójka-Ledakowicz, J., Antczak T., Pyć R., Lichawska J. Biosynthesis of multi-enzymatic preparation from *Aspergillus Niger* IBT-90 useful in textile fabric treatment // Journal of Biotechnology. – Vol.118, 2005. P.127.

15. Bhattacharya S.D., Shah J.N. Enzymatic Treatments of Flax Fabric // Textile Research Journal. – № 74, 2004. P.622...628.

16. Vijay Anand, A. Thambidurai S. Modification of Bioscoured Cotton Cellulose by Grafting and Hydrolysis Process // Iranian Polymer Journal. – №18 (5), 2009. P.393...400.

17. Kalantzi S. et al. Improved properties of cotton fabrics treated with lipase and its combination with pectinase // Fibres & Textiles. – Vol.18, №5(82), 2010. P.86...92.

18. Abdel-Halim E.S., Fouda Moustafa M.G. Bioscouring of linen fabric in comparison with conventional chemical treatment // Carbohydrate Polymers. – Vol.74, №3, 2008. P. 707...711.

19. Скобова Н.В., Ясинская Н.Н. Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей // Вестник Витебского гос. технолог. ун-та. – 2013, вып. 25. С. 59...63.

20. Скобова Н.В., Ясинская Н.Н. Влияние ферментативной отделки на физико-механические свойства льняных тканей // Сб. мат. Межд. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2015). Ч.2. – М., 2015. С. 196...198.

REFERENCES

1. ITS 39-2017. Proizvodstvo tekstil'nykh izdeliy. – М.: Byuro NTD, 15 dekabrya 2017 g., № 2835. S.366.

2. Cheshkova A.V., Loginova A.V., Kuvshinova S.A., Burov A.V. Sorbtionnye svoystva voloknisto-polimernykh materialov na osnove kotonina l'na // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2016, № 2. S.55...59.

3. Loginova V.A., Cheshkova A.V. Issledovanie spetsifiki delignifikatsii l'na v tekhnologiyakh "kholodnoy" fermentativnoy kotonizatsii // Tez. dokl. Mezhd. nauch.-tekhn. konf.: Sovremennye naukoemkie tekhnologii i perspektivnye materialy tekstil'noy i legkoy promyshlennosti. – Ivanovo: IGTA. S. 122...123.

4. Shibashova S.Yu., Cheshkova A.V., Kuz'min A.P. Osobennosti modifikatsii poverkhnosti tsellyulozy pod deystviem gidrolaz // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2003, №4. S. 50...52.

5. Toporishcheva N.A., Mukhina E.N., Cheshkova A.V. Aktual'nyy dizayn i tsvetovye kharakteristiki tkaney na osnove prirodnookrashennogo kotonina l'na // V sb. mat. Vseros. nauchn.-prakt. konf.: Dizayn i iskusstvo – strategiya proektnoy kul'tury XXI veka (DISK – 2019). Ch.4. – М.: RGU imeni A.N. Kosygina. S.29...32.

6. Mukhina E.N., Toporishcheva N.A., Frolova T.S., Cheshkova A.V. Tsvetovye kharakteristiki i sorbtionnaya sposobnost' okrashennykh kotoninsoderzhashchikh materialov // Sb. nauch. statey: Tekstil'naya khimiya. Traditsii i novatsii. – Ivanovo: IGKhTU, 2019. S.192...195.

7. Cheshkova A.V., Monakhova L.N., Cheshkova V.A., Smirnova E.V. Issledovanie vliyaniya sposoba podgotovki l'nyanykh tkaney na kachestvo krasheniya aktivnymi krasitelyami // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2008, № 4. S. 66...69.

8. Mukhina E.N., Toporishcheva N.A., Cheshkova A.V. Fermentativnaya modifikatsiya v ekotekhnologiyakh krasheniya tkaney na osnove kotonina l'na // Tez. dokl.

Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhd. uchastiem: Sovremennye dostizheniya v proizvodstve tekstilya. – SPb: SPGUPTD, 2019.

9. Nikolov A. Enzimy firmy "NovoNordisk" dlya tekstil'noy promyshlennosti // Tekstil'naya khimiya. – 1998, №2(14). S.65...67.

10. Cheshkova A.V., Zavadskiy A.E., Loginova V.A. Novye biokhimicheskie podkhody k modifikatsii volokon v reshenii problemy unifikatsionnogo tekhnologii podgotovki // Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. – 2011-2013, №3. S. 59...66.

11. Cheshkova A.V., Kozlova O.V. Unifikatsionnyye tekhnologii otdelki tkaney: ekonomichnost' i ekolo-gichnost' // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2013, №2. S. 37...42.

12. Cheshkova A.V., Shibashova S.Yu., Konchina A.A. Vliyanie fermentativnoy modifikatsii tsellyulozy na kapillyarnye svoystva materialov peroksidnogo sposoba podgotovki // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, №6. S. 89...94.

13. Cheshkova A.V., Borisova O.A. Innovatsionnyye biokhimicheskie tekhnologii otdelki l'nyanykh i l'nosoderzhashchikh tkaney // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2009, №6. S.69...72.

14. Sójka-Ledakowicz, J., Antczak T., Pyć R., Lichawska J. Biosynthesis of multi-enzymatic preparation from *Aspergillus Niger* IBT-90 useful in textile fabric treatment // Journal of Biotechnology. – Vol.118, 2005. P.127.

15. Bhattacharya S.D., Shah J.N. Enzymatic Treatments of Flax Fabric // Textile Research Journal. – № 74, 2004. P.622...628.

16. Vijay Anand, A. Thambidurai S. Modification of Bioscouring Cotton Cellulose by Grafting and Hydrolysis Process // Iranian Polymer Journal. – №18 (5), 2009. P.393...400.

17. Kalantzi S. et al. Improved properties of cotton fabrics treated with lipase and its combination with pectinase // Fibres & Textiles. – Vol.18, №5(82), 2010. P.86...92.

18. Abdel-Halim E.S., Fouda Moustafa M.G. Bioscouring of linen fabric in comparison with conventional chemical treatment // Carbohydrate Polymers. – Vol.74, №3, 2008. P. 707...711.

19. Skobova N.V., Yasinskaya N.N. Eksperimental'nye issledovaniya protsessu bioobrabotki l'nyanykh tkaney // Vestnik Vitebskogo gos. technolog. un-ta. – 2013, vyp. 25. S. 59...63.

20. Skobova N.V., Yasinskaya N.N. Vliyanie fermentativnoy otdelki na fiziko-mekhanicheskie svoystva l'nyanykh tkaney // Sb. mat. Mezhd. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (Innovatsii-2015). Ch.2. – М., 2015. S.196...198.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 26.03.20.