

Министерство образования Республики Беларусь  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(УО «ВГТУ»)

УДК 677.027.4  
ГР №20241850

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Е.В.Ванкевич

«03» \_\_\_\_\_ 2025 г.



ОТЧЕТ  
о научно-исследовательской работе

**«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КРАШЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ ПРИРОДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ»**

**ГРАНТ-129**  
(заключительный)

Научный руководитель,  
к.т.н., доцент

«03» \_\_\_\_\_ Н.В. Скобова  
\_\_\_\_\_ 2025г.

Начальник НИЧ

«03» \_\_\_\_\_ В.А. Сажин  
\_\_\_\_\_ 2025 г.

Витебск 2025

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

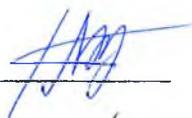
Научный руководитель:

Доцент каф. экологии и химических технологий, канд.тех.наук. доц.

  
\_\_\_\_\_  
Н.В. Скобова  
(глава 2, 4, 5, заключение)

Исполнители:

студент

  
\_\_\_\_\_  
А.В. Горохова  
(введение, глава 1, 2, 3, 5)

Нормоконтроль

  
\_\_\_\_\_  
Е.П. Попко

## РЕФЕРАТ

Отчет 35 с., 16 рис., 4 табл., 19 источ.

РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ЭКСТРАГИРОВАНИЕ, УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА, ФЕРМЕНТНАЯ ОБРАБОТКА, СОВМЕЩЕННЫЙ ПРОЦЕСС КРАШЕНИЯ, БИОПРОТРАВЫ, ШЕРСТЯНАЯ ПРЯЖА

Целью НИР является разработка совмещенного процесса крашения с биопротравами и исполнение коллекции изделий из окрашенной шерстяной пряжи.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выбрать растительное сырье для крашения шерстяной пряжи;
- провести экспериментальные исследования процесса подготовки растительного сырья к экстрагированию;
- разработать совмещенный процесс крашения шерстяной пряжи природными красителями с использованием биопротрав;
- выбрать оптимальные режимы крашения;
- исследовать эксплуатационные свойства окрашенной шерстяной пряжи.

Разработана технология крашения шерстяной пряжи природными красителями, включающая: выбор растительного сырья, подготовку сырья к экстрагированию состоящую из дробления сырья на необходимый размер фракций и ультразвуковой/ферментной обработки сырья, экстракцию растительного сырья, крашение шерстяной пряжи с добавлением протрав.

По результатам работы проведены исследования и даны рекомендуемые параметры процесса подготовки сырья к экстрагированию: размеры фракций сырья, оптимальные режимы ультразвуковой обработки сырья, выбраны наиболее эффективные ферменты. Установлено влияние экстрагентов на выход красильных веществ в рабочий раствор ванны. Выбраны рекомендуемые технологические режимы крашения в зависимости от желаемого оттенка на пряже. Предложена оптимальная схема ввода протрав на стадии крашения для увеличения насыщенности оттенков и степени закрепления красителя на волокне. Выбраны виды натуральных протрав, предложено использовать сок Aloe vera, сок квашеной капусты, винную кислоту, соду и алюмокалиевые квасцы.

Разработана коллекция сумок.

Данная технология рекомендуется для исследований в области натурального крашения текстильных материалов из целлюлозных видов волокон, а также с применением в качестве красящих компонентов - лишайников и грибов.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Выбор растительного сырья для крашения шерстяной пряжи.....	6
2 Экспериментальные исследования процесса подготовки растительного сырья к экстрагированию .....	11
3 Оценка влияния текстильно-вспомогательных веществ на выход красильных групп из сырья. Выбор вида и концентраций натуральных протрав в технологии крашения шерстяной пряжи природными красителями.....	19
4 Разработка совмещенного процесса крашения шерстяной пряжи природными красителями с использованием биопотрав. Выбор оптимальных режимов крашения.....	24
5 Исследование эксплуатационных свойств окрашенной шерстяной пряжи. Разработка коллекции изделий из окрашенной шерстяной пряжи .....	277
Заключение.....	32
Список использованных источников.....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Процесс крашения является материалоемким и оказывает негативное воздействие на окружающую среду: большое потребление воды на стадии подготовки, крашения и последующих промывок, с образованием сточных вод, содержащих различные типы красителей, текстильно-вспомогательные вещества, а также высокое энергопотребление.

Одним из путей по снижению нагрузки на сточные воды является применение технологии крашения с использованием природных красителей и биопротрав. В настоящее время для окрашивания текстильных материалов используются различные натуральные красители, экстрагируемые из стеблей, листьев, цветков, семян и корней растений, ягод, кожуры, коры деревьев, отходы пищевой промышленности.

