

13. Sovetov B. Ya., Yakovlev S. A. Modelirovanie sistem: Ucheb. dlya vuzov [Modeling of systems]. — 3-e izd., pererab. i dop. — M.: Vyssh. shk., 2001. — 343 p. — ISBN 5-06-003860-2. (In Russian)

14. Charatan, Quentin & Kans, Aaron. (2024). Set Theory. 10.1007/978-3-031-69234-5_1.

15. Hurlimann, Tony. (2024). Mathematical Modeling Basics.

16. Anderson J. Discrete Mathematics and Combinatorics - Moscow: "Williams", 2006. - 960 p. - ISBN 0-13-086998-8.

17. Svoystva natural'nyh kozhevennyh izdelij [Properties of natural leather products] [Electronic resource] <http://sinref.ru> (Accessed on 10.09.2024) (In Russian)

18. Lange, Kenneth. (2024). Combinatorics. 10.1007/978-1-0716-4172-9_4.

19. M. Telemtaev Sistemnaya tekhnologiya [System technology]. 640 pp. 34 illustrations, ISBN:9965-01-392-6_57803926 [Electronic resource] <http://lib.rus.ec> (Accessed on 30.09.2024) (In Russian)

МРНТИ 64.29.23

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-160-170>

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОКРАШЕННЫХ ПРИРОДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

¹К. БЕКТАЕВ , ¹Э.Е. САРЫБАЕВА* , ²Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА 
¹Б. АБЗАЛБЕКҰЛЫ , ¹Г.Т. ОРАЗ , ¹М.Ш. ШАРДАРБЕК ,
¹Ф.Р. ТАШМУХАМЕДОВ  ¹Р.Т. КАУЫМБАЕВ 

(¹Таразский университет им. М.Х. Дулати,
Республика Казахстан, Тараз, ул Толе би, 60
²Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова,
Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр. Тауке хана,5)
Электронная почта автора-корреспондента: elvira-ermek@mail.ru*

Данная работа посвящена исследованию возможностей использования экстрактов растений для окрашивания тканей, с целью повышения экологичности и устойчивости окраски по сравнению с традиционными синтетическими красителями. В качестве исходного материала для исследования был выбран экстракт жужгина, который обладает яркими красящими свойствами. Основной целью работы является оценка эффективности различных методов окрашивания тканей с использованием растительных экстрактов, а также изучение способов улучшения стойкости цвета путем применения природных и синтетических фиксирующих агентов, таких как квасцы. Методология исследования включает в себя экстракцию красителей из растения, нанесение экстракта на ткани и применение квасцов для улучшения стойкости. Для анализа изменений структуры тканей и красителей использовались такие методы, как инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия), а также визуальная оценка интенсивности и устойчивости цвета при различных условиях (стирка, воздействие света и т.д.). Результаты исследования показали, что экстракты жужгина могут служить эффективными натуральными красителями, а добавление квасцов значительно улучшает их стойкость, особенно при длительном контакте с водой и солнечным светом. Исследование подтвердило высокую перспективность использования растительных экстрактов в текстильной промышленности, что способствует сокращению использования синтетических химикатов и улучшению экологической устойчивости производства. Вклад работы заключается в расширении знаний о применении природных красителей, а также в разработке методов повышения их эксплуатационных характеристик. Практическое значение работы заключается в возможности внедрения полученных результатов в производство экологически чистых и стойких текстильных изделий, что имеет большое значение для устойчивого развития промышленности.

Ключевые слова: окрашивание тканей, экстракты, натуральные красители, стойкость цвета, фиксирующие агенты, ИК-спектроскопия.

ТАБИҒИ БОЯУЛАРМЕН БОЯЛҒАН ТЕКСТИЛЬ МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ИК-СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

¹К. БЕКТАЕВ, ¹Э.Е. САРЫБАЕВА*, ²Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА
¹Б. АБЗАЛБЕКҰЛЫ, ¹Г.Т. ОРАЗ, ¹М.Ш.ШАРДАРБЕК,
¹Ф.Р. ТАШМУХАМЕДОВ, ¹Р.Т. КАУЫМБАЕВ

(¹М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті,
Қазақстан Республикасы, 08000, Тараз, Төле би көш., 60
²М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
Қазақстан Республикасы, 160012, Шымкент қ., Тәуке хан даңғ.,5)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: elvira-ermek-@mail.ru*

Бұл жұмыс дәстүрлі синтетикалық бояғыштармен салыстырғанда экологиялық тазалық пен түс тұрақтылығын жақсарту мақсатында маталарды бояу үшін өсімдік сығындыларын пайдалану мүмкіндіктерін зерттеуге арналған. Зерттеудің бастапқы материалы ретінде ашық бояғыш қасиеті бар жүзгін сығындысы таңдалды. Жұмыстың негізгі мақсаты – өсімдік сығындыларын пайдалана отырып маталарды бояудың әртүрлі әдістерінің тиімділігін бағалау, сонымен қатар алюминия сияқты табиғи және синтетикалық бекіткіштерді қолдану арқылы түс тұрақтылығын арттыру жолдарын зерттеу. Зерттеу әдістемесі өсімдіктен бояғыштарды алуды, сығындыны матаға қолдануды және төзімділікті жақсарту үшін алюминийді қолдануды қамтиды. Маталар мен бояғыштардың құрылымындағы өзгерістерді талдау үшін инфрақызыл спектроскопия (ИК-спектроскопия), сондай-ақ түрлі жағдайлардағы түс қарқындылығы мен тұрақтылығын визуалды бағалау (жсуу, жарықтың әсері және т.б.) сияқты әдістер қолданылды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жүзгін сығындылары тиімді табиғи бояғыштар ретінде қызмет ете алады, ал алюминиді қосу олардың беріктігін, әсіресе сумен және күн сәулесімен ұзақ уақыт байланыста болған кезде айтарлықтай жақсартады. Зерттеу тоқыма өнеркәсібінде өсімдік сығындыларын пайдаланудың жоғары әлеуетін растады, бұл синтетикалық химиялық заттарды пайдалануды азайтуға және өндірістің экологиялық тұрақтылығын арттыруға көмектеседі. Жұмыстың үлесі табиғи бояғыштарды қолдану туралы білімдерін кеңейту, сонымен қатар олардың өнімділік сипаттамаларын жақсарту әдістерін әзірлеу болып табылады. Жұмыстың практикалық маңыздылығы өнеркәсіптің тұрақты дамуы үшін үлкен маңызы бар экологиялық таза және тұрақты тоқыма бұйымдарын өндіруге алынған нәтижелерді енгізу мүмкіндігі болып табылады.

