

Compression, Impact and Hardness Testing.” Tinius Olsen, March 7, 2023. <https://www.tiniusolsen.com/>.

8. Ardente, Fulvio, Marco Beccali, Maurizio Cellura, and Marina Mistretta. “Building Energy Performance: A LCA Case Study of Kenaf-Fibres Insulation Board.” *Energy and Buildings* 40, no. 1 (January 1, 2008): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.12.009>.

9. Papadopoulos, A. “State of the Art in Thermal Insulation Materials and Aims for Future Developments.” *Energy and Buildings* 37, no. 1 (January 1, 2005): 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.05.006>.

10. Pennacchio, Roberto, Lorenzo Savio, Daniela Bosia, Francesca Thiebat, Gabriele Piccablotto, Alessia Patrucco, and Stefano Fantucci. “Fitness: Sheep-Wool and Hemp Sustainable Insulation Panels.” *Energy Procedia* 111 (March 1, 2017): 287–97. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.030>.

11. Ye, Zhenyu, Carol L. Wells, C. G. Carrington, and Neil Hewitt. “Thermal Conductivity of

Wool and Wool-Hemp Insulation.” *International Journal of Energy Research* 30, no. 1 (January 1, 2006): 37–49. <https://doi.org/10.1002/er.1123>.

12. Cheung, Hoi Yan, Mei-Po Ho, Kin-Tak Lau, Francisco Cardona, and David S.C. Hui. “Natural Fibre-Reinforced Composites for Bioengineering and Environmental Engineering Applications.” *Composites Part B-Engineering* 40, no. 7 (October 1, 2009): 655–63. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2009.04.014>.

13. Petit-Breuilh, Ximena, Christopher J. Whitman, Claudia Lagos, Gabriela Armijo and Nicolás Schiappacasse. “Natural Fibre Insulation in Rural Southern Chile.” (2013).

14. Schiavoni, S., F. D’Alessandro, F. Bianchi, and Francesco Asdrubali. “Insulation Materials for the Building Sector: A Review and Comparative Analysis.” *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 62 (September 1, 2016): 988–1011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045>.

15. Qian, Xiao Ming, and Hua Wu Liu. *Advanced Textile Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2011.

МРНТИ 64.29.23

DOI <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-4-43-51>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ ШЕРСТИ НАТУРАЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

И.А. НАБИЕВА *, З.Ш. ИСЛАМОВА , В.Д. ХАМИДОВА 

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
г. Ташкент, Яккасарайский район, улица Шохжахон №5)

Электронная почта автора корреспондента: niroda@bk.ru*

*В данной статье описывается процесс крашения обесцвеченных-отбеленных шерстяных волокон натуральными красителями с использованием в качестве протравы солей алюминия, железа и меди (изучены колористические особенности процесса крашения киноварью). Процесс окрашивания осуществляется в трех различных последовательностях: предварительная обработка протравами, затем окрашивание в растворе натурального красителя (I); однованное крашение в растворе красителя и протравы (II); крашение в растворе натурального красителя с последующей обработкой протравами (III). Влияние последовательности окрашивания на показатели качества окраски оценивали по данным, определенным при стандартной освещенности D_{65} на лабораторном колориметре. В статье показана зависимость процессов крашения шерсти натуральными красителями Мареной (*Rubia tinctorum* L.), Куркумой (*Curcuma longa*) и Кармином (*Madder* - киноварь) от присутствия и места солей-протрав в технологической проводке. Сам краситель Марена дает золотистый цвет, а в присутствии сульфата меди и железа дает бледно-коричневый цвет, а бихромат калия дает яркий насыщенный красный цвет. При крашении шерсти красителем Кармином в присутствии в качестве протрав солей железа и меди карминовая шерсть дает в 1,5-2,5 раза более интенсивные темно-красные цвета в зависимости от способа окраски, чем при окраске без солей. Изучена зависимость интенсивности окраски от pH среды с учетом того, что pH процесса крашения влияет на прочностные и колористические параметры окрасок, получаемых на шерстяном волокне натуральными красителями. Был проведен ИК-спектральный анализ образцов, окрашенных исследуемыми красителями в сравнении с неокрашенным волокном шерсти для выявления характера возникновения связей шерстяного волокна с натуральными красителями.*

Ключевые слова: шерсть, кератин, колорирование, природный краситель, колористические характеристики.

ЖҮНДІ ТАБИҒИ БОЯУЛАРМЕН БОЯУ ПРОЦЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

И.А. НАБИЕВА*, З.Ш. ИСЛАМОВА, В.Д. ХАМИДОВА

(Ташкент текстиль және жеңіл өнеркәсіп институты, Өзбекстан Республикасы,
Ташкент қаласы, Яккасарай ауданы, Шохжахон көшесі No 5)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: niroda@bk.ru*

