

незамеченными при традиционном подходе [5].

Социальные науки тоже не остаются в стороне – те же методы используются для анализа социальных сетей и предсказания общественного мнения. Благодаря таким алгоритмам, как анализ тональности текста, исследователи могут оценивать общественные настроения и выявлять ключевые темы в дискуссиях.

Машинное обучение также активно внедряется в финансы, где его используют для предсказания рыночных трендов и оценки риска. В экологии его применяют для мониторинга изменений климата и распределения биологических видов, а в транспорте – для оптимизации логистических процессов и управления движением [6].

В заключение нашей статьи о применении алгоритмов машинного обучения для обработки и анализа больших данных, мы можем с уверенностью утверждать, что современные математические модели становятся краеугольным камнем в этой области. Эти модели не только позволяют эффективно обрабатывать огромные объемы информации, но и извлекать из них ценные инсайты, которые могут существенно повлиять на различные сферы – от бизнеса до медицины и науки.

Используя методы, основанные на теории вероятностей, линейной алгебре и статистике, мы смогли продемонстрировать, как алгоритмы машинного обучения способны адаптироваться к постоянно меняющимся данным и условиям. Например, применяя регрессионные и кластеризационные модели, разработчики и исследователи могут выявлять скрытые зависимости и паттерны, которые ранее были недоступны для анализа. Эти подходы открывают новые горизонты для прогнозирования и принятия обоснованных решений

#### Список использованных источников

1. Джункеев, У. Прогнозирование инфляции в России на основе градиентного бустинга и нейронных сетей // Деньги и кредит. – 2024. – Т. 83. № 1. – С. 53–76.
2. Петров, С. В. Использование метода «случайный лес» при построении моделей надежности // Информатика, моделирование, автоматизация проектирования (ИМАП–2022). XIV Международная научно–практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: сборник научных трудов. – Ульяновск, 2022. – С. 84–88.
3. Стрельников, В. Г., Трунов, А. С. Применение метода логистической регрессии для задачи классификации текстов судебных решений // Телекоммуникации и информационные технологии. – 2017. – Т. 4. № 2. – С. 75–78.
4. Трифонова, О. Н. Анализ методов поиска идей для решения проблем в бизнесе методом построения дерева проблем и дерева решений // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2015. – № 9 (2). – С. 131–135.

## 3.2 ЭКОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 677.027.4

### КРАШЕНИЕ ШЕРСТЯНОЙ ПРЯЖИ КОРНЯМИ SANGUISÓRBA

Горохова А. В., студ, Скобова Н. В., к.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Рассмотрены способы подготовки растительного сырья (корней и корневищ кровохлебки (лат.Sanguisorba)) к экстрагированию: ультразвуковая обработка частей растения и ферментная отварка корней в среде нейтральных и кислых целлюлаз в сочетании с пектиназой. Проведен сравнительный анализ спектров волн растворов после экстрагирования, установлены значимые различия в применяемых способах подготовки сырья.

Ключевые слова: экотехнологии, природные красители, шерстяная пряжа, корни кровохлебки.

С повышением уровня жизни все больше внимания уделяется защите окружающей среды и безопасности здоровья. Натуральные красители привлекли большое внимание к отрасли из-за лучшей биоразлагаемости и большей совместимости с окружающей средой [1]. Их получают из природных источников, таких как растительные, животные или минеральные вещества. Эти красители обычно используются для окраски текстиля, продуктов питания, косметики и лекарств [2].

В настоящее время существуют различные типы процесса экстракции для этих натуральных красителей, такие как экстракция растворителем, водная экстракция, ферментативная экстракция и ферментация, экстракция с помощью микроволновой или ультразвуковой энергии, сверхкритическая флюидная экстракция и щелочная или кислотная экстракция. Все эти процессы экстракции имеют свои собственные преимущества, а также некоторые недостатки в зависимости от параметров, которые необходимо поддерживать в процессе экстракции. Соответствующая экстракция может быть полезной для определенных типов таких красителей [1].

Проведены исследования по выбору способа интенсификации процесса экстрагирования путем подготовки растительного сырья: ультразвуковой и ферментной обработок.

При классической технологии крашения этап замачивания сырья довольно длительный. Для интенсификации процесса замочки предлагается применять два способа подготовки: ультразвуковую обработку частей растений [3] и ферментную обработку сырья.

Объектом исследований выбраны корневища кровохлебки. Кровохлебка – многолетнее травянистое растение, корневище толстое горизонтальное, деревянистое, с многочисленными длинными и тонкими мочковатыми корнями (рис. 1).

Уникальной особенностью кровохлебки лекарственной является способность в больших количествах накапливать соединения фенольной природы, которые концентрируются в корневищах и корнях. Полифенольный комплекс корневищ и корней кровохлебки включает преимущественно гидролизуемые дубильные вещества пирогалловой группы – до 23 %, эллаговую и галловую кислоты, пирогаллол, катехин и галлокатехин. При этом корневища кровохлебки лекарственной содержат 12–13 %, корни – до 17 %, а каллусы (наплывы) – до 23 % дубильных веществ.



