

УДК 677.027.422

ШИТИКОВА А. А., КИРИЛЛОВА М.Д., студенты гр. ТЭ-24 (УО «ВГТУ»)
Научный руководитель СКОБОВА Н.В., к.т.н., доцент (УО «ВГТУ»)
г. Витебск

ИССЛЕДОВАНИЕ КРАСИЛЬНЫХ СВОЙСТВ БАЗИДИАЛЬНЫХ И БАНКЕРОВЫХ ГРИБОВ ПРИ ОКРАШИВАНИИ ШЕРСТЯНОЙ ПРЯЖИ

Массовое применение синтетических красителей в текстильной промышленности обеспечило получение более ярких и устойчивых оттенков, включая те, что не встречаются в природе. Но также применение таких красителей связано с некоторыми экологическими проблемами [1,2]. Это служит причиной поиска альтернативных, экологически безопасных для человека и окружающей среды технологий окрашивания. Эта технология – окрашивание натуральными красителями.

Натуральные красители получают из природных материалов — это, например, наземные и подземные части растений, кора деревьев, насекомые и грибы.

Объектами исследований выбраны безопасные для здоровья человека грибы семейства базидиальных: саркодон чешуйчатый (лат. *Sarcodon squamato*) и гиропор синеющий (лат. *Gyroporus cyanescens*), а также семейства банкеровых: гиднеллум ржавчинный (лат. *Hydnellum ferrugineum*) (рисунок 1-3).



Рисунок 1. Саркодон чешуйчатый



Рисунок 2. Гиропор синеющий



Рисунок 3. Гиднеллум ржавчинный

Целью настоящей работы является исследование возможности применения грибов двух семейств для окрашивания шерстяной пряжи и оценка светостойкости пигментов к естественному источнику освещения. Исследование направлено на оптимизацию процесса извлечения и последующей фиксации красителей грибного происхождения на белковом волокне.

Первоначальный этап экстрагирования пигментов осуществляли с применением дистиллированной воды в качестве универсального экстрагирующего агента при температуре 90°C и продолжительностью 60 минут, что способствует эффективному переходу пигментов в раствор [6]. Соотношение массы грибного сырья к объему экстрагента (модуль ванны) поддерживали на уровне 1:10 для обеспечения достаточной концентрации будущего красильного раствора.

Важное условие эффективного выхода пигментов в рабочий раствор – применение сырья в сушеном и дробленом виде. В рамках проведенных исследований изучено применение сырья без предварительной замочки, что позволило оценить эффективность прямой экстракции.

Непосредственно процесс крашения предварительно смоченной шерстяной пряжи проводили путем ее помещения в холодный красильный раствор с постепенным повышением температуры ванны до 95°C при модуле ванны 1:5 и продолжительности 50 минут, что создает условия для интенсивной диффузии молекул красителя в структуру волокна и формирования прочных связей, усиливаемых в случае присутствия протравы. После окраски (рисунок 4) пряжу оставляли в ванне до полного остывания раствора, после чего промывали в проточной воде и простирывали с мылом.

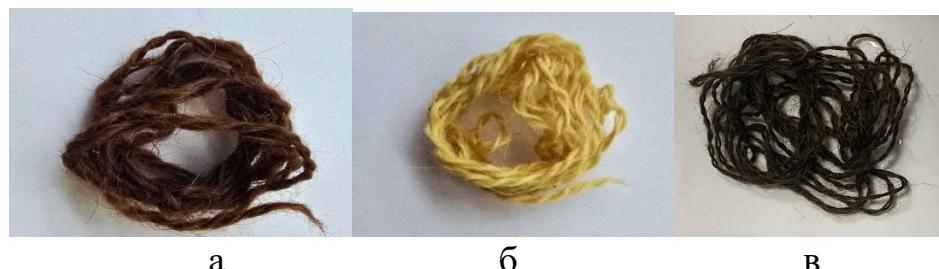


Рисунок 4. Результат окрашивания шерстяной пряжи: а – саркодон; б - ги-ропор; в – гиднеллум

Проведенный эксперимент позволил получить устойчивые окраски шерстяной пряжи с использованием экстрактов из грибного сырья. Анализ полученных цветовых решений позволяет сделать предположения о природе красящих пигментов, содержащихся в исследуемых грибах. На рисунке 5 в качестве примера представлен электронный спектр волн водного экстракта гиднеллума ржавчинного, который дал темно-шоколадный цвет на шерстяной пряже без применения протрав.