Негізгі сөздер: маталарды бояу, сығындылар, табиғи бояулар, түс тұрақтылығы, бекіткіштер, ИК-спектроскопия.

IR SPECTROSCOPIC STUDIES OF THE STRUCTURE OF TEXTILE MATERIALS DYED WITH NATURAL DYES

¹K. BEKTAYEV, ¹E.E. SARYBAYEVA*, ²R.SH. MIRZAMURATOVA
¹B. ABZALBEKULY, ¹G.T. ORAZ, ¹M.SH. SHARDARBEK,
¹F.R. TASHMUHAMEDOV, ¹R.T. KAUYIMBAEV

(¹Taraz University named after M.Kh. Dulaty,
Kazakhstan, Taraz, Tole bi str., 60
²M. Auezov South Kazakhstan University,
Kazakhstan, 160012, Shymkent, Tauke khan Ave, 5)
Corresponding author e-mail: elvira-ermek-@mail.ru*

This work is devoted to the study of the possibilities of using plant extracts for dyeing fabrics, in order to increase the environmental friendliness and stability of colouring in comparison with traditional synthetic dyes. Jujugine extract, which has bright dyeing properties, was chosen as the starting material for the study. The main objective of the work is to evaluate the effectiveness of different methods of dyeing fabrics using plant extracts, and to study ways of improving colour fastness by using natural and synthetic fixing agents such as alum. The methodology of the study includes extraction of dyes from the plant, application of the extract to fabrics and application of alum to improve the fastness. Methods such as infrared spectroscopy (IR spectroscopy) and visual assessment of colour intensity and stability under different conditions (washing, exposure to light, etc.) were used to analyse changes in fabric structure and dyes. The results of the study showed that jujugin extracts can serve as effective natural dyes, and the addition of

alum significantly improves their durability, especially in prolonged contact with water and sunlight. The study confirmed the high prospectivity of the use of plant extracts in the textile industry, which helps to reduce the use of synthetic chemicals and improve the environmental sustainability of production. The contribution of the work is to expand the knowledge of the use of natural dyes, as well as to develop methods to improve their performance characteristics. The practical significance of the work lies in the possibility of implementing the results obtained in the production of environmentally friendly and resistant textile products, which is of great importance for the sustainable development of the industry.

Keywords: textile dyeing, extracts, natural dyes, colour fastness, fixing agents, IR spectroscopy.

Введение

Актуальность исследования обусловлена растущим интересом к экологически чистым и безопасным технологиям, особенно в таких областях, как текстильная промышленность, где традиционные методы окрашивания с применением синтетических красителей наносят вред не только окружающей среде, но и здоровью человека. В последние десятилетия наблюдается тенденция к поиску альтернативных методов окрашивания, которые использовали бы природные компоненты, такие как растительные экстракты, что соответствует принципам устойчивого развития и экологии. Однако, несмотря на значительные усилия ученых, вопросы эффективности, стойкости и внедрения растительных красителей в массовое производство остаются недостаточно исследованными.

Выбор темы данного исследования обоснован необходимостью поиска более безопасных и экологичных решений для текстильной отрасли. В последние годы растет интерес к использованию природных красителей, таких как экстракты растений, которые обладают не только привлекательным визуальным эффектом, но и меньшим негативным воздействием на природу. Однако многие из таких экстрактов, несмотря на свои достоинства, имеют недостаточную стойкость, что препятствует их широкому применению в производстве. Одним из возможных путей улучшения этих характеристик является использование различных фиксирующих агентов, таких как квасцы, которые способны значительно повысить долговечность окраски.

Целью исследования является разработка эффективных методов окрашивания тканей с использованием экстрактов растений, а также улучшение стойкости полученных цветов с помощью природных и синтетических фиксирующих агентов. В рамках данной работы предполагается изучение свойств растительных экстрактов, таких как экстракт

жузгина, их воздействия на текстильные материалы, а также методы оптимизации процесса окрашивания для повышения его эффективности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучить состав экстракта жузгина и его окрашивающие свойства, разработать и протестировать различные методы закрепления цвета, а также провести анализ стойкости окраски при различных условиях эксплуатации (например, стирка, солнечное воздействие). В работе будут использованы методы химического анализа, включая инфракрасную спектроскопию и визуальную оценку изменения цвета и структуры тканей.

Гипотеза исследования заключается в том, что экстракты растений могут служить устойчивыми и безопасными красителями, а добавление фиксирующих агентов, таких как квасцы, значительно улучшает их стойкость и делает возможным их широкое применение в текстильной промышленности.

Значение работы состоит во внесении нового вклада в области использования природных материалов для текстильного окрашивания, а также в создании новых методов, которые помогут снизить вредное воздействие химикатов на окружающую среду и повысить устойчивость окраски на текстильных материалах. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения полученных результатов в производственных процессах, что способствует экологически чистому и экономически эффективному производству в текстильной промышленности.