Рисунок 1 – Растение кровохлебка

В корневищах и корнях кровохлебки лекарственной содержится крахмал (до 30 %), эфирное масло (1,8 %), сапонины: сангвисорбин и пиотерин – до 4 %, красящие вещества, соли оксалата кальция, флавоноиды производные кверцетина и кемпферола, гиперин, 3,7-дирамнозид кемпферола, 3-галактозидо-7-глюкозид катехины, хромоны. Корни и корневища, кроме того, содержат стероиды:  $\beta$ -ситостерин,  $\beta$ -D-глюкозид  $\beta$ -ситостерина, стигмастерин; каротиноиды, витамин С; макроэлементы (мг/г): калий – 5,8, кальций – 23,1, магний – 2,9, железо – 0,4; микроэлементы (мкг/г): марганец – 0,47, медь – 0,59, цинк – 1,02, кобальт – 0,04, хром – 0,03, алюминий – 0,31, барий – 5,71, ванадий – 0,12, селен – 1,39, никель – 1,15, стронций – 6,14, свинец – 0,06, иод – 0,1, бор – 2,0 [4].

Технологический цикл крашения шерстяной пряжи экстрактом из корней кровохлебки проводили с предварительной подготовкой сырья в ультразвуковой ванне при мощности генератора 70 Вт и времени озвучивания 40 мин (кавитационное воздействие на клетки растения позволяет удалить из них пузырьки воздуха, что в дальнейшем способствует лучшему набуханию и увеличению процента выхода красящих веществ при экстрагировании) (рис. 2 а). Также предложена технология крашения с предварительной ферментной обработкой сырья (рис. 2 б). Для обработки использовались целлюлазы и пектиназы белорусской фирмы ООО «Фермент»:

- схема Ф1 – обработка кислой целюлазой ЦКП (3 % от массы материала, pH = 4–5);
- схема Ф2 – обработка полиферментной композицией: нейтральной целлюлазой ЦНП (3 % от массы материала) и пектиназой (2 %), рабочий раствор имел pH = 6,6.

Температура рабочего раствора при ферментной отварке 45 °C, длительность обработки 60 мин.

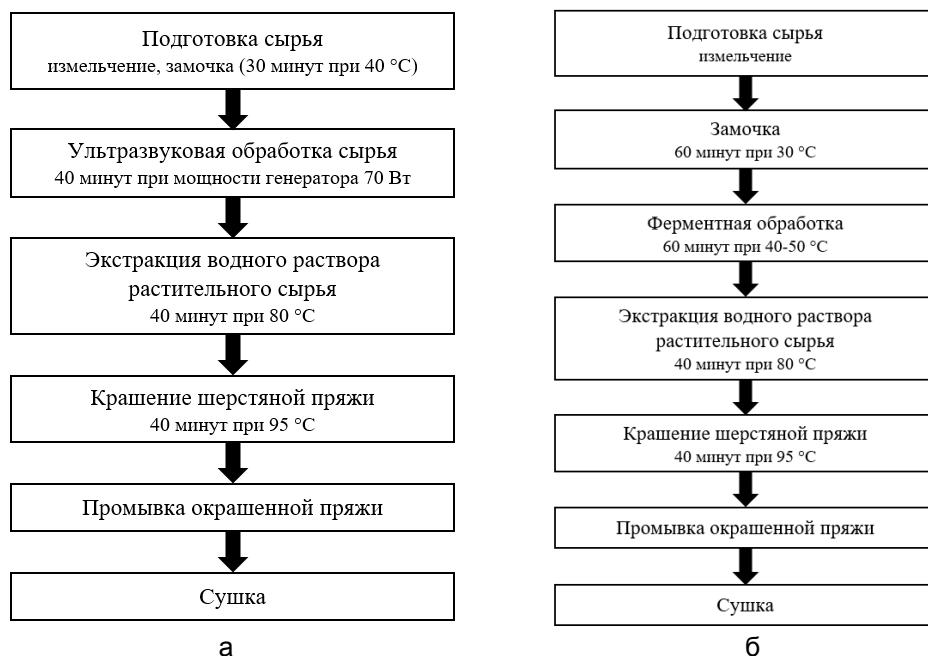


Рисунок 2 – Технологии крашения

Проведен спектральный анализ полученных рабочих растворов после экстрагирования (рис. 3) на спектрофотометре Solar 2201PB, режим поглощения на длине волн от 260 нм до 640 нм. Спектр волн имеет двухволновой характер, максимальный пик приходится на длину волны 340 нм и 460 нм, небольшие «горбы» отмечаются на длине волны 275–280 нм и 413 нм.

