DOI - 10.32743/UniTech.2023.110.5.15508

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА С ИНТЕНСИФИКАТОРОМ ДЛЯ КОЛОРИРОВАНИЯ ШЕЛКОВЫХ ТКАНЕЙ

Хазратова Дилшода Азамовна
д-р хим. наук, доцент
Бухарского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E- mail: dilshoda.hazratova@mail.ru

Ихтиярова Гулнора Акмаловна
д-р хим. наук, профессор,
зав кафедры Общая химия
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E- mail: gulnora74@mail.ru

Кодирова Зулфия Кобиловна
доцент
Бухарского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E- mail: qodirovazulfiya@mail.ru

MATHEMATICAL PLANNING OF AN EXPERIMENT WITH AN INTENSIFIER FOR COLORING SILK FABRICS

Dilshoda Khazratova
PhD in chemical sciences, assistant professor
Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Gulnora Ikhtiyarova
Doctor of chemical sciences,
Tashkent state technical university named Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Zulfiya Qodirova
Assistant professor Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В данной работе эксперименты по процессу окрашивания шелковых тканей планируются математически с целью сокращения количества экспериментов и наглядности полученных результатов. В качестве входных факторов взяты концентрации хитозан пчеленого подмора (x_1) и электролита (x_2), а также температура(x_3). За исходящие параметры приняты фиксация красителья (y_1), устойчивость к мыльным обработкам (y_2) и интенсивность цвета.

ABSTRACT

In this work, experiments on the process of dyeing silk fabrics are planned mathematically in order to reduce the number of experiments and the clarity of the results obtained. The concentrations of dead bee chitosan (x_1) and electrolyte (x_2), as well as temperature (x_3), were taken as input factors. The outgoing parameters are dye fixation (y_1), resistance to soap treatments (y_2) and color intensity (y_3).

Ключевые слова: математическое планирование, фиксация красителья, интенсивность цвета, устойчивость к мыльным обработкам (y_3).

Keywords: mathematical planning, dye fixation, color intensity, resistance to soap treatments.

Библиографическое описание: Хазратова Д.А., Ихтиярова Г.А., Кодирова З.К. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА С ИНТЕНСИФИКАТОРОМ ДЛЯ КОЛОРИРОВАНИЯ ШЕЛКОВЫХ ТКАНЕЙ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 5(110). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15508*

Введение

В настоящее время, учитывая рыночные отношения и нарастающую конкуренцию между текстильными предприятиями в условиях повышения требований к качеству текстильных материалов, наблюдается тенденция в создании ресурсосберегающих и экологически чистых технологий с использованием отечественного сырья.

Безусловно, в настоящее время увеличивается интерес к полисахаридам особенно к хитозану (ХЗ) обладающим рядом ценных свойств, таких как биоразлагаемость, экологичность, пленкообразующее и загущающие способности [1]. Известно, что хитозан обладает антибактериальным свойством, хорошей биологической активностью, способностью пленкообразования. Помимо этих свойств хитозан подвергается биологическому расщеплению без образования вредных веществ, и получаются химической модификацией возобновляемых природных соединений и является экологически безопасным биоразлагаемым полимером. Отрадно, что хитозан также активно применяется в текстильной промышленности для крашения и аппретирования тканей [2-4].

Процесс колорирования относится к сложным технологическим процессам, которым присуще наличие влияния большого количества факторов. Правильный выбор параметров режима крашения во многом предопределяет производительность, состав красильного раствора, электролита, pH и температуры.

В связи с этим становится совершенно необходимым применение метода математического планирования эксперимента, то есть создания состава в процессе приготовления красильного раствора для крашения шелковых тканей.

Объекты и методы исследования

Для проведения запланированного исследование или эксперимента необходимо иметь возможность на состояние химического объекта. Все способы такого воздействия называются входами или факторами; для удобства их обозначим $x_1, x_2, ... x_n$ где x_j $j = \overline{1,n}$ какие-то определенные факторы воздействия (химический, физический, биологический и др). Каждой фактор x_j может принимать в исследованиях одно из нескольких значений, которые называются уровнями.

При планировании эксперимента чрезвычайно важно точно определить динамику состояний объекта.

Параметры оптимизации – это конечный результат воздействия факторов (x_j , $j = 1 \div n$) на состояний объекта.

Для дальнейшего удобства изложения параметры оптимизации обозначаем буквами $y_1, y_2, ..., y_m$, где y_j ($j = \overline{1,m}$) - j параметры, которые характеризуют изменения состояний объекта.

На основе анализа результатов экспериментов определены основные факторы, оказывающие наибольшее влияние на физико-механические, колористические свойства крашенних тканей с хитозанами. Для описания исследуемого состава для процесса крашения в данной работе применен дробный факторный эксперимент. Методом математического планирования эксперимента оптимизирован состав красильного раствора используя хитозан в качестве интенсификатора для крашения шелковой ткани и получены регрессионные уравнения описывающие зависимость свойств окрашенных тканей на основе хитозана.