Особое внимание уделяется оптимизации параметров окрашивания для достижения максимальной стойкости цвета на различных типах тканей и применению ИК-спектроскопии для анализа химических изменений в тканях после окрашивания. Исследование направлено на разработку экологически чистых и устойчивых методов окрашивания, что способствует

улучшению технологий в текстильной промышленности, сокращению использования синтетических красителей и улучшению функциональных характеристик ткани.

В последние десятилетия наблюдается рост интереса к натуральным красителям, обусловленный экологическими и здоровьесберегающими тенденциями в производстве текстиля. Синтетические красители, несмотря на свою дешевизну и широкое распространение, обладают рядом недостатков, включая токсичность и трудности в утилизации. В этой связи натуральные красители, такие как жужгин, индиго, куркумин и другие растительные экстракты становятся привлекательной альтернативой. Однако для обеспечения качества и долговечности окрашивания тканей необходимо детально изучить процесс их применения и методы анализа. В этом контексте инфракрасная спектроскопия (ИК) представляет собой мощный инструмент для анализа химического состава окрашенных тканей и идентификации компонентов натуральных красителей.

Окрашивание тканей натуральными красителями является одной из древнейших практик, которая не только отражает культурные традиции, но и способствует экологической устойчивости в текстильной промышленности. Природные красители, такие как жужгин и квасцы, имеют ряд преимуществ, включая безопасность для здоровья человека и минимальное воздействие на окружающую среду. Современные исследования фокусируются на улучшении технологий окрашивания, увеличении стойкости цвета и использовании различных фиксирующих агентов, таких как квасцы, для улучшения качества окрашивания.

Жужгин как натуральный краситель — это один из наиболее известных натуральных красителей, получаемых из листьев растений. Исследования показывают, что жужгин может быть использован для получения различных оттенков от желтых до коричневых, в зависимости от концентрации и времени воздействия. Качество окрашивания зависит от многих факторов, таких как состав ткани, температура воды и время экстракции пигмента.

В исследовании [1] рассматривается применение экстракта жужгина для окрашивания текстильных материалов. Оценены оптимальные условия для экстракции пигмента и влияние различных факторов на стойкость цвета.

Другое исследование [2] посвящено экосистемной окраске тканей из хлопка с использованием экстракта жужгина. Оценены механизмы окрашивания и методы улучшения стойкости цвета.

Квасцы применяются для фиксации натуральных красителей на тканях, они усиливают глубину цвета и повышают устойчивость ткани к внешним воздействиям, таким как свет, стирка и химические вещества. Квасцы играют важную роль в стабильности окрашивания тканей, особенно при использовании таких красителей, как жужгин. Известна работа, которая описывает не только способы использования алюминиевых и железных квасцов как фиксирующих агентов для натуральных красителей, но и объясняет механизмы их фиксации. В статье обсуждаются химические реакции, которые происходят между квасцами и красителями, улучшая стойкость окрашивания [3]. В работе [4] рассматривается использование алюминиевых квасцов для фиксации цвета при окрашивании тканей из шерсти натуральными красителями. Оценены эффекты разных концентраций квасцов на цвет и его стойкость.

Önal и другие в своем исследовании анализируют свойства тканей из целлюлозных и белковых волокон, окрашенных с использованием экстракта из листьев грецкого ореха. Результаты показали, что экстракт из листьев грецкого ореха может быть эффективно использован для окрашивания как хлопковых, так и шерстяных тканей, при этом на шерсти наблюдается лучший результат по насыщенности цвета. Однако, при окрашивании хлопковых тканей, процесс оказался менее устойчивым, что указывает на необходимость оптимизации условий окрашивания для повышения стойкости цвета [5].

В другом исследовании Önal et al. был изучен процесс окрашивания тканей из хлопка и шерсти с использованием экстракта цветков *Hibiscus sabdariffa*. Этот экстракт продемонстрировал хорошие результаты по окрашиванию, особенно при использовании на шерстяных волокнах. Однако на тканях из хлопка экстракт показал слабую стойкость цвета, что требует дополнительных исследований для улучшения этого показателя. Кроме того, использование квасцов (протравы) также улучшало стойкость и насыщенность цвета, что подтверждает важность добавления фиксирующих агентов для достижения лучших результатов [6]. Недостатком является слабая

стойкость цвета на хлопчатобумажных тканях, что ограничивает широкое использование в текстильной промышленности и необходимость дополнительных фиксирующих агентов для повышения устойчивости.

В работе [7] исследуют химические характеристики различных фракций экстракта из коры грецкого ореха и их антибактериальный потенциал. Использование газовой хроматографии и масс-спектрометрии позволило подробно изучить состав экстракта. Результаты показали наличие активных соединений, которые могут служить эффективными природными красителями с дополнительными антибактериальными свойствами. Это открывает перспективы для использования экстрактов из коры *Juglans regia* не только в качестве красителей, но и как компонент для создания функциональных текстильных материалов с антимикробными свойствами.

В следующем исследовании были уже использованы методы оптимизации для улучшения процесса окрашивания шерсти с использованием экстракта из коры *Juglans regia*. Они обнаружили, что параметры, такие как время обработки, температура и концентрация экстракта, существенно влияют на интенсивность и стойкость цвета. Оптимизация этих условий позволила значительно повысить качество окрашивания, что подтверждает важность контроля этих факторов для достижения максимальных результатов [8].

В другом исследовании рассматривают возможность использования отходов коры *Juglans regia* для создания устойчивого процесса окрашивания акриловых тканей. Исследователи доказали, что отходы могут быть использованы как природный краситель, обеспечивающий хорошие результаты окрашивания, при этом процесс окрашивания оказался экологически более приемлемым по сравнению с традиционными методами. Эти результаты могут стимулировать использование натуральных материалов для более устойчивых процессов в текстильной промышленности [9].