Бұл мақалада алюминий, темір және мыс тұздарын мордант ретінде пайдалана отырып, түссіздендірілген-ағартылған жүн талшықтарын табиғи бояғыштармен бояу процесі сипатталған (киннабарды бояу процесінің колористикалық ерекшеліктері зерттелген). Бояу процесі үш түрлі реттілікпен жүргізілді: морданттармен алдын ала өңдеу, содан кейін табиғи бояу ерітіндісінде бояу (I); бояғыш пен мордант ерітіндісінде бір ванналы бояу (II); табиғи бояу ерітіндісінде бояу, содан кейін морданттармен өңдеу (III). Бояу тізбегінің бояу сапасына әсері зертханалық колориметрде D65 стандартты жарықтандыруымен анықталған деректермен бағаланды. Мақалада жүнді Madder (*Rubia tinctorum* L.), куркума (*Curcuma longa*) және кармин (*Minium - cinnabar*) табиғи бояғыштарымен бояу процесінің технологиялық сымдардағы тұздық тұздарының болуы мен орнына тәуелділігі көрсетілген. Маддер бояғышының өзі алтын түс береді, ал мыс сульфаты мен темірдің қатысуымен бозғылт қоңыр түс береді, ал калий бихроматы ашық қанық қызыл түс береді. Жүнді карминдік бояғышпен мордант ретінде темір және мыс тұздары қатысында бояғанда, карминді жүн тұзсыз боялғанға қарағанда бояу әдісіне байланысты 1,5-2,5 есе қарқынды қою қызыл түс береді. Табиғи бояғыштармен жүн талшығында алынған түстердің беріктігі мен түс параметрлеріне бояу процесінің рН әсер ететінін ескере отырып, түс қарқындылығының ортаның рН-ға тәуелділігі зерттелді. Жүн талшығы мен табиғи бояғыштар арасындағы байланыстың пайда болу сипатын анықтау үшін боялмаған жүн талшығымен салыстырғанда зерттелетін бояғыштармен боялған үлгілерге ИҚ-спектрлік талдау жүргізілді

Негізгі сөздер: жүн, кератин, бояу, табиғи бояу, колористикалық сипаттамалар.

IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF DYING OF WOOL WITH NATURAL DYES

I.A. NABIEVA*, Z.SH. ISLAMOVA, V.D. KHAMIDOVA

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan, Tashkent City,
Yakkasaray district, Shokhzhakhon street No. 5)
Corresponding author e-mail: niroda@bk.ru*

This article describes the process of dyeing bleached wool fibers with natural dyes using aluminum, iron and copper salts as a mordant (the coloristic features of the cinnabar dyeing process are studied). The staining process was carried out in three different sequences: pre-treatment with mordants, then staining in a natural dye solution (I); one-bath dyeing in a solution of dye and mordant (II); dyeing in a solution of natural dye, followed by treatment with mordants (III). The influence of the staining sequence on the quality of staining was evaluated by data determined under standard illumination D65 on a laboratory colorimeter. The article shows the dependence of the processes of dyeing wool with natural dyes Madder (*Rubia tinctorum* L.), Turmeric (*Curcuma longa*) and Carmine (*Minium - cinnabar*) on the presence and place of pickling salts in the technological wiring. Madder dye itself gives a golden color, and in the presence of copper sulfate and iron gives a pale brown color, and potassium dichromate gives a bright saturated red color. When dyeing wool with Carmine dye in the presence of iron and copper salts as mordants, carmine wool gives 1.5-2.5 times more intense dark red colors, depending on the dyeing method, than when dyed without salts. The dependence of the color intensity on the pH of the medium has been studied, taking into account the fact that the pH of the dyeing process affects the strength and color parameters of the colors obtained on wool fiber with natural dyes. An IR spectral analysis of samples dyed with the studied dyes was carried out in comparison with undyed wool fiber to identify the nature of the occurrence of bonds between wool fiber and natural dyes.

Keywords: wool, keratin, coloring, natural dye, coloristic characteristics.

Введение

Как правило, изделия из шерсти в виде волокон, пряжи и тканей окрашивают различными способами синтетическими красителями, в том числе активными, хромовыми, кислотными и кислотными комплексными красите-

лями. Необходимость в процессе окрашивания в сильноокислой среде этими красителями отрицательно влияет на морфологию шерстяного волокна, делая шерсть ломкой и жесткой.

Пути решения таких проблем в текстильной промышленности как получение

изделий со свойствами, удовлетворяющими потребительскому спросу, расширение ассортимента шерстяных изделий, повышение их привлекательности являются снижение количества синтетических красителей и расхода красителей в процессе крашения шерстяных волокон [1, 2], а также использование в процессах крашения натуральных красителей [3] и внедрение технологий проведения процесса при низких температурах и коротких промежутках времени.

Наличие хрома и других тяжелых металлов в синтетических красителях, используемых сегодня в процессе крашения тканей из шерстяного волокна, а также тот факт, что большинство кислотных и активных красителей являются азокрасителями, свидетельствует о том, что эти изделия не обеспечивают безопасность для здоровья человека и окружающей среды.

Существует три пути решения экологических проблем текстильными предприятиями: анализ технологических процессов и составов с целью экологизации известных технологий; создание совершенно новых экологически безопасных технологий; очистка и обезвреживание технологических сточных вод.

К указанным направлениям в процессах химической отделки белковых волокнистых материалов относятся: снижение количества синтетического красителя, снижение расхода красителя в процессе крашения шерстяного волокна [4], эффективное использование натуральных красителей в процессах крашения [5,6], проведение процесса при низкой температуре и в течение короткого времени.

Использование натуральных красителей в процессах крашения важно не только из-за их экологической безопасности по сравнению с синтетическими красителями, но и из-за сложности их состава. Они позволяют создавать различные художественные эффекты и цвета, которые невозможно создать с помощью синтетических красителей. При получении природных красителей перевод в сточные воды растительных отходов, нетоксичных соединений позволяет использовать их в качестве удобрений, что обеспечивает замкнутость системы в текстильной химической технологии [7].

