

## ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПЕКТИНОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ К КОЛОРИРОВАНИЮ

### THE USE OF PECTINOLYTIC ENZYME PREPARATIONS FOR THE PREPARATION OF LINEN MATERIALS FOR DYEING

УДК 677.11.027.2

Н.Н. Ясинская, Н.В. Скобова\*, К.А. Котко

Витебский государственный технологический университет

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2018-13511>

N. Yasinskaya, N. Skobova\*, K. Kotko

Vitebsk State Technological University

## РЕФЕРАТ

**ФЕРМЕНТ, ПОДГОТОВКА К КОЛОРИРОВАНИЮ, ЛЬНЯНАЯ ТКАНЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, БИООБРАБОТКА, ПЕКТИНАЗА**

Важнейшей в технологиях отделки текстильных материалов является операция подготовки к колорированию. Большинство операций отделочного производства текстильной отрасли связаны с химическими и физико-химическими воздействиями на волокно в достаточно жестких условиях – высокая температура, агрессивные химические препараты, что оказывает разрушающее действие на волокнообразующий полимер. Актуальной является задача разработки комплексных технологий обработки льняных материалов, позволяющих минимизировать воздействие химических препаратов на волокнообразующий полимер – целлюлозу, а также повысить экологичность технологий отделки. Особую практическую значимость имеют биотехнологии, направленные на использование в процессах подготовки ферментов различной активности при низких температурах и в нейтральных средах.

Проведены исследования процесса биобработки льняных тканей ферментным препаратом Пектиназа, в ходе которых выбрана оптимальная схема подготовки материала, определены рациональные технологические режимы: температура обработки – 50 °С, длительность – 30 мин, концентрация ферментного препарата Пектиназы – 3–4 г/л. Эффективность использования доказана результатами исследований капиллярных и прочностных свойств льняных тканей.

## ABSTRACT

**ENZYME, PREPARATION FOR DYEING, LINEN MATERIALS, TECHNOLOGICAL PROCESS, BIOLOGICAL TREATMENT, PECTINASE**

The most important in the technology of finishing of textile materials is the operation of preparing for coloring. Most of the operations of the finishing production of the textile industry are associated with chemical and physical-and-chemical effects on the fiber in quite harsh conditions – high temperature, aggressive chemical materials that have a destructive effect on the fiber-forming polymer. The actual task is to develop complex technologies for treating of flax materials to minimize the effect of chemicals on the fiber-forming polymer – cellulose, as well as to improve the environmental friendliness of finishing technologies. Biotechnology has particular practical importance, aimed at the use of enzymes of various activity in low temperatures and in neutral environments.

Studies of the bioprocessing of flax fabrics with the enzyme preparation Pectinase were carried out, during which the optimal scheme of material preparation was chosen, rational technological regimes were determined: processing temperature – 50 °C, duration – 30 min, concentration of the enzyme preparation Pectinase – 3–4 g/l. Efficiency of use is proved by the results of studies of the capillary and strength properties of linen fabrics.

\* E-mail: skobova-nv@mail.ru (N. Skobova)

Важнейшей в технологиях отделки текстильных материалов является операция подготовки к колорированию, заключающаяся в придании равномерной смачиваемости, сорбционной способности и устойчивой белизны [1]. Хорошая подготовка обеспечивает высокую скорость протекания последующих операций отделки, ровноту и устойчивость окраски, равномерность и устойчивость эффекта аппретирования. Для обеспечения указанных свойств из текстильных материалов необходимо удалить примеси и загрязнения, сообщающие им гидрофобность и цвет, что осуществляется в процессе отварки и беления. Большинство операций отделочного производства текстильной отрасли связаны с химическими и физико-химическими воздействиями на волокно в достаточно жестких условиях – высокая температура, химические препараты, что оказывает разрушающее действие на волокнообразующий полимер. Подготовка текстильных материалов из льняных волокон обладает специфическими особенностями, связанными с большим содержанием природных примесей и загрязнений – 20–25 % [2, 3]. Высокое качество подготовки льняных тканей достигается, когда химическая очистка волокна проводится дважды – в виде пряжи или ровницы, а затем в виде ткани. В многостадийном цикле облагораживания происходит постепенное извлечение примесей путем воздействия агрессивных химических препаратов.