Использование экстрактов натурального происхождения представляет собой перспективное направление в текстильной промышленности, ориентированное на экологически чистые и безопасные методы окрашивания. Хотя на данный момент существуют определенные проблемы с устойчивостью цвета, особенно на хлопчатобумажных тканях, оптимизация

процессов, включая использование квасцов и других фиксирующих агентов, может значительно улучшить результаты. Наряду с экологичностью, антибактериальные свойства некоторых экстрактов различных видов растений открывают дополнительные возможности для разработки функциональных текстильных материалов.

ИК-спектроскопия используется для определения химических изменений в структуре ткани после окрашивания. Этот метод позволяет выявить химические реакции, происходящие при взаимодействии красителей с волокнами ткани, а также объяснить механизм фиксации красителя на ткани. Вторым направлением использования метода является анализ химического состава ткани до и после окрашивания.

Проведенные исследования [10,11] фокусируются на использовании FTIR (инфракрасной спектроскопии) для изучения взаимодействия между натуральными красителями, тканями и фиксирующими агентами. Это позволяет точно определять химические группы, участвующие в процессе окрашивания.

Одной из важнейших характеристик окрашенных тканей является устойчивость окраски. Стойкость зависит от многих факторов, включая качество красителя, используемой протравы и технологии обработки. Исследования в этой области показывают, что квасцы значительно улучшают устойчивость окраски, предотвращая её выцветание и ухудшение качества.

Следующие исследования [12,13] уделяют внимание измерению устойчивости окраски к действию различных факторов, таких как свет, многократная стирка и механическое воздействие.

Несмотря на очевидные экологические преимущества использования натуральных красителей, существуют и вызовы, связанные с их применением, такие как сложность достижения стабильных и ярких оттенков, а также проблемы с процессом массового производства [14,15]. Тем не менее, применение натуральных красителей на основе экстракта различных частей растения *Calligonum* и использование квасцов в качестве протравы может быть решением этих проблем.

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследования использовались следующие текстильные материалы:

- Джинсовая ткань – плотная ткань, известная своей прочностью и долговечностью, часто используемая для изготовления деталей верха обуви.

- Стрейч-ткань – ткань с добавлением эластичных волокон, обеспечивающая высокую растяжимость и комфорт в носке.

- Хлопковая ткань – стандартная ткань, используемая в текстильной промышленности.

Для окрашивания тканей использовались экстракты из различных частей растения жузгин (*Calligonum*): листья, ветви и корень.

Для улучшения стойкости окраски применялись алюмокалиевые квасцы, которые использовались в качестве протравы.

Для изучения химических изменений в структуре тканей после окрашивания использовался ИК-Фурье спектрометр Shimadzu IRPrestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы Pike Technologies. Этот прибор был выбран благодаря высокой точности и возможности анализа образцов без предварительной подготовки и разрушения структуры, что особенно удобно для исследования текстильных материалов.

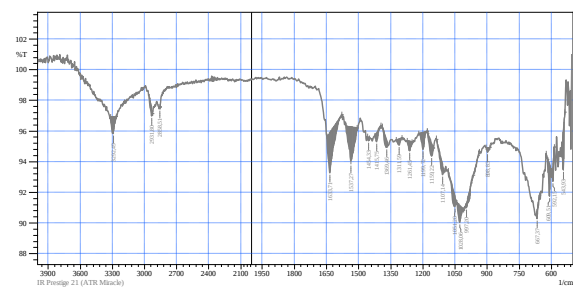
Для исследования были подготовлены 10 образцов ткани, окрашенные экстрактами из

листьев растения *Calligonum*, как с добавлением протравы, так и без ее использования. Анализ образцов ткани на ИК-Фурье спектрометре проходил без их предварительного измельчения или обработки. Сканирование образцов проводилось в диапазоне $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ с разрешением 4 см^{-1} в режиме пропускания. Метод позволил получать спектры с высоким разрешением, что обеспечило точную идентификацию химических изменений в структуре ткани после окрашивания.

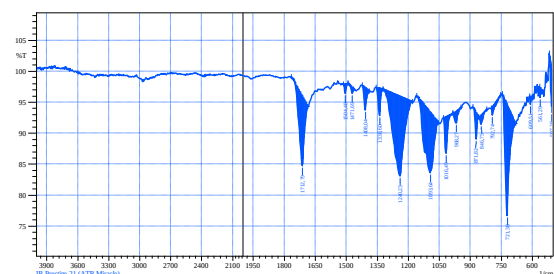
Результаты и их обсуждение

При анализе тканей, окрашенных натуральными красителями, были получены характерные спектры в области $1600\text{--}1800\text{ см}^{-1}$, что соответствует присутствию карбоксильных групп и других функциональных групп, характерных для растительных красителей. Эти результаты подтверждают присутствие натуральных компонентов и позволяют выделить различия в химическом составе тканей, обработанных различными красителями.

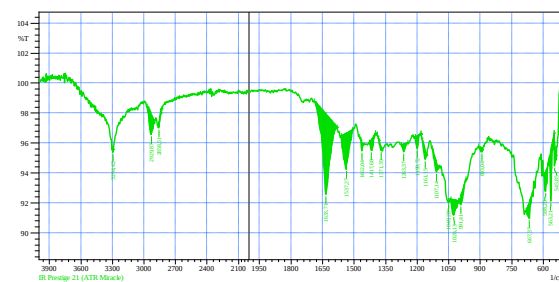
На рисунке 1 представлен ИК-спектр текстильного материала, окрашенного природным красителем, полученным из различных частей растения жузгин.