В сырье кровохлебки лекарственной отмечается наличие следующих веществ: дубильные вещества ( $\lambda = 270$  нм) лютеолин-7-глюкозид ( $\lambda = 340$ – $350$  нм), катехин ( $\lambda = 272$  нм), хлорогеновая ( $\lambda = 324$  нм), галловая ( $\lambda = 276$  нм), флаваноиды (рутин) (413 нм).

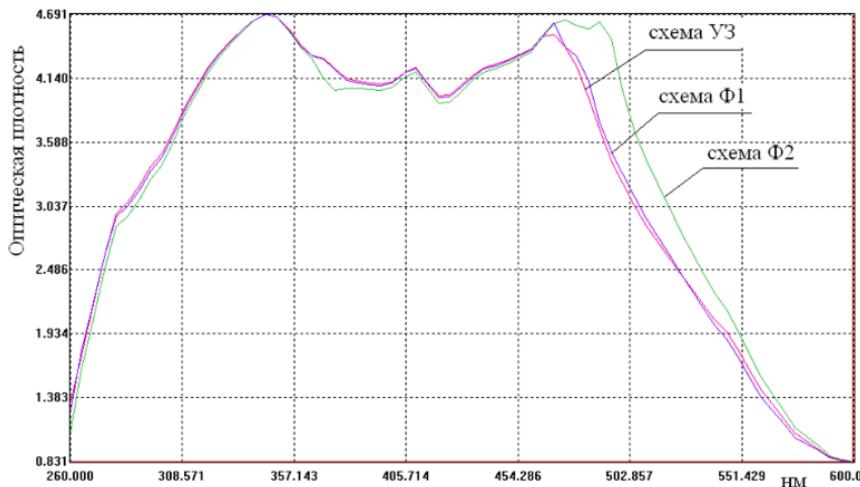


Рисунок 3 – Электронный спектр красильных растворов

Из спектров видно, что схема Ф2 (совместное применение пектиназы и целлюлазы ЦНП) привело к выходу большего числа красильных веществ (длина волны 480нм). По схеме Ф1

среда более кислая (рН красильной ванны 4,7), это способствовало проявлению более темных оттенков.

В ходе проведенных исследований установлено, что интенсификация этапа экстрагирования в водной среде путем предварительной ферментной обработки сырья способствует выходу большего числа красильных веществ по сравнению с ультразвуковой обработкой корней и корневищ растения. Кислая среда рабочего раствора позволяет получить на пряже более темные оттенки.

#### Список использованных источников

1. 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.
2. 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.
3. Скобова, Н. В. Применение экстракта корня лапчатки *potentilla erecta* в технологии крашения текстильных материалов / Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская, А. В. Горохова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2024. – № 47. – С. 82. DOI:10.24412/2079-7958-2024-1-82-92.
4. Ходарева, Е. С. Эколо-физиологическое исследование фенольного комплекса кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.): автореф. магистерской диссертации: 020400.68 / Е. С. Ходарева. – Вологда, 2013. – 4 с.

УДК 677.017.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ИГЛЫ НА СПОСОБНОСТЬ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ ТКАНИ К САМОВОССТАНОВЛЕНИЮ ЦЕЛОСТНОСТИ СТРУКТУРЫ

*Марущак Ю. И., асп., Ясинская Н. Н., д.т.н., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

**Реферат.** В статье представлены результаты исследования влияния геометрии иглы на способность полимерного покрытия ткани к самовосстановлению целостности структуры после прокола. Установлено, что толщина пористого полиуретанового покрытия играет ключевую роль в способности материала к самовосстановлению. Образцы с наибольшей толщиной покрытия (720 мкм) демонстрируют более высокую степень восстановления, в то время как тонкие покрытия (350 мкм) требуют дополнительных внешних воздействий (отпаривание) для достижения аналогичных результатов. Результаты исследования наглядно демонстрируют преимущества использования игл с заточкой LL для работы с тканями с пористыми полиуретановыми покрытиями.

**Ключевые слова:** швейная игла, прорубаемость, самовосстановление, пористый полиуретан, прокол.

Прорубаемость текстильных материалов относится к технологическим свойствам [1] и может проявляться на различных этапах швейного производства: в процессе раскroя, стачивания и влажно-тепловой обработки изделий. Нежелательная перфорация материала ухудшает внешний вид изделия и снижает прочность швов.

Механизм повреждения трикотажных полотен при шитье изучали Стилиос и Чжу [2]. Опубликовано исследование, в котором проникновение швейной иглы в ткань записано с помощью высокоскоростной видеотехники. Качество шитья трикотажных полотен из хлопка изучалось Зето и др. [3]. Их наблюдения показали, что силы проникновения и отвода значительно зависят от размера швейной иглы. Подбором швейных игл в зависимости от плотности и механических свойств материала занимались Аvezov и Кулиева [4]. Они установили, что на возможность разрушения материала в процессе пошива оказывает