В республике насчитывается около трехсот видов растений. Использование растительных отходов для окрашивания штучных материалов известно давно, т.е. использо-

вались кожура фруктов, кожура овощей, листья и кора грецкого ореха.

Окрашивание белковых волокон, в том числе шерстяных, с использованием натуральных красителей более распространено в мировой текстильной промышленности, чем волокон на основе целлюлозы или синтетических волокон. В каждой стране предлагаются новые составы и способы окрашивания шерсти из растений и различных минералов, микроорганизмов и пищевых отходов, присутствующих в ее флоре, значительные успехи достигнуты при окрашивании различными экстрактами, в том числе вытяжек из птичьего горного растения [8], нильской акации [9], крапивы [10], корня и коры тысячелистника [11] и листьев яблони [12]. В связи с этим особое значение имеет крашение шерстяных волокнистых материалов Мареной (*Marena - Rubia tinctorum L.*). Использование Марены в процессе крашения было известно еще в 3 веке до нашей эры. Для окрашивания используют корни и стебли Марены. В среднем с каждого гектара земли можно собрать 13-14 центнеров сухих корней. Ученые показали, что белковые волокна, окрашенные Мареной, обладают сильными бактерицидными свойствами, а также красивой окраской [13].

При окрашивании шерсти с использованием различных протрав красители прочно связываются с волокном. Бихромат калия часто используется в качестве протравы. Начав протравливание при температуре 35-40°C и медленно повышая температуру, протрава равномерно впитывается в волокно и глубже проникает в структуру волокна, т.е. диффундирует. Так как бихромат калия является сильным окислителем, кератин может быть разрушен в процессе окрашивания, поэтому существуют три различных метода окрашивания с применением протрав. При окрашивании и последующем протравливании краситель, сорбированный на волокне на первом этапе окрашивания, защищает кератин от разрушения, а при одновременном окрашивании в присутствии протрав образуются нерастворимые в воде лаки, поэтому окрашивание с последующим протравливанием в целом считается допустимым [14]. В процессе крашения натуральными красителями можно добиться результатов, не отличающихся по качеству от красок, получаемых синтетическими красителями, при использовании в качестве протрав железного купороса, квасцов,

медного купороса, кроме того, при использовании комбинаций солей создаются широкие гамма-цвета [15]. Также развитие нанотехнологии и ее широкое распространение в текстильной промышленности открыли путь к возможности использования наноолитина в качестве протравы при крашении шерсти [16].

Материалы и методы исследований

В наших исследованиях объектом крашения выбраны шерстяные волокна из местных пород овец “Хисори” диаметром 55,35 мкм, длина волокна 12-14 мм. Степень интенсивности цвета шерстяных волокон определялась на спектроколориметре “X-Rite Ci7800” (Корея) [17]. Процесс крашения шерстяного волокна натуральными красителями проводили на приборе “Water bath shaker DL-2003” (Корея). Определение устойчивости окраски к стирке проводили по ГОСТ 9733.4-83. Определение прочности окрасок проводили в соответствии с ГОСТ 9733.27-83. В качестве сырья для получения природного красителя использовали порошок корней растения – Марены и Куркумы. Также использовалась карминовая кислота “Кошениль”.

К началу XX века синтетические красители почти полностью вытеснили натуральные красители в процессах крашения и печатания текстильных материалов. Причиной этого является, прежде всего то, что в связи с развитием химической промышленности увеличивается спрос на текстильные материалы на основе смешанных волокон, в том числе на готовые текстильные изделия. Такое положение является причиной ухудшения экологической обстановки в мире, и в настоящее время ученые проводят ряд исследований по решению проблем выпуска продукции на основе экотекстиля на потребительский рынок.

В зависимости от типа процессов на отделку каждого кг ткани на предприятиях химической отделки текстильных материалов расходуется 77-108 л воды [18]. Кроме того, при производстве синтетических красителей расходуется большое количество воды, большая часть которой сбрасывается в водоемы в виде сточных вод.

Производство синтетических красителей и их использование в текстильной промышленности оказывает негативное влияние на окружающую среду, а постельное белье и одежда из тканей, окрашенных ими, могут вызывать у потребителей различные аллергии и другие заболевания. В связи с этим создание и

производство технологий эффективного использования натуральных красителей является решением этих проблем.

Основным недостатком натуральных красителей является их низкое сродство к волокнистому материалу, поэтому с помощью этого класса красителей не получаются яркие цвета. Традиционно протравы использовались для усиления цвета, получаемого натуральными красителями [19], наиболее распространенными протравами являются соли хрома, но они токсичны и канцерогенны. В исследованиях планировалось использовать соли алюминия, железа и меди в качестве протравливающих агентов в процессе окрашивания обесцвеченных-отбеленных шерстяных волокон натуральными красителями.

Изучен процесс окрашивания местного шерстяного волокна натуральными красителями - Мареной (*Rubia tinctorum* L.), Куркумой (*Cúrcuma lónga*) и Кармином (Minium - киноварь) и колористические характеристики окрашенных ими волокон.

Процесс окрашивания осуществлялся в трех различных последовательностях: с предварительным протравливанием, затем окрашиванием в растворе натурального красителя (I); одновременное крашение в растворе протравы и красителя (II); окрашивание в растворе натурального красителя с последующим протравливанием (III).