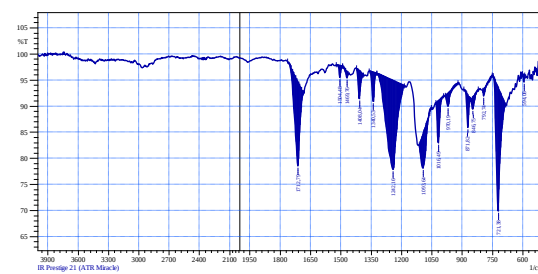
а



в



б



г

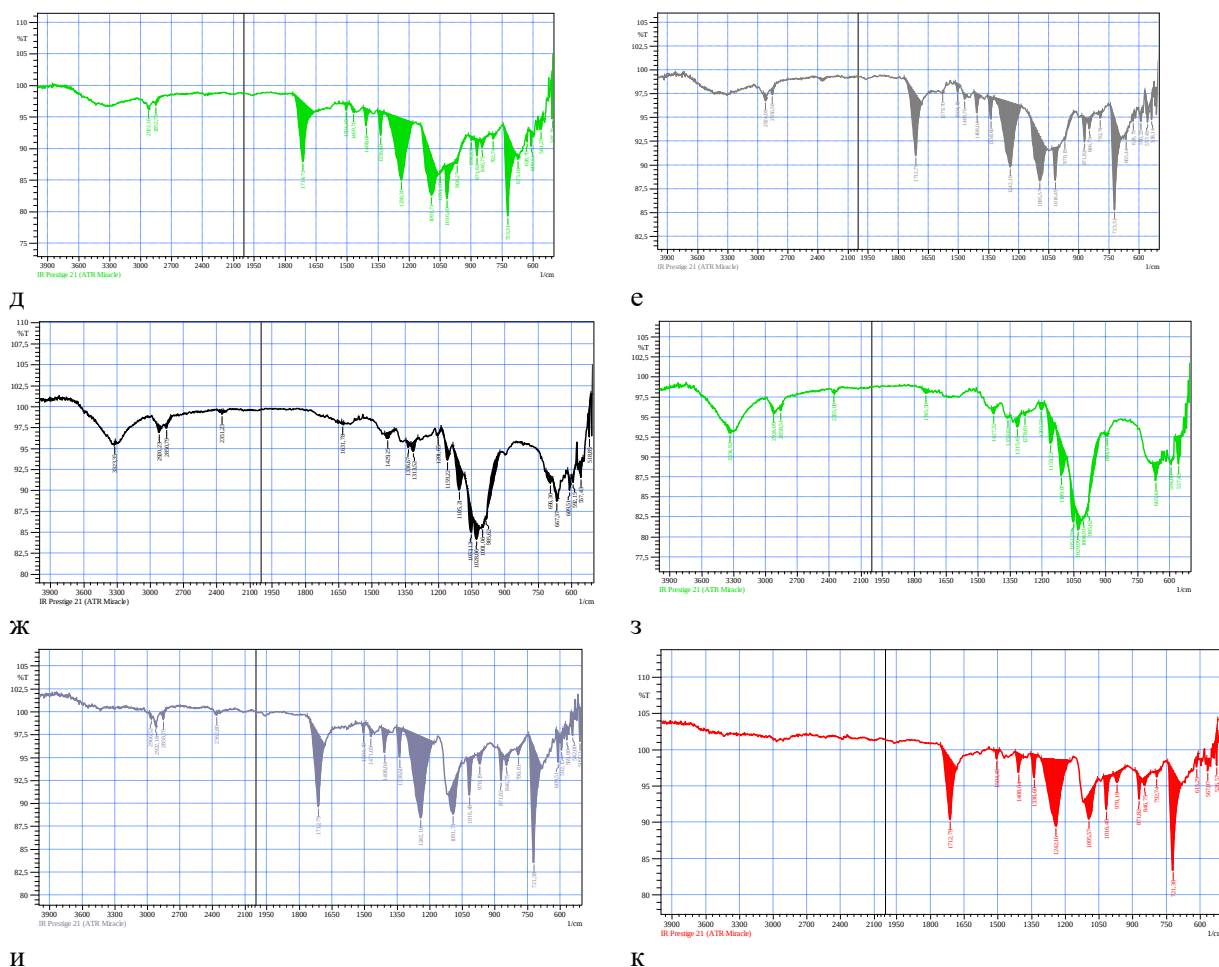


Рисунок 1. ИК-спектр текстильного материала, окрашенного природным красителем, полученным из различных частей растения жузгин

а-образец №1 (стрейч жесткий, окрашенный экстрактом из листьев жузгин с добавлением квасцов)

б- образец №1(стрейч жесткий, окрашенный экстрактом из листьев жузгин)

в- образец №2 (стрейч мягкий, окрашенный экстрактом из листьев жузгин с добавлением квасцов)

г- образец №2 (стрейч мягкий, окрашенный экстрактом из листьев жузгин)

д- образец №3 (джинса жесткая, окрашенная экстрактом из листьев жузгин с добавлением квасцов)

е- образец №3 (джинса жесткая, окрашенная экстрактом из листьев жузгин)

ж- образец №4 (джинса мягкая, окрашенная экстрактом из листьев жузгин с добавлением квасцов)

з- образец №4 (джинса мягкая, окрашенная экстрактом из листьев жузгин)

и- образец №5 (х/б ткань, окрашенная экстрактом из листьев жузгин с добавлением квасцов)

к- образец №5 (х/б ткань, окрашенная экстрактом из листьев жузгин)

В ходе эксперимента с использованием экстрактов жузгин (листья), окрасивших ткани различных типов, с применением квасцов, было получено множество спектров, анализ которых позволил выявить влияние экстрактов на химическую структуру тканей.

Для каждого образца, окрашенного экстрактом из листьев жузгин и с использованием квасцов, были получены соответствующие ИК-спектры, которые отображают специфические изменения в структурах волокон ткани. В частности, было замечено, что окрашенные образцы имели

заметные изменения в диапазоне 3200-3400 см^{-1} , что связано с колебаниями О-Н групп (гидроксильных групп), а также в области 1500-1700 см^{-1} , что связано с амидными группами и С=О связями.

