

УДК 677.027.4

ГОРОХОВА А. В., студент гр. 4Тэ-21 (УО «ВГТУ»)
Научный руководитель СКОБОВА Н. В., к.т.н., доцент (УО «ВГТУ»)
г. Витебск

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ ИЗ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ КРАШЕНИЯ ШЕРСТЯНОЙ ПРЯЖИ

Виноград считается одной из крупнейших плодовых культур в мире [1]. В процессе виноделия, наиболее известной сферы применения винограда, производится не только вино, но и побочные продукты — в частности, виноградные выжимки, которые считаются основными промышленными отходами такого производства (см. рис. 1). Они представляют собой твердый остаток, состоящий из кожуры, семян и остатков мякоти [1].

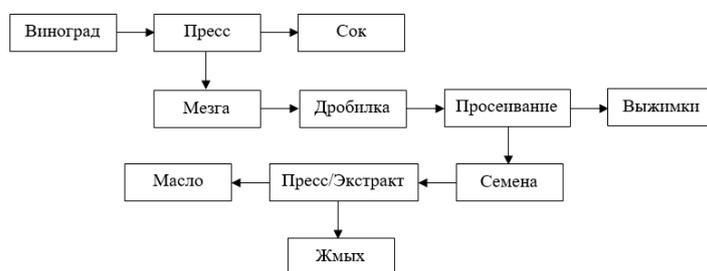


Рисунок 1. Схема процесса переработки винограда и его отходов

Растущее производство вина привело к некоторым экологическим и экономическим проблемам, связанным в том числе с утилизацией виноградных выжимок [1]. Вследствие этого обстоятельства многие исследования направлены на изучение потенциальных возможностей использования виноградных выжимок [2]. Одним из перспективных направлений применения выжимок является производство из них натуральных красителей с более низкой себестоимостью [3].

Целью исследования является выбор оптимального режима экстрагирования выжимок винограда с целью получения натурального красителя для окрашивания шерстяной пряжи.

Виноградные выжимки потенциально представляют собой богатый и относительно недорогой источник полифенолов, таких как фенольные кислоты, флавонолы и антоцианы, а красящим компонентом в них являются танины (процианидин, продельфинидин, глюкозилированный процианидин и галлатированный процианидин) [4, 5].

Процесс экстрагирования натурального красителя из выжимок винограда проводился в дистиллированной воде по совмещенной с крашением технологии, предложенной и рассмотренной авторами в работе [7]. Экстрагирование осуществлялось в варьируемом диапазоне температур и с различной

длительностью процесса (см. табл. 1); этап крашения проходил при температуре 90°C в течение 30 минут (модуль ванны 1:50).

Для оценки интенсивности выхода красящих веществ в водный раствор применялся спектрофотометрический метод анализа полученных растворов с использованием спектрофотометра Solar 2201PB; режим поглощения был настроен на длину волн от 260 нм до 640 нм.

Насыщенность оттенков оценивалась по методике, изложенной в работе [6]. Для этого использовался сканер и программа для обработки фотографических изображений. По полученным фотографиям были определены усредненные условные цветовые координаты для каждого из окрашенных образцов по модели RGB. После этого рассчитывали индекс светлоты (X , %, от чисто белого):

$$X = \frac{R+G+B}{765} \cdot 100\%. \quad (1)$$

В качестве варьируемых факторов выбраны температура и продолжительность экстрагирования (см. табл. 1). Эксперимент проводили по матрице Коно с двумя повторностями в каждой серии опытов.

Таблица 1. Уровни варьирования входных факторов

Факторы	Натуральные значения			Кодированные значения		
	ниж.	основ.	верх.	ниж.	основ.	верх.
Температура экстрагирования, °C (x_1)	60	80	100	-1	0	+1
Время экстрагирования, мин (x_2)	30	60	90	-1	0	+1

Выходными параметрами выбраны:

— оптическая плотность красильного раствора, полученного после экстрагирования, отражающая интенсивность выхода красильных групп в рабочий раствор;

— количество красителя, выбранного волокном и определяемого по формуле:

$$A = 100 \cdot \left(1 - \frac{\Delta_2}{\Delta_1}\right), \quad (2)$$

где Δ_1 и Δ_2 – оптическая плотность рабочего раствора до и после крашения соответственно.