В этой связи актуальной является задача разработки комплексных технологий обработки льняных материалов, позволяющих минимизировать агрессивное воздействие химических препаратов на волокнообразующий полимер – целлюлозу, а также повысить экологичность технологий отделки. В последние десятилетия активизировались исследования в направлении биохимических способов подготовки текстильных материалов из целлюлозных волокон [4, 5, 6, 7, 8]. Особую практическую значимость с точки зрения экологичности и сохранения целлюлозы имеют ферменты, проявляющие активность при низких температурах и в нейтральных средах. Поэтому представляет интерес исследовать процесс подготовки льняных тканей ферментными препаратами пектинолитического действия – пектиназ.

Целью работы является – разработка эффективного способа подготовки льняных тканей с использованием пектиназ, позволяющего обеспечить высокие показатели смачиваемости, при сохранении прочностных свойств.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования является суровая льняная ткань производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат», характеристики которой представлены в таблице 1. В качестве основного компонента ферментного раствора для отварки использовался препарат Пектиназа производства ООО «Фермент» (Республика Беларусь), со следующими характеристиками:

- рабочий *pH*: 4,0–5,0;
- рабочая температура, °C: 40–65;
- активность, не менее 6500 *ед/г*.

Оценка степени влияния ферментных препаратов на свойства ткани и оптимизация температурно-временных параметров процесса биотварки проведена по следующим показателям:

- капиллярность (для характеристики смачиваемости);
- разрывная нагрузка и разрывное удлинение ткани вдоль основы и утка;
- потеря прочности.

#### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАПИЛЛЯРНОСТИ ТКАНИ

Полоску ткани длиной по основе 30 *см* и шириной по утку 5 *см* подвешивают за один конец над кристаллизатором с раствором бихромата калия концентрацией 3 *г/л*, а другой конец опускают в раствор и ведут наблюдение за поднятием окрашенной жидкости по ткани. Замеры производят через 1, 5, 10, 20, 30 и 60 *мин*.

У хорошо подготовленных тканей жидкость поднимается на значительную высоту (не менее 100–130 *мм*) более или менее равномерно по всей ширине полоски. При определении капиллярности замер лучше вести по сплошному фронту подъема жидкости и максимальному пику. Разность между максимальным и сплошным подъемом окрашенной жидкости будет указывать на степень равномерности подготовки ткани.

Капиллярность нормально подготовленной хлопчатобумажной ткани составляет около 125 *мм* за 30 *мин*.

Разрывная нагрузка и разрывное удлине-

Таблица 1 – Физико-механические свойства суровой ткани

Показатель	Значение параметра	
	Образец 1	Образец 2
Вид сырья	100 % лен	100 % лен
Поверхностная плотность, $г/м^2$	245	185
Разрывная нагрузка, $H$ , по основе (факт./ТУ) по утку (факт./ТУ)	700/343	196/490
	580/343	245/430
Разрывное удлинение, $мм$ по основе (факт.) по утку (факт.)	7,0	6,2
	10,2	12,8

ние ткани вдоль основы и утка определялась на разрывной машине РТ-250 в соответствии с ГОСТ 10138-93. Ткани чистольняные, льняные и полульняные бельевые. Общие технические условия, ГОСТ 15968-2014. Ткани чистольняные, льняные и полульняные одежные. Общие технические условия, ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении (с Изменениями № 1, 2, 3)

Потеря прочности рассчитывалась по формуле

$$\Delta R = \frac{R_c - R_o}{R_c} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $R_c$  и  $R_o$  – соответственно разрывная нагрузка суровой и биообработанной ткани,  $H$ .

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В лабораторных условиях кафедры экологии и химических технологий проведены исследования процесса биообработки льняных тканей ферментным препаратом Пектиназа по двум технологическим схемам, представленным на рисунке 1. Условия проведения эксперимента представлены в таблице 2.