Образец №1: ИК-спектр этого образца показал наличие полос поглощения на 2858,51 см^{-1} и 2931,80 см^{-1} , которые связаны с колебаниями С-Н (углерод-водородных) связей. Полоса на 2858,51 см^{-1} соответствует асимметричным растяжениям CH_2 -групп, а полоса на 2931,80 см^{-1} — симметричным растяжениям тех же групп. Эти полосы подтверждают присутствие углеродных цепей как в структуре самого текстильного материала, так и в составе природного красителя из листьев жужгина. Взаимодействие волокон ткани с органическими компонентами красителя может объяснить наблюдаемые характеристики поглощения. Сильная полоса поглощения в области 1199-1028 см^{-1} , которая может быть связана с растяжениями С-О и С-С связей в структуре целлюлозы. Эти колебания характерны для молекул, составляющих основу натуральных текстильных волокон. Кроме того, эта полоса может отражать присутствие углерод-кислородных связей в полифенольных компонентах экстракта из листьев жужгина, таких как флавоноиды или антоцианы. Влияние квасцов, добавленных в процесс окрашивания, может также оказывать влияние на структуру этих компонентов, улучшая их взаимодействие с тканью и влияя на интенсивность полос поглощения в данном диапазоне. Это подчеркивает важность взаимодействия между тканевыми волокнами и красителями, а также роль добавок в процессе фиксации красителя (рис.1а).

Две важные полосы поглощения в области 3294 см^{-1} и 2858 см^{-1} . Первая полоса, расположенная на 3294 см^{-1} , соответствует растяжению О-Н связей, что указывает на наличие гидроксильных групп, характерных для целлюлозы и фенольных соединений экстракта жужгина. Вторая полоса на 2858 см^{-1} связана с растяжением С-Н связей в метиленовых группах и может быть обусловлена присутствием углеводородных цепей в материале, а также метильными группами, которые могут быть связаны с как тканью, так и экстрактом. Сильные полосы поглощения в диапазоне 1633-1026 см^{-1} . Полоса на 1633 см^{-1} может быть связана с растяжением С=С связей в ароматических кольцах, характерных для флавоноидов,

присутствующих в экстракте. Полоса на 1412 см^{-1} указывает на деформацию С-Н и С-О групп, что свидетельствует о возможных взаимодействиях с компонентами ткани, такими как целлюлоза. Полоса на 1026 см^{-1} может отражать колебания С-О связей, что связано с гидроксильными группами как в волокнах, так и в молекулах красителя, подтверждая наличие сильных молекулярных взаимодействий, которые способствуют закреплению окраски (рис.1б).

Образец №2: Слабые полосы поглощения на 1504,48 см^{-1} и 1471,69 см^{-1} , которые могут быть связаны с деформационными колебаниями ароматических колец и С-Н связей в структуре природного красителя. Полоса на 1504,48 см^{-1} указывает на колебания в ароматических соединениях, таких как флавоноиды или другие полифенольные компоненты экстракта, а полоса на 1471,69 см^{-1} может быть связана с деформационными колебаниями С-Н в углеводородных фрагментах, присутствующих в молекуле красителя. Эти колебания подтверждают, что красители, полученные из листьев жужгина, содержат компоненты с ароматическими кольцами и алкильными группами.

Сильные полосы поглощения в диапазоне 1408-1093 см^{-1} , которые могут быть связаны с деформационными колебаниями С-Н и С-О связей. Полоса на 1408 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям метиленовых (CH_2) или метильных (CH_3) групп, характерных для как текстильных волокон (например, целлюлозы), так и углеводородных компонентов, содержащихся в экстрактах растений. Полоса на 1093 см^{-1} может быть связана с растяжениями С-О связей, что характерно для целлюлозы в ткани и полифенольных соединений в составе экстракта из листьев жужгина. Эти полосы свидетельствуют о взаимодействии природных красителей с текстильными волокнами и подтверждают присутствие углерод-кислородных групп в молекулярной структуре как ткани, так и красителя (рис.1в).

Спектр для этого образца показал менее выраженные пики, что указывает на менее выраженное взаимодействие между красителем и тканью по сравнению с жестким стрейчем. Полосы поглощения в диапазоне 1712 см^{-1} , 1242 см^{-1} и 721 см^{-1} подтверждают присутствие активных химических групп, таких как карбонильные и фенольные соединения, в структуре экстракта из листьев жужгина. Эти

компоненты играют важную роль в процессе окрашивания ткани, обеспечивая высокую прочность и стабильность окраски за счет взаимодействия с целлюлозными и другими волокнами ткани. (рис.1г).

Образец №3: Спектр этого образца показал меньшую интенсивность пиков по сравнению с жестким стрейчем, что может указывать на более слабое связывание красителя с волокнами. Однако пиковая область в диапазоне 2922-2852 см^{-1} свидетельствует о наличии углеводородных групп в ткани, таких как метиленовые и метильные группы, и отражает молекулярные колебания, связанные с углерод-водородными связями. Наблюдается выраженная полоса поглощения в диапазоне 1504-1016 см^{-1} . Эти полосы обусловлены деформационными колебаниями С-Н и С-О связей, характерными для углеводородных и полимерных фрагментов. Полоса на 1504 см^{-1} и 1471 см^{-1} соответствует метиленовым (CH_2) и метильным (CH_3) группам, в то время как полоса на 1093 см^{-1} и 1230 см^{-1} свидетельствует о колебаниях С-О в целлюлозе и компонентах экстракта жузгина. Влияние квасцов, использованных для фиксации окраски, усиливает взаимодействие молекул ткани с полифенольными соединениями, что способствует усилению этих полос и стабилизации окраски (рис.1д).