Спектрограммы полученных красильных растворов после экстракции представлены на рисунке 2. Из полученных графиков видно, что спектрограммы имеют двухволновой характер; при 60°C максимальный пик приходится на длину волны 280 нм и отражает выход группы дубильных веществ (танины). С увеличением температуры (80 и 100 °C) проявляется максимальный пик на длине

волны 350 нм, а также небольшой горб на длине волны 370 нм — это выход в красильную ванну флавоноидов.

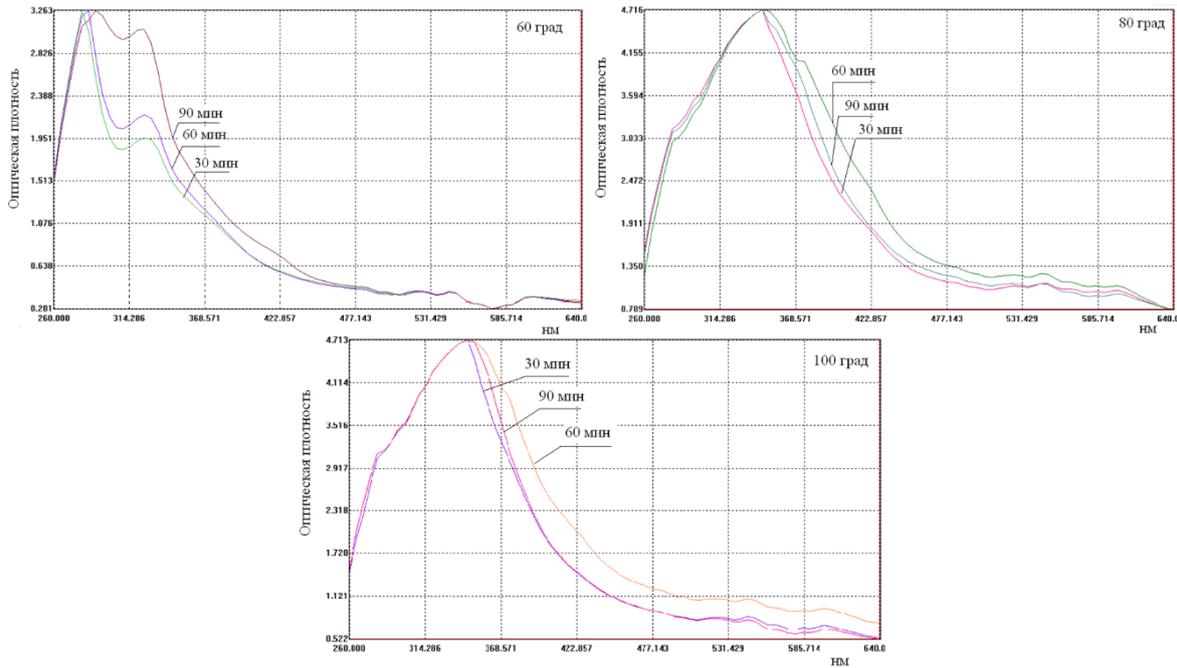


Рисунок 2. Спектрограммы полученных растворов после экстракции

В результате обработки экспериментальных данных получены теоретико-экспериментальные зависимости. Это зависимость оптической плотности красильного раствора от режимов экстрагирования:

$$D_{345} = 4,713 + 1,528 \cdot T - 1,532 \cdot T^2 \quad (R^2=0.995), \quad (3)$$

а также зависимость процента выбираемости красителя из рабочей ванны от технологических режимов экстрагирования:

$$A = 2,28 - 0,282 \cdot t - 0,49 \cdot t \cdot T - 0,92 \cdot T^2 \quad (R^2=0.949). \quad (4)$$

Дисперсионный анализ (ANOVA) моделей (таблица 2) показал, что для регрессионной модели оцениваемых параметров являются высокозначимыми ($p = 0,000 < 0,05$).

Таблица 2. Дисперсионный анализ

	1 - Sum of Squares	2 - DF	3 - Mean Squares	4 - F-value	5 - p-value
Model (3)					
Regression	141,3895	3,0000	47,12983	1594,594	0,000000
Model (4)					
Regression	28,10203	4,00000	7,025508	102,8123	0,000055

По полученным моделям построены графические образы найденных зависимостей (рисунок 3), при совмещении которых установлено, что для получения наиболее насыщенных оттенков пряжи процесс экстрагирования целесообразно проводить при температуре 80°C в течение 40 минут.