Результаты исследования свойств льняных тканей после ферментной обработки представлены на рисунках 2, 3.

Анализ полученных результатов показывает, что при обработке льняных тканей независимо от схемы происходит снижение прочности ма-

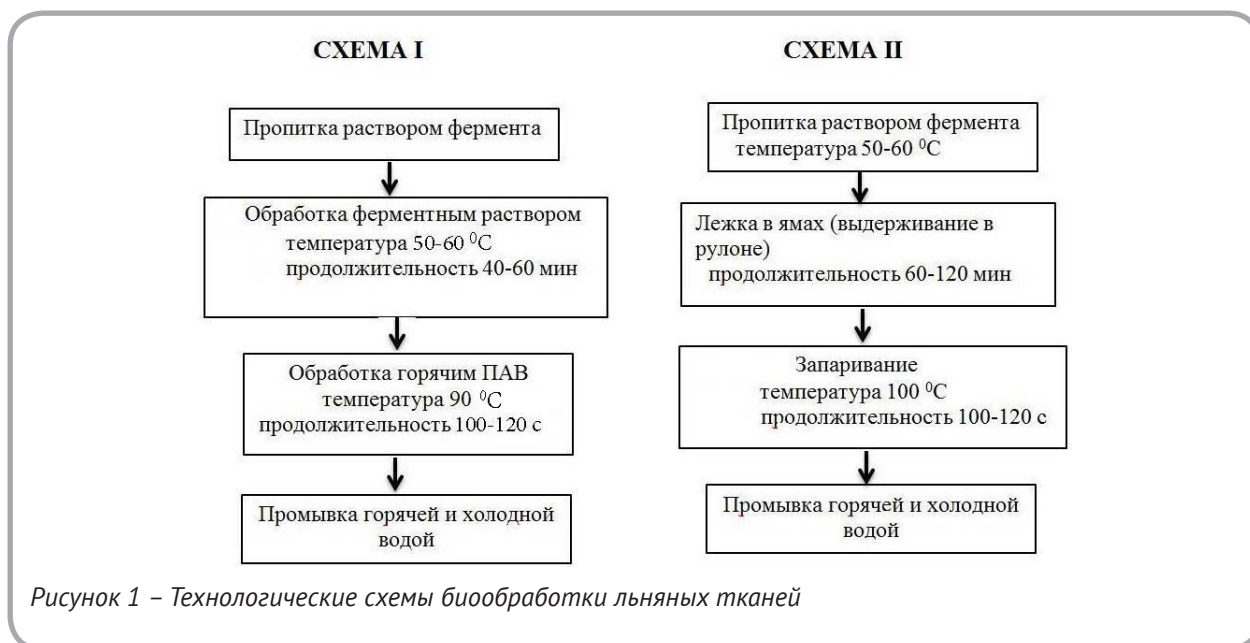


Рисунок 1 – Технологические схемы биообработки льняных тканей

Таблица 2 – Условия проведения эксперимента

№ образца	Состав варочного раствора, г/л	Условия обработки
1-I	Пектиназа – 6–8 Уксусная кислота – 1,5 (pH = 4–5) Смачиватель – 1	Схема I $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5, t = 60\text{ мин}$
1-II		
2-I		Схема II пропитка при $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ вылеживание в яме $t = 60\text{ мин}$
2-II		