Влияние последовательности окрашивания на параметры качества окраски оценивали по данным, определенным лабораторным колориметром при стандартной освещенности D65. Для систематизации цветовых характеристик использовалась цветовая модель L.a.b (табл. 1).

Результаты и их обсуждение

В процессе крашения всеми тремя природными красителями в присутствии различных солей колористические показатели получаемых окрасок различаются в зависимости от порядка добавления красителей в красильный раствор. При этом во всех образцах интенсивность цвета, получаемого на окрашенном шерстяном волокне по III способу ниже, чем при двух других методах, цвета получаются тусклыми.

Мы видим, что сульфат алюминия как протрава совершенно не повлиял на интенсивность окраски в первом и третьем способах. Интенсивность окраски образцов, окрашенных по II му способу, т. е. красителем и сульфатом алюминия в одном растворе, по сравнению с

окраской без протравы повысилась в зависимости от типа красителя на 12,5; 50,0 и 16,7%.

В процессе окрашивания всеми красителями с использованием в качестве протравы медного купороса и железного купороса наблюдается изменение цветового тона, при этом яркость красок снижается. Процессы окрашивания с участием бихромата калия дают яркие и

насыщенные цвета, но использование хрома считается негативным результатом с экологической точки зрения. При окраске Куркумой шерсть приобретает ярко-желтый цвет, а при окрашивании с протравами — от темно-молочного до светло-коричневого цвета.

Таблица 1 – Зависимость колористических характеристик шерстяного волокна от последовательности окрашивания Мареной

Тип крашения	Тип протравы	Яркость цвета, L*	Насыщенность цвета, C*	Цветовой тон, h*	Интенсивность цвета, K/S
Способ с предварительным протравливанием	-	66,78*	16,28	38,15	8
		70,18**	18,26	35,12	6
		74,16***	22,65	43,28	12
	FeSO ₂	53,65	16,22	40,26	8
		52,44	19,46	38,66	7
		56,46	19,53	46,91	16
	CuSO ₄	66,12	20,71	41,25	9
		70,26	19,06	39,77	8
		58,23	18,78	48,34	15
	Al ₂ (SO ₄) ₃	63,54	17,71	40,25	9
		66,71	20,23	37,94	7
		71,28	24,50	45,29	12
	K ₂ Cr ₂ O ₇	67,07	19,13	42,54	10
		68,69	22,08	41,09	9
		66,26	24,65	50,44	13
Способ с одновременным протравливанием	FeSO ₂	63,28	18,32	59,46	14
		66,06	21,15	55,32	12
		58,26	21,62	74,87	30
	CuSO ₄	70,44	22,58	51,44	14
		75,48	20,23	46,23	10
		62,22	19,31	64,63	25
	Al ₂ (SO ₄) ₃	66,20	28,00	41,74	9
		69,26	30,21	39,64	12
		74,92	23,22	45,16	14
	K ₂ Cr ₂ O ₇	70,28	30,65	75,14	18
		72,08	24,20	68,24	17
		70,54	26,33	85,12	24
Способ с последующим протравливанием	FeSO ₂	54,35	18,29	40,78	9
		50,04	21,53	39,27	8
		52,15	21,07	48,02	16
	CuSO ₄	56,12	22,18	43,24	9
		62,65	21,86	42,16	7
		59,73	20,03	51,03	15
	Al ₂ (SO ₄) ₃	64,21	18,11	42,27	9
		70,18	21,88	39,15	8
		73,29	26,91	46,92	12
	K ₂ Cr ₂ O ₇	67,28	21,15	43,87	11
		69,23	23,78	43,59	10
		67,33	26,14	52,06	13

Примечание: * - Марена ** - Куркума, *** - Кармин, температура – 90⁰С, продолжительность – 60 мин, рН-6.

Сам краситель Марена дает золотистый цвет, а в присутствии сульфата меди и железа дает бледно-коричневый цвет, а бихромат

калия дает яркий насыщенный красный цвет. При крашении шерсти красителем Кармином в присутствии в качестве протрав солей железа и

меди карминовая шерсть дает в 1,5-2,5 раза более интенсивные темно-красные цвета в зависимости от способа окраски, чем при окраске без солей.

Интенсивность цвета на образцах, окрашенных с предварительным протравливанием, увеличилась на 25% по сравнению с непротравленными образцами. Причина этого в том, что когда соль добавляется в раствор, она выполняет задачу по уменьшению дзета-потенциала на поверхности волокна, и натуральный краситель быстрее продвигается к волокну. Помимо увеличения насыщенности цвета за счет образования комплекса красителя с металлом, количество красителя в волокне также увеличивается за счет образования дополнительных центров поглощения красителя за счет катионов металлов в волокне. Однако, интенсивность окраски образцов, полученных методом крашения с одновременным протравливанием ниже интенсивности окраски, полученной другими способами. Интенсивность окраски образцов при крашении в растворе красителя и протравы показывает в 2-3 раза более высокие значения, чем без протравы. Также по результатам исследований установлено, что крашение в растворе красителя одновременно с солями (2-й способ) повышает интенсивность окраски на 25-88% по сравнению с отдельными способами (1-й и 3-й способы). Во всех трех

методах чистота окраски снижается при обработке солями железа в качестве протравы. В процессах крашения, проводимых солями хрома и меди, увеличение яркости красок свидетельствует об увеличении чистоты красок.