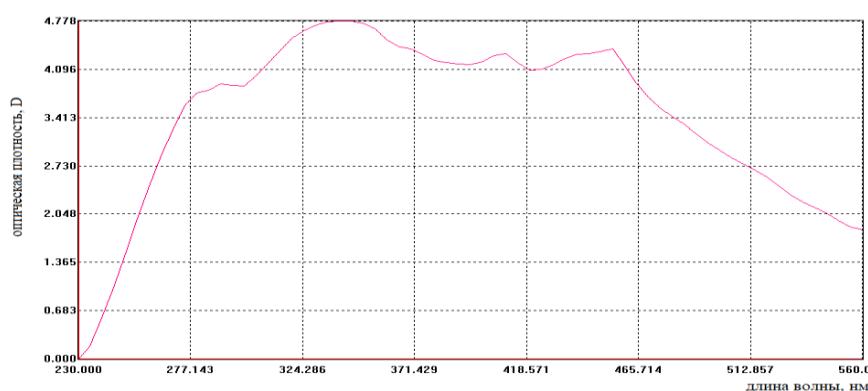


Рисунок 5. Электронный спектр волн водного экстракта *Hydnellum ferrugineum*

Отмечается многоволновой максимум спектров на разных длинах волн (280 нм, 340 нм и 410 нм), такие же пики характерны для электронных спектров

водных экстрактов саркадона, гиропора. *Hydnellum ferrugineum* содержат пигменты гидноферригин (тёмно-фиолетовый) и гидноферругинин (жёлтый), а также небольшое количество полифенольного соединения атроментина. Химическая структура гидноферригина очень похожа на структуру пигмента телефировой кислоты [5].

Насыщенный шоколадный цвет, полученный при окрашивании экстрактом саркодона чешуйчатого, является классическим для пигментов хиноновой природы [3]. Именно эти классы соединений ответственны за широкую палитру коричневых, охристых и серых оттенков у многих базидиомицетов. Они обладают способностью образовывать прочные комплексы с белковыми волокнами, что и объясняет хорошую устойчивость полученной окраски.

В случае с гиропором синеющим был получен желтоватый цвет, что контрастирует с его первоначальной яркой синей окраской на срезе. Известно, что синевание тканей гриба связано с пигментом гироцианином [4] (производное хинонимидана), который нестабилен при термическом и окислительном воздействии. Наблюдавшийся в нашем эксперименте переход синего пигмента в желтый продукт разрушения является прямым свидетельством его химической трансформации в процессе экстракции и крашения. Полученный желтый оттенок, вероятно, соответствует окисленной форме гироцианина или другим продуктам его распада.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило возможность и эффективность применения грибных экстрактов в качестве натуральных красителей для шерстяной пряжи. Водные экстракты грибов *Sarcodon squamosus*, *Gyroporus cyanescens* и *Hydnellum ferrugineum* обеспечили стойкие и интенсивные окраски. Полученные результаты показывают перспективность базидиальных и банкеровых грибов как источника экологически чистых красителей, способствующих снижению негативного воздействия синтетических красителей и открывающих новые возможности для устойчивых технологий окрашивания натуральных волокон.

Список литературы:

1. Berradi, M., et al. Textile finishing dyes and their impact on aquatic environment // Heliyon. – 2019. – Vol. 5, No. 11. – Article e02711. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02711.
2. Hassan, M. M., Carr, C. M. A critical review on recent advancements of the removal of reactive dyes from dyehouse effluent by ion-exchange adsorbents // Chemosphere. – 2018.
3. Zhao, Y., Chang, M. Fungal Pigments: Their Diversity, Chemistry, and Applications // In: Fungal Metabolites / eds. B. Kircher, S. Heidinger. – Cham: Springer, 2017. – P. 1–32. – DOI: 10.1007/978-3-319-72799-8_1.
4. Gyroporus cyanescens – Wikipedia: the Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gyroporus_cyanescens (дата обращения: 26.10.2025).

5. *Sarcodon squamosus* – Wikipedia: the Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Sarcodon_squamosus (дата обращения: 27.10.2025).
6. Шитикова, А. А. Влияние режимов экстрагирования *Fomitopsis pinicola* на содержание красильных веществ в экстракте при окрашивании шерстяной пряжи / А. А. Шитикова, М. Д. Кириллова, Н. В. Скобова // Современное состояние и перспективы развития науки и техники в эпоху четвертой промышленной революции : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 102-й годовщине со дня рождения Общенационального Лидера Гейдара Алиева, Гянджа, 06-07 мая 2025 г. : в 4 ч. / Азербайджанский технологический университет. - Гянджа, 2025. - Ч. 2. - С. 62-64. - Библиогр.: с. 63 (4 назв.).