Использование натуральных красителей имеет значительный потенциал как в рамках устойчивого развития, так и в контексте моды и дизайна. Натуральные красители имеют ряд преимуществ и недостатков: извлекаются из возобновляемых источников, биоразлагаемые и экологически чистые, обладает функциональными свойствами (например, антибактериальными, противогрибковыми, защитными от УФ-излучения, отпугивающими насекомых и ароматическими), получают уникальные оттенки, в качестве сырья могут использоваться отходы и побочные продукты пищевой промышленности (например, кожура вина и авокадо), однако волокна могут иметь плохое поглощение красителя, пигменты обладают невысокой интенсивностью и стойкостью цвета, имеют плохое сродство со многими текстильными волокнами и отсутствие сродства с синтетическими волокнами, требуются протравы, есть вероятность невоспроизводимости стандартных оттенков, а также длительный, дорогой и водоемкий процесс окрашивания.

Внедрение технологии натурального крашения возможно на мелких производствах или мастерских, ограниченных коллекциях дизайнерских проектов, ремесленных участков, и в качестве индивидуальных разработок, из-за трудоемкости процесса, связанного с применением большого объема природного сырья.

Благодаря экологической осведомленности производителей, осознанию степени загрязнения окружающей среды, связанной с синтезом, переработкой и использованием синтетических красителей, натуральные красители могут получить большую популярность и интерес среди промышленников и творческих людей.

## 1 Выбор растительного сырья для крашения шерстяной пряжи

Сегодня натуральные красители становятся всё более популярными во всём мире, поскольку они более безопасны для окружающей среды. Например, в азиатских странах натуральные красители уже много лет используются для окрашивания ворсовой пряжи при производстве ковров.

Натуральные красители издавна использовались для окрашивания текстильных материалов, для этого использовались различные части растений, деревьев, плодов. Их используют как в качестве красящих пигментов, так и в качестве протравы. Производство растительного сырья для получения натуральных красителей не должно конкурировать с выращиванием сельскохозяйственных культур для производства продуктов питания, т.к. это приводит к значительно более высокой удельной стоимости килограмма растительного сырья и, соответственно, килограмма окрашенного материала. Стоимость можно снизить за счёт использования побочных продуктов сельского хозяйства и пищевой промышленности, а также отходов лесного хозяйства. В этом отношении наиболее экологичными можно считать плоды деревьев/кустарников, так как каждый год выращивается новый урожай, который перерабатывается для получения ценных пищевых ресурсов, а несъедобные части плодов, такие как выжимки и жом, выбрасываются в качестве отходов.

Агроотходы, такие как кожура, скорлупа, семена и т. д., являются богатыми источниками пигментов, и из них можно получить натуральные красители. К ним относятся кожура граната, луковая шелуха, листья эвкалипта, шелуха грецких орехов, скорлупа грецких орехов, скорлупа миндаля, скорлупа арахиса, орех жука, семена индиго, семена манго, семена тамаринда, семена сафлора, клубника, свекла, выброшенные использованные цветки календулы и др. (рисунок 1).



Рисунок 1 - Агроотходы

Использование опавших листьев и веток с высоким содержанием красящих веществ — ещё один экологичный подход. Сбор корней и коры с деревьев, не причиняя им вреда, о