При крашении натуральными красителями по третьему способу колористические показатели полученных образцов показали практически такие же результаты, как и по первому способу. Поэтому из-за того, что кератин шерсти образует комплекс с солями металлов в виде полиаминокислоты при крашении, количество карбоксильных и амино-групп в антрахиноновых или флавоновых соединениях хромофорной системы, способных вступать в водородные связи с гидроксильными группами красителя уменьшилось, поэтому интенсивность окраски образцов, окрашенных первым способом, имела низкие значения.

Аналогично, в третьем способе в результате межмолекулярного связывания функциональных групп макромолекулы кератина с хромофорной системой природного красителя с последующей обработкой солями не образовывался комплекс в достаточной мере, поэтому в процессе промывки вымывается краситель, не участвовавший в образовании комплекса, потому цвет не углубляется из-за слабой межмолекулярной связи красителя с волокном (рис.1).

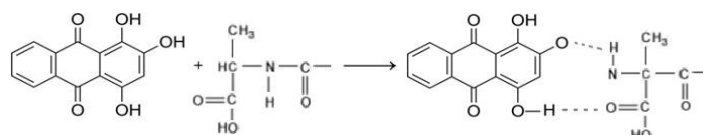


Рисунок 1 – Формула межмолекулярной связи красителя с волокном

Изучена зависимость интенсивности окраски от pH среды с учетом того, что pH процесса крашения влияет на прочностные и колористические параметры красок, получаемых на шерстяном волокне натуральными красителями. Приведенные результаты (табл. 2) показывают, что интенсивность окраски была выше в условиях, когда pH красящего раствора был слабокисло-слабощелочным. Снижение интенсивности окраски при сдвиге технологической среды в кислую область связано с изоэлектрической точкой кератина шерсти. Изоэлектрическая точка волокна соответствует pH=4,2.

В связи с тем, что в предыдущих опытах было установлено, что на колористические

свойства образцов сульфат алюминия не влиял, и с учетом вредности соединений хрома с экологической точки зрения, исследования проводились на сульфате меди и сульфате железа в качестве протравливающих агентов. Результаты эксперимента, представленные в таблице 2, показывают, что интенсивность окраски имеет более высокие значения при окрашивании в присутствии всех солей в условиях pH=5-7, чем в образце, окрашенном без протрав.

Соли, используемые в процессе окрашивания, имеют кислую природу и воздействуют на ионогенные группы шерсти подобно минеральным кислотам. Поэтому при добавлении в раствор для крашения шерсти кислотных

солей многовалентных металлов интенсивность окраски волокна увеличивается, и появляется возможность снизить кислотность

раствора для получения окраски необходимой интенсивности.

Таблица 2 – Зависимость интенсивности окраски шерстяного волокна от рН среды

Способ крашения	Тип протравы	Среда окрашивающего раствора, рН						
		3	4	5	6	7	8	9
Способ с предварительным протравливанием	-	5*	6	8	8	8	7	3
		4**	5	6	8	9	7	2
		6***	10	12	14	14	12	4
	FeSO ₄	5	6	8	8	8	7	4
		3	5	7	8	9	9	2
		11	14	16	18	18	12	8
	CuSO ₄	5	7	9	11	11	9	2
		4	6	8	10	10	9	2
		10	12	15	16	16	16	14
Способ с одновременным протравливанием	FeSO ₄	9	13	14	15	15	12	7
		7	9	12	14	14	11	4
		18	25	30	32	32	28	12
	CuSO ₄	9	12	14	16	16	11	6
		6	8	10	13	14	10	4
		18	21	25	28	28	23	10
Способ с последующим протравливанием	FeSO ₄	6	7	9	11	12	10	4
		5	7	8	9	9	8	2
		11	14	16	18	18	12	8
	CuSO ₄	5	7	9	12	12	8	2
		3	5	7	9	9	6	2
		10	13	15	19	19	11	7

Примечание: * - Марена, ** - Куркума, *** - Кармин. температура – 90⁰С, время – 60 мин.

Интенсивность окраски образцов, окрашенных по однованному способу (2-й способ) выше на 12,5%-50,0% по сравнению с данными, полученными при крашении без протравы. Во всех способах крашения с использованием в качестве протравы солей железа чистота окраски снижается. Яркость цветов увеличивалась в процессе крашения с использованием солей хрома и меди. Установлено, что интенсивность окраски повышается в слабокисло-слабощелочной средах крашения. В щелочной среде полученное соединение не обладает оптичес-

кими свойствами. Это объясняется зависимостью образования координационных связей аминокрупп кератина шерсти с солями металлов от рН среды. Показано, что соли железа и меди как протравы дают высокие значения прочности окраски, поскольку они образуют прочные комплексы с карбоксильными группами аминокислот шерстяного волокна.

В табл. 3 представлены экспериментальные результаты исследования зависимости цветостойкости от способа окрашивания двумя выбранными красителями.

Таблица 3 – Зависимость цветостойкости шерстяного волокна от способа окрашивания

Тип протравы	Способ крашения		
	I	II	III
-	3/2/3	3/3/3	3/3/3
	3/2/3	3/3/3	3/3/3
	3/2/2	3/2/2	3/3/3
FeSO ₄	4/5/5	5/5/5	4/4/4
	4/4/4	5/5/5	4/4/4
	4/4/4	4/5/5	3/4/4
CuSO ₄	4/4/5	5/5/5	4/4/5
	4/4/5	5/5/5	4/4/5
	4/4/5	5/5/5	4/4/5

Примечание: * - Марена, ** - Куркума, *** - Кармин. температура – 90⁰С, время – 60 мин.