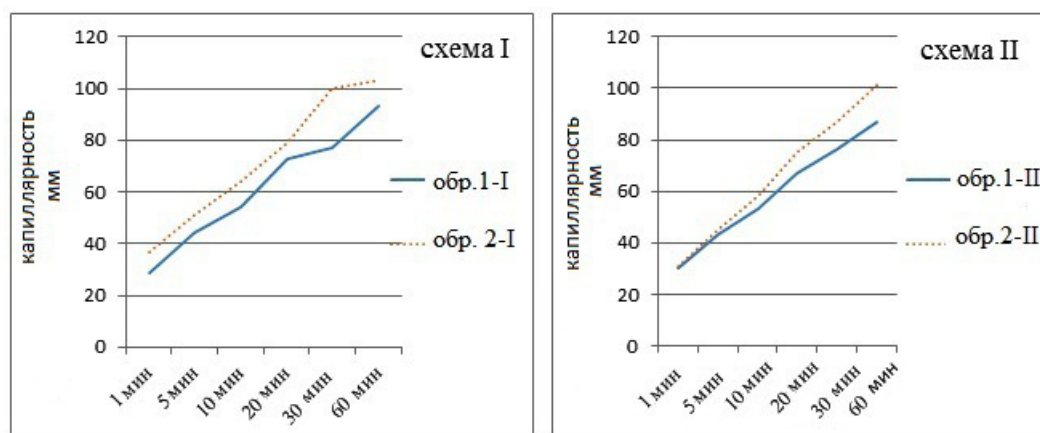


Рисунок 2 – Оценка капиллярности льняных тканей после биообработки

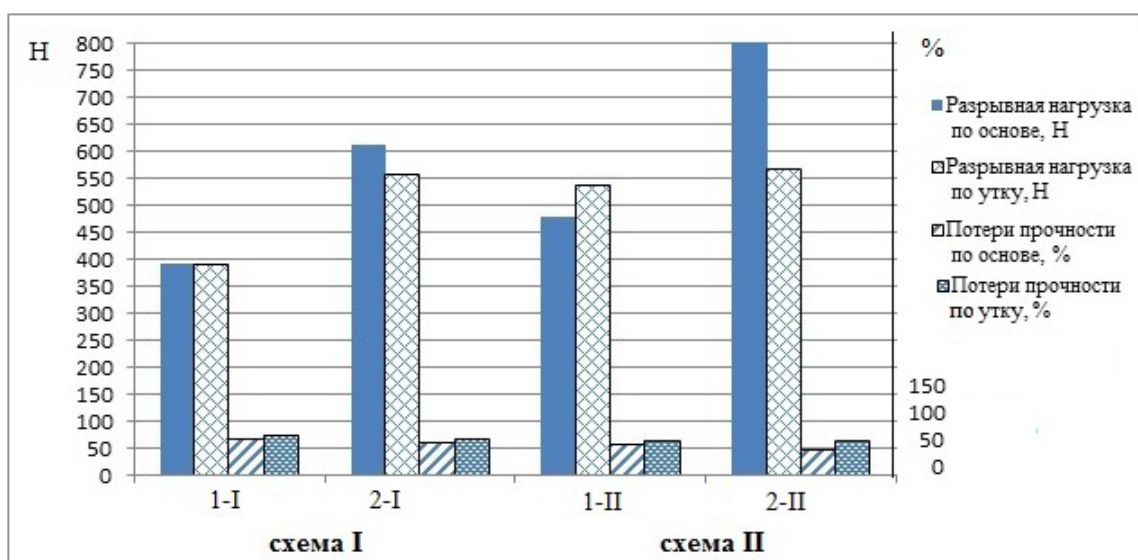


Рисунок 3 – Оценка прочности льняных тканей после обработки

териала, в среднем на 50 %, однако полученное значение разрывной нагрузки не выходит за установленные техническими условиями границы.

Материал, обработанный по схеме I, имеет большую капиллярность на двух анализируемых образцах тканей. По данным РУПТП «Оршанский льнокомбинат» достаточно подготовленными к колорированию считаются льняные ткани, имеющие значение капиллярности на уровне 50–80 мм/час, следовательно, схема I и схема II могут быть рекомендованы для использования в технологическом цикле подготовки льняных тканей поверхностной плотности 150–250 г/м<sup>2</sup>.

Отечественный ферментный препарат Пектиназа является новым продуктом для обработки текстильных материалов из целлюлозных волокон, поэтому одной из задач, решаемых в дан-

ной работе являлось исследование зависимости эффективности отварки, характеризуемой показателями капиллярности и потери прочности, от концентрации и продолжительности обработки.