Результат окрашивания шерстяной пряжи при различных режимах экстрагирования представлен на рисунке 4.

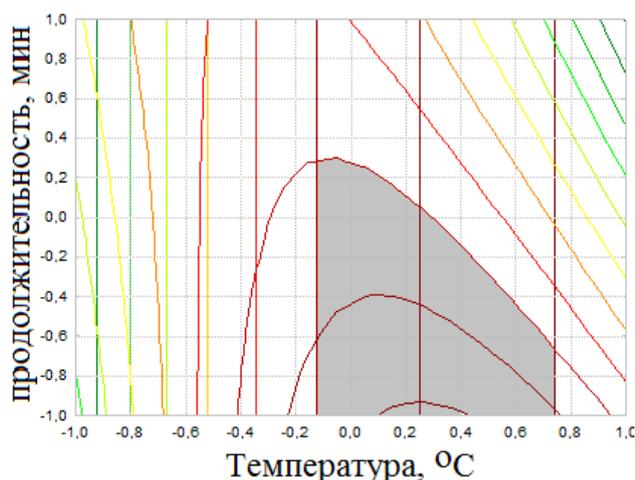


Рисунок 3. Совмещенный график линий равного уровня



Рисунок 4. Результат окрашивания шерстяной пряжи

По результатам сканирования цвета полученных образцов, определения кодировки цвета в координатах RGB и расчета индекса светлоты (формула 1, таблица 3) установлено, что более глубокие и темные оттенки на пряже получены при температуре экстракции 80°C.

Таблица 3. Результаты расчетов индекса светлоты

Образцы	X	Образцы	X	Образцы	X
60°30'	59	80°30'	42	100°30'	43
60°60'	58	80°60'	41	100°60'	43
60°90'	60	80°90'	44	100°90'	45

В результате проведенных исследований установлено, что при экстрагировании виноградных выжимок фактором, наиболее влияющим на интенсивность окраски рабочего раствора красильной ванны, является температура ванны при экстрагировании. Для увеличения интенсивности окраски пряжи рекомендуется проводить этап экстрагирования при температуре 80°C в течение 40 мин.

Список литературы:

1. Baaka, Nouredine & Ben Ticha, Manel & Haddar, Wafa & Hammami, Saoussen & Mhenni, M.F.. (2015). Extraction of Natural Dye from Waste Wine Industry:

- Optimization Survey Based on a Central Composite Design Method. *Fibers and Polymers*. 16. 38-45. 10.1007/s12221-015-0038-5.
2. A. Kumar Samanta, N. S. Awwad, and H. Majdooa Algarni, Eds., (2020) Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments. *IntechOpen*, Sep. 30, 2020. doi: 10.5772/intechopen.83199.
3. Baaka N, Ticha MB, Haddar W, Amorim MTP, Mhenni MF. (2018) Upgrading of UV protection properties of several textile fabrics by their dyeing with grape pomace colorants. *Fibers and Polymers*. 2018;19(2):307-312.
4. Pinga L, Pizzib A, Guoa ZD, Brosse N. (2012) Condensed tannins from grape pomace: Characterization by FTIR and MALDI TOF and production of environment friendly wood adhesive. *Industrial Crops and Products*. 2012; 40:13-20
5. Deng Q, Penner MH, Zhao Y. ((2011) Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*. 2011;44:2712-2720
6. Пчелова, Н. В. Исследование влияния условий формования на окрашиваемость гелеволокна из сополимеров акрилонитрила, метилакрилата и итаконовой кислоты / Н. В. Пчелова, Л. А. Щербина, И. С. Городнякова, И. А. Будкуте // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2020. — № 2(39). — С. 118. DOI:10.24411/2079-7958-2020-13912
7. Скобова, Н. В. Энергосберегающая технология крашения текстильных материалов из белковых волокон природными красителями с использованием натуральных протрав/ Н. В. Скобова, А. В. Горохова, Н. Н. Ясинская, Е. П. Попко // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2024. — № 2(48). — С. 52-61. DOI:10.24412/2079-7958-2024-2-52-61.