В однованном методе помимо межмолекулярных связей между функциональными группами красителя и волокна образуется координационная связь между атомом металла и неионизированной аминогруппой. Благодаря тому, что соли железа и меди образуют прочные комплексы с карбоксильными группами аминокислот в шерстяном волокне, стойкость окраски показывает высокие значения.

Был проведен ИК-спектральный анализ образцов, окрашенных исследуемыми красителями в сравнении с неокрашенным волокном шерсти для выявления характера возникновения связей шерстяного волокна с натуральными красителями (рис.2).

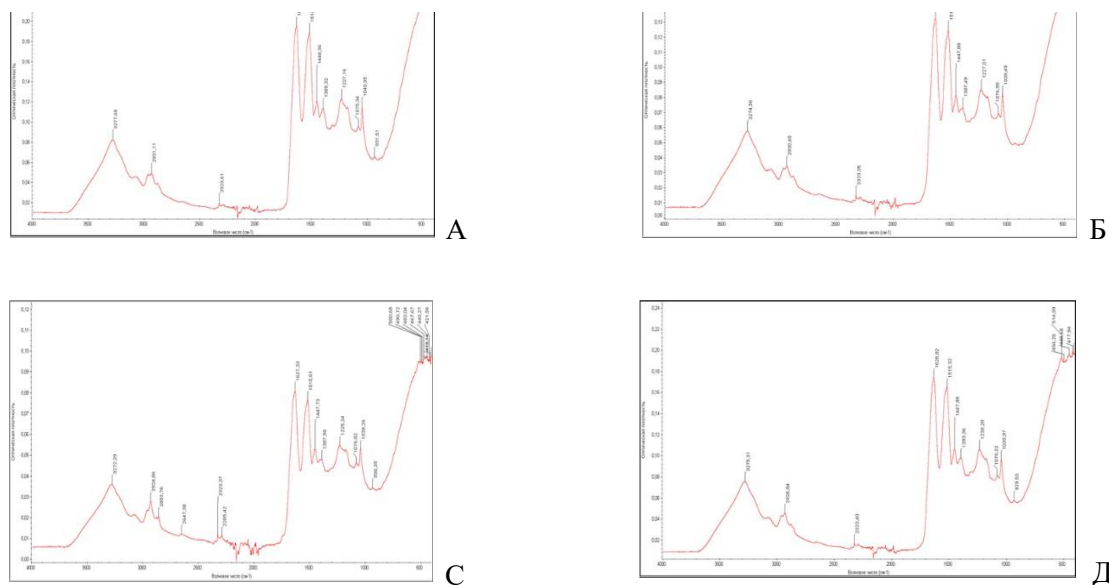


Рисунок 2 – ИК-спектр образца, окрашенного натуральными красителями;

А- неокрашенное шерстяное волокно; окрашенное Б – Мареной; С – Куркумой; Д – Кармином

Установлено, что ИК-Фурье спектры для всех образцов шерсти практически идентичны, т. е. имеют валентные колебания N-H (3274,56 см-1), валентные и деформационные колебания связи C-H (2920,68 см-1), линии амида I (91629,29 см-1) и амида II (1514,70 см-1), деформационные колебания C-N (1448,36 см-1). Однако в ИК-спектрах образца, окрашенного природными красителями, в отличие от неокрашенной шерсти, обнаружены неинтен-

сивные линии поглощения ароматических соединений в области 2000 – 1885 см-1.

На рис. 3 представлена картина изменения цветовых оттенков в зависимости от природы протравы на примере Марены, изменения интенсивности окраски в зависимости от способа крашения сульфатом меди в качестве протравы на примере Кармина, а также изменения яркости окраски в процессе крашения без протравы на примере Куркумы.



Рисунок 3 – Изменение цветового тона в зависимости от природы протравы и условий крашения.

По результатам эксперимента показано, что, изменяя концентрацию красителя в красильном растворе и выбирая тип протрав, можно одним красителем создавать розовые, красновато-черные и желто-кирпичные цвета с несколькими оттенками и яркостью в процессе крашения шерстяной ткани натуральным красителем.

Заключение, выводы

На основе результатов эксперимента выявлено, что сам краситель Марена дает

золотистый цвет, а в присутствии сульфата меди и железа дает бледно-коричневый цвет, а бихромат калия дает яркий насыщенный красный цвет. При крашении шерсти красителем Кармином в присутствии в качестве протрав солей железа и меди карминовая шерсть дает в 1,5-2,5 раза более интенсивные темно-красные цвета в зависимости от способа окраски, чем при окраске без солей. Куркума дает желтый цвет без соли и желтовато-коричневый после окрашивания в присутствии солей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Safapour S., Sadeghi-Kiakhani M. "Chitosan-cyanuric chloride hybrid as an efficient novel bio-mordant for improvement of cochineal natural dye absorption on wool yarns" Vol.10, Issue 1, 2(2019): pp. 81-88.

2. Amirova N.S. "Possibility of silk coloring by natural dyes Vienna «European Science review»" Vol. no.9 (2016): pp. 173-176.