Условия проведения эксперимента по схеме I и полученные результаты представлены в таблице 3 и на рисунках 4, 5.

Как видно, концентрация ферментного препарата Пектиназа и продолжительность обработки не оказывают существенного влияния на капиллярные и прочностные свойства подготовленных льняных тканей, что позволяет рекомендовать проведение биообработки в производственных условиях по экономичному режиму, представленному на рисунке 6.

**ВЫВОДЫ**

Разработана экологически чистая эффективная технология подготовки льняных тканей

Таблица 3 – Условия проведения эксперимента

№ образца	Состав варочного раствора, г/л	Условия обработки
обр. 1-I-1	Пектиназа – 3–4 Уксусная кислота – 1,5 (pH = 4–5) Смачиватель – 1	<b>T = 50 °C ±5, t = 60 мин</b>
обр. 2-I-1		
обр. 1-I-2	Пектиназа – 6–8 Уксусная кислота – 1,5 (pH = 4–5) Смачиватель – 1	<b>T = 50 °C ±5, t = 30 мин</b>
обр. 2-I-2		

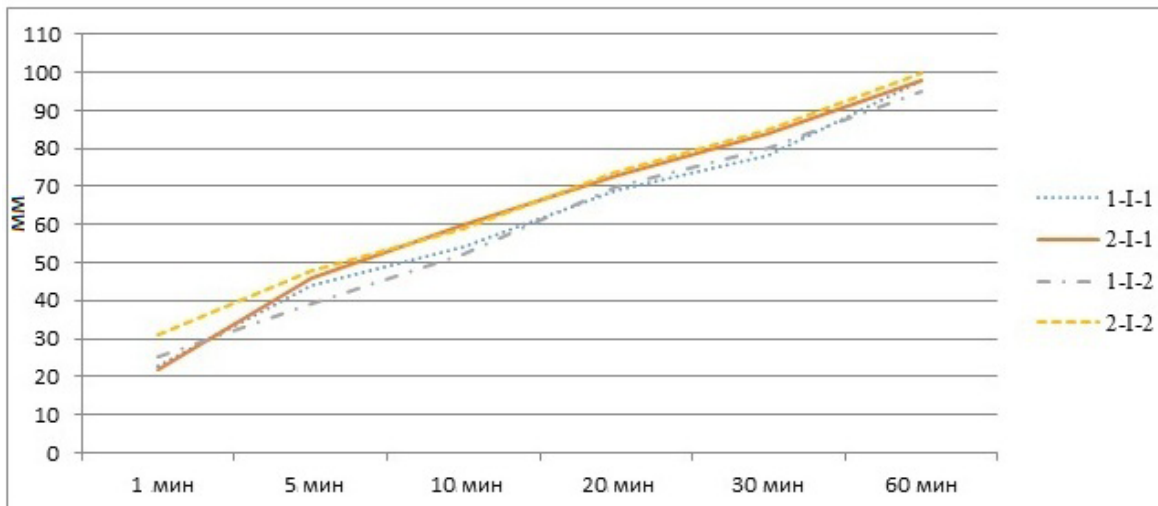


Рисунок 4 – Зависимость капиллярности льняных тканей от концентрации раствора и продолжительности обработки