Полосы поглощения на 2924 см^{-1} и 2856 см^{-1} указывают на наличие метиленовых групп, что связано с углеродными цепями в целлюлозе ткани и экстракте из листьев жузгина. Эти компоненты могут взаимодействовать между собой, что способствует более прочному закреплению красителя и стабильности окрашивания. Характерные полосы поглощения на 1504 см^{-1} и 1016 см^{-1} . Полоса на 1504 см^{-1} соответствует колебаниям ароматических колец, что указывает на присутствие флавоноидных и других ароматических соединений в экстракте. Полоса на 1016 см^{-1} связана с деформациями С-Н в ароматических кольцах и С-О растяжениями, что подтверждает наличие фенольных групп в красителе. Эти данные подтверждают важную роль полифенольных соединений в процессе окрашивания ткани и улучшении стабильности окраски (рис.1е).

Образец №4: Спектр этого образца показал схожие с предыдущим образцом пики, но с меньшей интенсивностью, что указывает на более легкое и менее плотное связывание красителя с тканью. Это подтверждается более

низкими значениями пиков в области 2850 см^{-1} и 1631 см^{-1} , что может указывать на менее стабильное окрашивание в мягкой джинсовой ткани по сравнению с жесткой (рис.1ж).

Спектр этого образца продемонстрировал менее интенсивные пики в сравнении с жестким джинсом, что может указывать на слабое связывание красителя с тканью. Это, вероятно, связано с характеристиками мягкой ткани, которая может не так сильно задерживать краситель (рис.1з).

Образец №5: Спектр для этого образца демонстрирует хорошо выраженные пики, связанные с С=О и О-Н связями, что подтверждает хороший результат окрашивания на хлопковой ткани с использованием квасцов. Пики в области 3000 см^{-1} и 1760 см^{-1} также свидетельствуют о стабилизации структуры ткани и улучшении стойкости окрашивания (рис.1и).

ИК-спектр этого образца показал интенсивные пики в области 1712-721 см^{-1} . Полоса на 1712 см^{-1} указывает на присутствие карбонильных групп, что свидетельствует о наличии полифенольных компонентов экстракта, таких как флавоноиды. Полосы на 1242 см^{-1} и 1026 см^{-1} связаны с деформациями С-Н в ароматических кольцах и растяжениями С-О в фенольных группах, что подтверждает взаимодействие экстракта с волокнами ткани. Полоса на 721 см^{-1} также указывает на присутствие метильных групп и взаимодействие экстракта с текстильными волокнами. Эти данные подтверждают, что экстракт из листьев жузгина способствует стабильному закреплению цвета на ткани и хорошее качество окрашивания на хлопке (рис.1к).

Результаты ИК-спектроскопии показали, что использование экстрактов из листьев жузгин в сочетании с квасцами существенно влияет на структуру тканей, улучшая стойкость окраски и стабильность молекулярных связей. Взаимодействие экстрактов с тканями различных типов (джинсовая, стрейч, хлопковая) оказывает различное влияние на степень закрепления красителя, что можно объяснить различиями в химической структуре волокон.

Применение квасцов в процессе окрашивания значительно усиливает эффективность связывания экстракта с тканью, особенно на жестких тканях (например, джинс и жесткий стрейч), где достигается высокая стойкость цвета и прочность окраски. В то же

время мягкие ткани (мягкий стрейч и мягкая джинса) показали менее интенсивное связывание красителя, что может указывать на меньшую устойчивость окраски на этих материалах.

Таким образом, исследование показало, что использование натуральных красителей из листьев жужги в комбинации с квасцами является эффективным методом для устойчивого окрашивания тканей, особенно при применении на тканях с высокой плотностью волокон.

Заклучение, выводы

В ходе проведенного исследования было изучено влияние экстрактов из различных частей растения жужги (листья, ветви, корень) на процесс окрашивания текстильных материалов, включая джинсовую, стрейч- и хлопковую ткани. Используемые экстракты показали хорошие результаты в отношении устойчивости окраски, при этом различные части растения оказывали различное влияние на интенсивность и стойкость окраски тканей.

ИК-спектроскопия, проведенная с использованием ИК-Фурье спектрометра Shimadzu IRPrestige-21 с приставкой НПВО Miracle, позволила выявить изменения в химической структуре тканей после окрашивания, что подтвердило взаимодействие красителей с волокнами тканей. Анализ показал, что красители из Жужгина эффективно связываются с волокном, образуя стабильные комплексы, что способствует улучшению стойкости цвета. При этом использование протрав, таких как квасцы, существенно улучшило стойкость окраски как к стирке, так и к воздействию света.

Результаты исследования подтверждают перспективность использования натуральных красителей, полученных из жужгина, для окрашивания текстильных материалов. Эти красители обеспечивают экологически безопасную альтернативу синтетическим красителям и могут быть использованы для производства тканей с высокими эксплуатационными характеристиками и хорошей стойкостью окраски.

Также стоит отметить, что дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на оптимизацию процесса извлечения красителей и изучение их воздействия на различные типы тканей, что поможет расширить область применения натуральных красителей в текстильной промышленности.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Данное исследование было профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR 24992867).