### Список использованных источников и публикаций

1. Singhee D (2020) Review on Natural Dyes for Textiles from Wastes. Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments. IntechOpen. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93178>.
2. Mazeyar Parvinzadeh Gashti Using food industry wastes for producing valuable materials: Skin of eggplant for wool dyeing. (2009) Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/268487107\\_Using\\_food\\_industry\\_wastes\\_for\\_producing\\_valuable\\_materials\\_Skin\\_of\\_eggplant\\_for\\_wool\\_dyeing](https://www.researchgate.net/publication/268487107_Using_food_industry_wastes_for_producing_valuable_materials_Skin_of_eggplant_for_wool_dyeing)
3. Amutha K. et al. Ecofriendly Dyeing of Textiles with Natural Dyes Extracted from Commercial Food Processing Waste Materials // Journal of Natural Fibers. 2022. pp. 1-18.
4. Хоссейнежад М., Гаранджиг К., Адил С., Махмуди Нахаванди А. Внедрение новой комбинации биопротравы из сельскохозяйственных отходов для экологичного окрашивания шерстяных нитей // Research Journal of Textile and Apparel. 2024. DOI:[10.1108/rjta-07-2023-0074](https://doi.org/10.1108/rjta-07-2023-0074)
5. Аббас Уддин М., Рахман М., Ахсанул Хак А.Н.М., Актер Смрити С., Датта Э., Фарзана Н., Чоудхури С., Хайдер Дж., Сайем А.С. (2022) Окрашивание текстиля натуральными красителями: обзор. J Clean Prod 349:131489. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131489>
6. Mazeyar Parvinzadeh, A. K., & Parvinzadeh, A. K. M. (2015). Pistachio Hulls, A New Source of Fruit Waste for Wool Dyeing. Journal of Textile Science & Engineering, 05(01). <https://doi.org/10.4172/2165-8064.1000185>
7. Baseri S. Sustainable dyeing of wool yarns with renewable sources. Environ Sci Pollut Res Int. 2022 Jul;29(35):53238-53248. doi: 10.1007/s11356-022-19629-6. Epub 2022 Mar 12. PMID: 35278187.
8. Горохова, А. В. Экстрагирование натурального красителя из пищевых отходов в технологии крашения шерстяной пряжи / А. В. Горохова, Н. В. Скобова // Материалы VIII Международного молодежного экологического форума, Кемерово, 13-14 ноября 2024 г. / КузГТУ. - Кемерово, 2025. - С. 405.1-405.5.
9. Горохова, А. В. Особенности процесса крашения текстильных материалов отходами пищевой промышленности = Features of the process of dyeing textile materials with food industry waste / А. В. Горохова, Н. В. Скобова // Легкая промышленность: проблемы и перспективы : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 27-28 ноября 2024 г. / ОмГТУ. - Омск, 2024. - С. 88-92.
10. Sk, Md Salauddin & Mia, Rony & Haque, Anamul & Shamim, Al. (2021). Review on Extraction and Application of Natural Dyes. Textile & Leather Review. 4. 10.31881/TLR.2021.09.

11. Chungkrang, Lizamoni & Bhuyan, Smita & Phukan, Ava. (2021). Natural Dyes: Extraction and Applications. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 10. 1669-1677. 10.20546/ijcmas.2021.1001.195.
12. Горохова А.В., Скобова Н.В., Попко Е.П. Оценка возможности использования натуральных протрав в технологии крашения шерстяной пряжи натуральными красителями // *Материалы докладов 57 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов в двух томах. Т.1. / УО «ВГТУ»*. – Витебск, 2024, С. 423-425.
13. Botteri, L., Miljković, A. and Glogar, M. I. (2022). Influence of Cotton Pre-Treatment on Dyeing with Onion and Pomegranate Peel Extracts. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(14), 4547. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules27144547> (accessed 23 April 2024).
14. Goutam, B. and Debojyoti, G. (2022). Application of Bauhinia Vahlia Bark Extract on Wool Fiber. *Curr Trends Fashion Technol Textile Eng.*, 7(4): 555720. DOI:10.19080/CTFTTE.2022.07.555720.
15. Hosseinnzhad, M., Gharanjig, K., Imani, H. and Razani, N. (2022). Green dyeing of woolyarns with yellow and black myrobalan extract as bio-mordant with natural dyes. *J Nat Fibers*. 19(10): 3893–3915. DOI: 10.1080/15440478.2020.1848735
16. Berhanu, T. and Ratnapandian, S. (2017). Extraction and optimization of natural dye from Hambo Hambo (*Cassia singueana*) plant used for coloration of tanned leather materials. *Advances in Materials Science and Engineering. Volume 2017, Issue 1*. URL: <https://doi.org/10.1155/2017/7516409> (accessed 16 April 2024).
17. Горохова, А. В. Экотехнология крашения белковых волокон природными красителями в присутствии биопотрав = Ecotechnology of dyeing protein fibers with natural dyes in the presence of biomortans / А. В. Горохова, Н. В. Скобова // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы : сборник материалов XXVII Международного научно-практического форума «SMARTEX-2024», Иваново, 10-12 октября 2024 г. / ИВГПУ*. - Иваново, 2024. - С. 59-64.
18. Азимова, Ф.Ш., Шагина, Н.А. (2021) Способ колорирования шубной овчины растительным красителем зверобоя // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 2 (392). С.160-163. DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_2\_160
19. Ходарева, Е. С. Эколого-физиологическое исследование фенольного комплекса кровохлебки лекарственной (*Sanguisobra officinalis L.*): автореф.магистерской диссертации: 020400.68 / Елена Сергеевна Ходарева. - Вологда, 2013.- 4 с.