3. Rather L.J., Shahid-ul-Islam, Shabbir M. "Adhatoda vasica in Conjunction with Binary Combinations of Metal Salts and Biomordants as an Effective Textile Dye to Produce novel Shades on wool Journal of Natural Fibers" Vol.15, Issue 4, 4 (2018): pp 611-623.

4. Islamova Z.Sh., Nabieva I.A., Mirataev A.A. "Cold dyeing of wool fabric" AIP Conference Proceedings, 24 January (2022): pp. 1-6.

5. Амирова Н.С. "Possibility of silk coloring by natural dyes Vienna «European Science review»" Vol. 9. (2016): pp. 173-176.

6. Ashis K. S., Priti A. "Application of natural dyes on tetiles" Indian Journal of Fibre & Textile Research. Vol. 34 (2009): pp. 384-399.

7. Шагина Н.А., Азимова Ф.Ш. Способ крашения шубной овчины растительным красителем зверобоя по алюминиевой протраве. Кожевенно-обувная промышленность. - 2012. - №2. С.- 43- 44.

8. Bouzidi A., Baaka N., Salem N., Mhenni M. F., Mighri Z. "Limoniastrum monopetalum stems as a new source of natural colorant for dyeing wool fabrics" Fiber. and Polym. Vol 17, no.8 (2016): pp. 1256-1261.

9. Rather Luqman Jameel, Shahid-ul-Islam, Mohammad Faqeer. "Study on the application of Acacia nilotica natural dye to wool using fluorescence and FT- IR spectroscopy" Fiber. and Polym. Vol 16. no.7 (2015):pp.1497-1505.

10. Eser F., Onal A. "Dyeing of wool and cotton with extract of the nettle (Urtica dioica L.)" J. Natur. Fibers. Vol 12. no.3 (2015): pp. 222-231.

11. Khan S.A., Shahid-ul-Islam, Shahid M., Khan M.I., Yusuf M., Rather L.J., Khan M.A., Mohammad F. "Mixed metal mordant dyeing of wool using root extract of rheum emodi (Indian Rhubarb/Dolu) " J. Natur. Fibers. Vol 12. no.3

(2015): pp. 243-255.

12. F.Eser, M.Tutak, A.Onal, B.Meral. "Dyeing of wool and cotton fabrics with leaves of apple (Malus domestica) tree" J. Natur. Fibers. Vol 13. no.3 (2016): pp. 289-298.

13. The Investigation of Antifungal Activity and Durability of Natural Silk Fabrics Dyed with Madder and Gallnut. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.researchgate.net.

14. Абдукаримова М.З., Набиева И.А., Расулова К.М. Теоретические основы отделочных волокнистых материалов // Учебник, Ташкент.: «Типография ТТЭСИ», 2020.- 337 с.

15. Азимова Ф.Ш. Исследование влияния минеральных протрав на процесс крашения шерстяной пряжи растительным красителем. //Вестник ДГТУ. Технические науки. -№13,-2007.- с. 102-104.

16. .Amin Meftahi, Mohammad Ehsan Momeni Heravi, Saedehe Jafari Shabazi, Somayeh Alibakhshi, Mahshad Kashef. "Application of nanogold in woolen textiles dyeing" Journal of Ultrafine Grained and Nanostructured Materials. Vol. 55. no.1 (2022): pp. 65-69.

17. Инструкция по пользованию. Computer color matching system operation and maintenance manual. Korea industrial technology ODA. 2012. P.79.

18. Исламова З.Ш., Амирова Н.С., Набиева И.А. Возможность окрашивания шерсти природными красителями // ВЕСТНИК Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна №2 2020-с. 99-102 стр.

19. Амирова Н.С. Разработка эффективных процессов получения насыщенных и прочных окрасок на натуральном шелке. дисс. канд. техн. наук – Ташкент 2010, -121 С.

20. Madhu V, Sivakalai M, Kalarical Janardhanan S, Madurai SL. A new-fangled horizon in leather process to sidestep toxic chrome and formaldehyde using hyperbranched polymer. Chemosphere. 2022 Oct;304:135355. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.135355. Epub 2022 Jun 14. PMID: 35714952.

21. Huang X, Chen Y, Sun D, Ma H, Wang G, Dong X. Degradation of organic dye wastewater by H2O2-enhanced aluminum carbon micro-

electrolysis. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022 Oct;29(48):72586-72597. doi: 10.1007/s11356-022-20814-w. Epub 2022 May 24. PMID: 35608760.

22. Vidal J, Villegas L, Peralta-Hernández JM, Salazar González R. Removal of Acid Black 194 dye from water by electrocoagulation with aluminum anode. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2016;51(4):289-96. doi: 10.1080/10934529.2015.1109385. Epub 2016 Jan 8. PMID: 26745322.