REFERENCES

1. Yang, Y., & Lee, H. (2019). "The application of natural dye from *Juglans regia* in textile dyeing". *Journal of Textile Science & Engineering*, 39(1), 31-37. DOI: 10.1016/j.jtse.2019.04.001.
2. Khan, M., & Rahman, M. (2020). "Eco-friendly dyeing of cotton fabric using *Juglans regia* extract and its color fastness properties". *Journal of Cleaner Production*, 272, 122-130. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122030.
3. Smith, J., & Li, X. (2021). "Role of alum-based mordants in natural dyeing: A review". *Coloration Technology*, 137(3), 228-239. DOI: 10.1111/cote.12672.
4. Li, P., & Chen, Y. (2020). "Effect of aluminum sulfate mordants on the color fastness of wool fabrics dyed with natural dyes". *Journal of Applied Polymer Science*, 137(12), 1-8. DOI: 10.1002/app.48443.
5. Önal A. et al., 2021. Investigation of the dyeing properties of the colorant extracted from *Juglans regia* L. leaves on cellulosic and protein fabrics // *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 8(2), 453-460.
6. Önal A. et al., 2022. The use of Hibiscus sabdariffa flower extracts in cotton fabric and wool yarn dyeing // *Journal of The Institution of Engineers (India): Series E*, 103(2), 315-321.
7. Jabli M. et al., 2017. Chemical analysis of the characteristics of Tunisian *Juglans regia* L. fractions: Antibacterial potential, gas chromatography-mass spectroscopy and a full investigation of their dyeing properties // *Industrial crops and products*, 108, 690-699.
8. Haji A., Qavamnia S. S., Nasiriboroumand M., 2018. The use of D-optimal design in optimization of wool dyeing with *Juglans regia* bark // *Industria Textila*, 69(2), 104-110.
9. Ticha M. B. et al., 2022. Valorization of *Juglans regia* L. bark residues as a natural colorant based on response surface methodology: A challenging approach to a sustainable dyeing process for acrylic fabrics // *Sustainability*, 14(7), 4134.
10. Zhao, Y., & Wang, L. (2021). "Investigation of colorants and their interactions with cotton fabric using FTIR spectroscopy". *Textile Research Journal*, 91(7), 1-8. DOI: 10.1177/00405175211010507.
11. Gulrajani, M. L., & Chattopadhyay, S. (2022). "Application of FTIR spectroscopy in the study of dyeing and mordanting processes". *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 47(2), 212-221. DOI: 10.56506/ijftr.2022.47.2.212.

12. Jana, S., & Das, N. (2021). "Color fastness and durability of natural dyes on cotton fabric". *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, 12(1), 45-55. DOI: 10.1002/jttm.10104.

13. Mishra, R., & Sahoo, D. (2020). "Evaluation of color fastness properties of natural dyed cotton fabrics". *International Journal of Clothing Science and Technology*, 32(6), 967-980. DOI: 10.1108/IJCS-10-2019-0227.

14. Das, S., & Singh, S. (2019). "Challenges in the use of natural dyes in textiles". *Textile Research Journal*, 89(4), 659-671. DOI: 10.1177/0040517518802150.

15. Reddy, M. P., & Kumar, P. S. (2020). "Sustainable dyeing practices using natural colorants and mordants". *Journal of Cleaner Production*, 273, 122126. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122126.

ӘОЖ 687.1
ГРНТИ 64.33.81

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-170-177>

КОПФУНКЦИОНАЛДЫ ЖАСТАР ЖИЫНТЫҒЫН ДАЙЫНДАУДА ӘРЛЕУІШ МАТЕРИАЛДАРДЫ ЖЕЛІМДЕП БІРІКТІРУДІ ЗЕРТТЕУ

К.Ж. КУЧАРБАЕВА *, А.А. МАМАТАЙ , Л.Т. САПТАРОВА 

(«Алматы технологиялық университеті» АҚ,

Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: kucharbayeva.kaldygul@mail.ru, inbota95@gmail.com*

Мақалада жастарға арналған көпфункционалды тігін бұйымдарын дайындауда әрлеуіш материалдарды желімдеп біріктіру әдісі талданады. Көпфункционалды жастар киім жиынтығын әрлеуіш материалдармен безендіріп дайындау, бірегей және әртүрлі бейнелерді жасауға мүмкіндік беретін жаңа көркем шешімдерді ашады. Сән бағытына байланысты өзгеріп, бір-бірін алмастыратын сәндік әрлеуіш материалдармен безендірілген көпфункционалды жастар жиынтығы, жастар қауымының эстетикалық және пайдалану талаптарын толықтай қанағаттандырады. Тұтынушы талаптарына сай түрленетін сәндік элементтері мен әрлеуіш материалдармен әрлеп безендірілген көпфункционалды жастар жиынтығы рынокта кеңінен қолданылады. Сәндік материалдарды желімдеп біріктірудің беріктігі, қаттылығы, тозуға төзімділігі мен шыдамдылығының сапалық көрсеткіштері зерттеледі. Жастар киім жиынтығында сәндік және негізгі бөлшектерге таңдалған өңдеу тәртібінде, әрлеуіш материалдарды желімдеп біріктіріп безендірілген сынақтық үлгілердің сандық және сапалық көрсеткіштері сынақтан өткізілді. Көпфункционалды киім жиынтықтарын дайындауда желімдеп біріктіру әдісін қолдану өндіріс уақытын қысқартады және өңдеу сапасын жоғарылатады, бұл нарықтағы өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттырады. Зерттеу нәтижесінде, сынақтық үлгідегі жоғарғы көрсеткіштегі материалдардан, әрлеуіш материалдармен безендірілген көпфункционалды жастар киім жиынтығы дайындалды. Жастар көпфункционалды киім жиынтығын сатып ала отырып, нақты түрде түсі мен матасы үйлесетін, бірақ ассортименті мен тағайындалуы әртүрлі бірнеше бұйымдарға ие болады.

Негізгі сөздер: жастар жиынтығы, көпфункционалды, желімдік біріктіру, сәндік элементтер, физико-механикалық көрсеткіштер, әрлеуіш материалдар.

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОЛОДЕЖНОГО КОМПЛЕКТА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К. Ж. КУЧАРБАЕВА*, А.А. МАМАТАЙ, Л.Т. САПТАРОВА

(Алматинский технологический университет,

Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автор-корреспондента: kucharbayeva.kaldygul@mail.ru, inbota95@gmail.com*

В статье анализируется разработка многофункциональных швейных изделий для молодежи на основе клеевого соединения отделочных материалов. Разработка многофункционального молодежного комплекта одежды с декорированными отделочными материалами открывает новые художественные решения, позволяющие создавать уникальные и разнообразные образы. Многофункциональный молодежный комплект, изменяющийся в зависимости от направления моды и украшенный взаимозаменяемыми декоративными отделочными материалами, полностью удовлетворяет эстетическим и