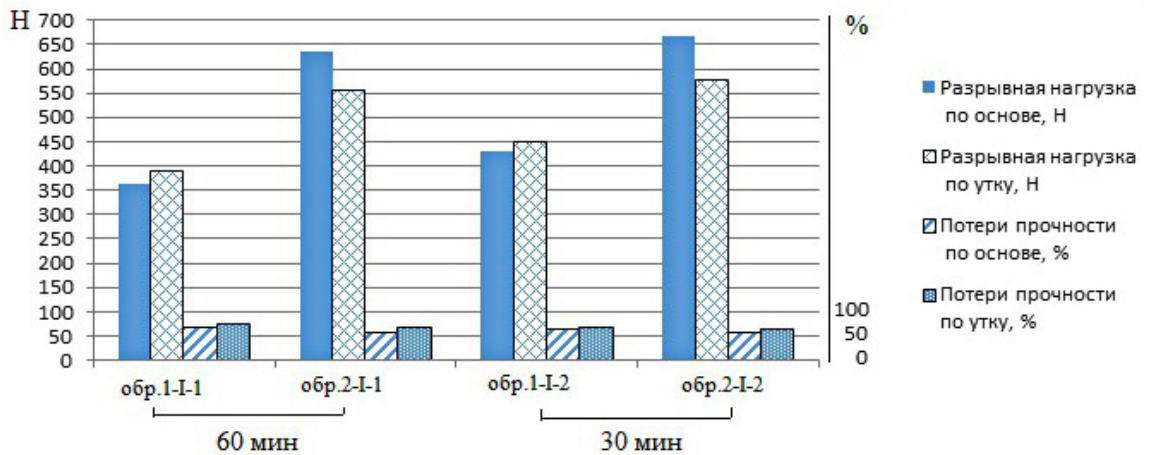


Рисунок 5 – Зависимость разрывной нагрузки льняных тканей от концентрации раствора и продолжительности обработки

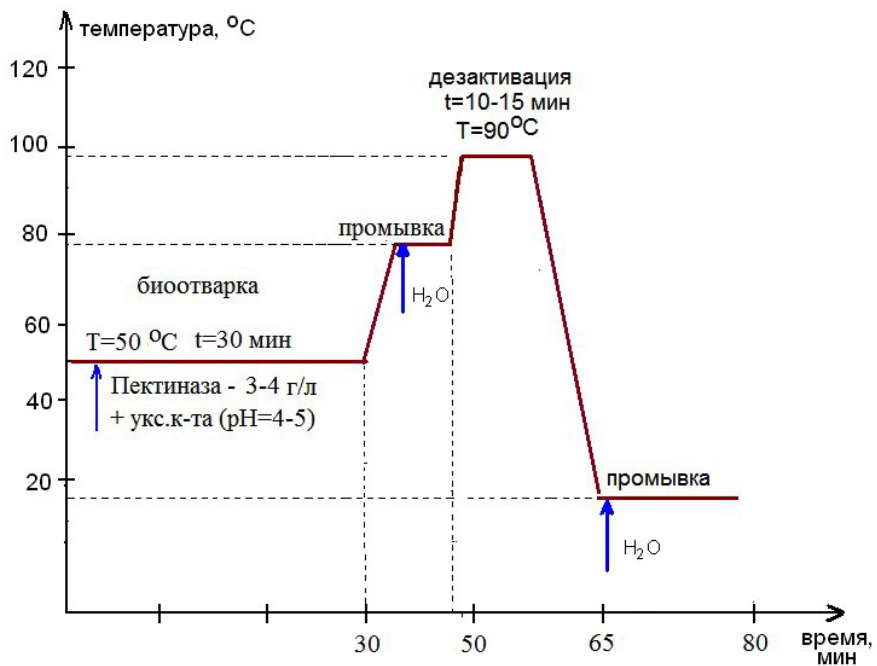


Рисунок 6 – Рациональный режим биообработки льняных тканей

поверхностной плотности 150–250 г/м<sup>2</sup> к колорированию с использованием отечественных ферментных препаратов пектинолитического действия. Эффективность использования доказана результатами исследований капиллярных и прочностных свойств льняных тканей – капиллярность составляет 90–100 мм/час, падение