REFERENCES

1. Safapour S., Sadeghi-Kiakhani M. "Chitosan-cyanuric chloride hybrid as an efficient novel bio-mordant for improvement of cochineal natural dye absorption on wool yarns" Vol.10, Issue 1, no.2 (2019): pp 81-88.
2. Amirova N.S. "Possibility of silk coloring by natural dyes Vienna «European Science review»" Vol. no.9 (2016): pp 173-176.
3. Rather L.J., Shahid-ul-Islam, Shabbir M. "Adhatoda vasica in Conjunction with Binary Combinations of Metal Salts and Biomordants as an Effective Textile Dye to Produce novel Shades on wool Journal of Natural Fibers" Vol.15, Issue 4, 4 (2018): pp 611-623.
4. Islamova Z.Sh., Nabieva I.A., Mirataev A.A. "Cold dyeing of wool fabric" AIP Conference Proceedings, 24 January (2022): pp. 1-6.
5. Amirova N.S. "Passibility of silk coloring by natural dyes Vienna «European Science review»" Vol. 9. (2016): pp. 173-176.
6. Ashis K. S., Priti A. "Application of natural dyes on tetiles" *Indian Journal of Fibre & Textile Research.* Vol. 34 (2009): pp 384-399.
7. Shagina N.A., Azimova F.Sh. Sposob krasheniya shubnoj ovchiny rastitel'nym krasitelem zveroboja po aljuminiovoj protrave [Method of dyeing fur coat sheepskin with plant dye of St. John's wort on aluminum mordant]. *Kozhevenno-obuvnaja promyshlennost'.* no.2. pp. 43- 44, 2012. (In Russian)
8. Bouzidi A., Baaka N., Salem N., Mhenni M. F., Mighri Z. "Limoniastrum monopetalum stems as a new source of natural colorant for dyeing wool fabrics" *Fiber. and Polym.* Vol 17, no.8 (2016): pp. 1256-1261.
9. Rather Luqman Jameel, Shahid-ul-Islam, Mohammad Faqeer. "Study on the application of Acacia nilotica natural dye to wool using fluorescence and FT-IR spectroscopy" *Fiber. and Polym.* Vol 16. no.7 (2015): pp.1497-1505.
10. Eser F., Onal A. "Dyeing of wool and cotton with extract of the nettle (*Urtica dioica* L.)" *J. Natur. Fibers.* Vol 12. no.3 (2015): pp. 222-231.
11. Khan S.A., Shahid-ul-Islam, Shahid M., Khan M.I., Yusuf M., Rather L.J., Khan M.A., Mohammad F. "Mixed metal mordant dyeing of wool using root extract of rheum emodi (Indian Rhubarb/Dolu)" *J. Natur. Fibers.* Vol 12. no.3 (2015): pp. 243-255.
12. F.Eser, M.Tutak, A.Onal, B.Meral. "Dyeing of wool and cotton fabrics with leaves of

apple (*Malus domestica*) tree" *J. Natur. Fibers.* Vol 13. no.3 (2016): pp. 289-298.

13. The Investigation of Antifungal Activity and Durability of Natural Silk Fabrics Dyed with Madder and Gallnut. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.researchgate.net

14. Abdukarimova M.Z., Nabieva I.A., Rasulova K.M. Teoreticheskie osnovy otdelochnyh voloknistyh materialov // Uchebnik, Tashkent.: «Tipografija TTJeSI», 2020, 337 p. (In Russian)

15. Azimova F.Sh. Issledovanie vlijaniya mineral'nyh protrav na process krasheniya sherstjanoy prjazhi rastitel'nym krasitelem [Investigation of the influence of mineral mordants on the process of wool yarn dyeing with vegetable dye]. *Vestnik DGTU. Tehniceskie nauki.* no.13, pp. 102-104, 2007. (In Russian)

16. Amin Meftahi, Mohammad Ehsan Momeni Heravi, Saeedeh Jafari Shabazi, Somayeh Alibakhshi, Mahshad Kashef. "Application of nanogold in woolen textiles dyeing" *Journal of Ultrafine Grained and Nanostructured Materials.* Vol. 55. no.1 (2022): pp. 65-69.

17. Instrukcija po pol'zovaniju. Compyuter color matching system operation and maintenance manual. Korea industrial technology ODA. p.79, 2012.

18. Islamova Z.Sh., Amirova N.S., Nabieva I.A. Vozmozhnost' okrashivaniya shersti prirodnyimi krasiteljami [Possibility to dye wool with natural dyes]. *VESTNIK Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tehnologii i dizajna nauchnyj zhurnal.* no. 2. pp. 99-102, 2020. (In Russian)

19. Amirova N.S. Razrabotka jeffektivnyh processov poluchenija nasyshennyh i prochnyh okrasok na natural'nom shelke [Development of efficient processes for obtaining rich and durable colors on natural silk]. *Dissertacija kandidata tehniceskih nauk.* Tashkent. pp. 93-121, 2010. (In Russian)

20. Madhu V, Sivakalai M, Kalarical Janardhanan S, Madurai SL. A new-fangled horizon in leather process to sidestep toxic chrome and formaldehyde using hyperbranched polymer. *Chemosphere.* 2022 Oct;304:135355. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.135355. Epub 2022 Jun 14. PMID: 35714952.

21. Huang X, Chen Y, Sun D, Ma H, Wang G, Dong X. Degradation of organic dye wastewater by H2O2-enhanced aluminum carbon micro-electrolysis. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022 Oct;29(48):72586-72597. doi: 10.1007/s11356-022-20814-w. Epub 2022 May 24. PMID: 35608760.

22. Vidal J, Villegas L, Peralta-Hernández JM, Salazar González R. Removal of Acid Black 194 dye from water by electrocoagulation with aluminum anode. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2016;51(4):289-96. doi: 10.1080/10934529.2015.1109385. Epub 2016 Jan 8. PMID: 26745322.