разрывной нагрузки не превышает нижних границ, установленных техническими условиями на данный вид продукции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кричевский, Г. Е. (2000), *Химическая технология текстильных материалов. Теоретические основы технологии. Волокна. Загрязнения. Подготовка текстильных материалов*, Москва, 436 с.
2. Чешкова, А. В. (2007), *Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха*, Иваново, 289 с.
3. Алеева, С. В. (2014), *Методологические основы совершенствования процессов биохимической модификации льняных текстильных материалов. дисс. докт. техн. наук*, Иваново, 389 с.
4. Скобова, Н. В., Ясинская, Н. Н. (2013), Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2013, вып. 25, С. 59–63.
5. Скобова, Н. В., Ясинская, Н. Н. (2015), Влияние ферментативной отделки на физико-механические свойства льняных тканей, *Сборник материалов международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (Инновации-2015)*, Москва, 2015, Ч. 2, С. 196–198.
6. Скобова, Н. В., Ясинская, Н. Н. (2016), Применение ферментов для заключительной отделки льносодержащих материалов, *Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг: международный сборник научных трудов*, Шахты, 2016, С. 283–288.
7. Ясинская, Н. Н., Скобова, Н. В., Котко, К. А. (2017), Ферментативная расшлихтовка хлопчатобумажных тканей, *Материалы докладов 50-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году науки*, Витебск, 2017, т. 1, С. 307–310.

## REFERENCES

1. Krichevsky, G. E. (2000), *Himicheskaja tehnologija tekstil'nyh materialov. Teoreticheskie osnovy tehnologii. Volokna. Zagryaznenija. Podgotovka tekstil'nyh materialov* [Chemical technology of textile materials. Theoretical foundations of technology. Fibers. Pollution. Preparation of textile materials], Moscow, 436 p.
2. Cheshkova, A. V. (2007), *Fermenty i tehnologii dlja tekstilja, mojushhih sredstv, kozhi, meha* [Enzymes and technologies for textiles, detergents, leather, fur], Ivanovo, 289 p.
3. Aleeva, S. V. (2014), *Metodologicheskie osnovy sovshehstvovanija processov biohimicheskoi modifikacii l'njanyh tekstil'nyh materialov. diss. dokt. tehn. nauk* [Methodological basis for improving the processes of biochemical modification of linen textile materials. diss. Dr. tech. Sciences], Ivanovo, 389 p.
4. Skobova, N. V., Yasinskaya, N. N. (2013), Experimental studies of the process of bioprocessing of linen fabrics [Jeksperimental'nye issledovanija processa bioobrabotki l'njanyh tkanej], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik Vitebsk State Technological University*, 2013, Vol. 25, P. 59–63.
5. Skobova, N. V., Yasinskaya, N. N. (2015), Influence of enzymatic finishing on the physicomachanical properties of linen fabrics [Vlijanie fermentativnoj otdelki na fiziko-mehanicheskie svojstva l'njanyh tkanej], *Collection of materials of the international scientific and technical conference «Design, technology and innovation in the textile and light industry» (Innovations-2015)*, Moscow, 2015, P. 2, pp. 196–198.
6. Skobova, N. V., Yasinskaya, N. N. (2015), The use of enzymes for the final finishing of flax-containing materials [Primenenie fermentov dlja zakljuchitel'noj otdelki l'nosoderzhashhih materialov] *Technical regulation: the basic basis*

8. Котко, К.А., Скобова, Н.В., Ясинская, Н.Н. (2017), Использование ферментов для расшлихтовки текстильных материалов, Реформування системи технічного регулювання відповідно до вимог законодавства ЄС та торгівлі України: *тези доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих учених*, Херсон, 2017, С. 35–38.
- for the quality of materials, goods and services: international collection of scientific papers, Shakhty, 2016, p. 283–288.*
7. Yasinskaya, N. N., Skobova, N. V., Kotko, K. A. (2017), Enzymatic desizing of cotton fabrics [Fermentativnaja rasshlihtovka hlopchatobumazhnyh tkanej], *Proceedings of the reports of the 50th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students on the Year of Science, Vitebsk, 2017, v. 1, P. 307–310.*
8. Kotko, K. A., Skobova, N. V., Yasinskaya, N. N. (2017), The use of enzymes for desizing textile materials [Ispol'zovanie fermentov dlja rasshlihtovki tekstil'nyh materialov], Reforming the system and technical regulation is necessary to the laws of the legislation of Ukraine and Ukraine, *Abstracts of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists, Kherson, 2017, pp. 35–38.*

*Статья поступила в редакцию 18. 10. 2018 г.*