Результаты и их обсуждение

Учитывая выше изложенное, было определено значение основных уравнений факторов, интервалы их варьирования представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование факторов	Кодовое обозначение	Уровни факторов			Интервал варьирования
		+1	0	-1	
Концентрация хитозана, г/л	X_1	1,5	1,0	0,5	0,5
Концентрация электролита,%	X_2	20	15	10	5
Температура, С	X_3	80	60	40	15

Перечисленные параметры полно характеризуют способность окрашенной ткани при крашения на основе хитозана, учитывая выше указанных параметров кроме линейных факторов могут оказывать влияние ещё и парные взаимодействия, для решения поставленной задачи был для трёх факторов проведен полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^3 представлен матрицами приведенным в таблице 2.

Одним из основных критериев окрашенных тканей для процесса крашения является степень фиксации. Из таблицы 2 видно, что в зависимости от технологических параметров колеблется в пределах от 80,1 до 90,1%.

Исчисление коэффициентов уравнений регрессии, которые являются математической моделью исследуемого процесса в виде.

$$y = b_0 x_1 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (1)$$

Таблица 2.

Матрица планирования и результаты опытов крашения шелковой ткани на основе хитозана

Коэф. значения факторов			Результаты экспериментов								
			Степень фиксации,%			Прочность к стирке			Интенсивность цвета, К/S		
X_1	X_2	X_3	$У_1$	$У_1$	$У_1$	$У_2$	$У_2$	$У_2$	$У_3$	$У_3$	$У_3$
-	-	-	80,1	80,2	80	4	4	4	6	6,1	6,1
+	-	-	87,2	87	86,9	5	4	4	7	7,2	6,8
-	+	-	80	79	81	5	4,5	4	6	5,9	6,1
+	+	-	89	89,1	88,9	4	5	5	7,5	7,51	7,52
-	-	+	82,2	82,2	82	4	4	5	6	6,1	5,9
+	-	+	89,5	89,6	89,4	5	4,5	5	7,5	7,52	7,51
-	+	+	85,4	85,5	85,3	4	4,5	5	6	6,1	5,9
+	+	+	90	90,1	89,98	5	5	5	7,5	7,51	7,51

Каждая строка матрицы представляет собой условия опыта. С целью исключения ошибок опыты предусмотренные матрицей, проводили случайной последовательности:

- свободный член

b_0: $$b_0 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{8}\overline{Y_i} = \frac{25,5}{8} = 3,187 \quad (2)$$

- коэффициенты регрессии, характеризующие линейные эффекты:

$$b_J = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X_{ji}\overline{Y}\,,\ i = 1 \div N \quad (3)$$

- коэффициенты регрессии, характеризующие эффекты взаимодействия:

$$b_{ji} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{8} X_{JI} X_{IJ} Y_I \ \ , i = 1 \div N \quad (4)$$

b_1=3,495; b_2=0,7117; b_3=1,3617.

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии с кодированными переменными:

$$y_1 = 85,395+3,495x_1 +0,7117x_2 + 1,3617x_3 -$$

$$-0,0883x_1x_2 - 0,4883x_1x_3 + 0,245\,x_2x_3 - 0,605\,x_1x_2x_3 \quad (5)$$

Необходимо проверить статистическую значимость коэффициентов уравнения регрессии. Проверку значимости коэффициентов осуществляли сравнением абсолютной величины коэффициента с доверительным интервалом и с помощью критерия Стьюдента.

Для определения доверительного интервала предварительно вычислили дисперсию коэффициентов регрессии выходного параметра (параметра оптимизации) по формуле:

$$S^2\ (y) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} S^2(y) = \frac{4,45}{8} = 0,557 \quad (6)$$

Для проверки гипотезы адекватности модели, представленной уравнением (5) найдем дисперсию адекватности $S^2_{(ad)}$ по формуле:

$$S^2\ (ad) = \frac{\sum_{j=1} (y_j - y_{ji})^2}{N - (k+1)} \quad (7)$$

Расчётное значение критерия Фишера

$$F = \frac{S^2(ad)}{S^2{}_y} = 3,12\,.$$

При 5% -ном уровни значимости модель представленная уравнением (5) адекватна. Уравнение регрессии с кодированными переменными для параметра оптимизации $У_2$ -степень фиксации получено в виде:

$$y_2 = 4,5208+0,1875x_1 + 0,1458x_2 + 0,1458x_3 -$$
$$0,0208\,x_1x_2 + 0,0625\,x_1x_3 - 0,0625\,x_2x_3 + 0,0208\,x_1x_2x_3 \quad (8)$$

Также проверим гипотезу адекватности модели уравнением (8). Дисперсия адекватности рассчитан по формуле (7) $S^2_{(ad)}$= 14,45. При 5% -ном уровни значимости модель представленная уравнением (8) адекватна.

Уравнение регрессии с кодированными переменными для параметра оптимизации $У_3$ - интенсивность цвета получено в виде:

$$y_3 = 6,6992+0,6825x_1 + 0,055x_2 + 0,0717\,x_1x_2 -$$
$$-0,0558\,x_2x_3 - 0,0725\,x_1x_2x_3 \quad (9)$$

С помощью полного факторного эксперимента приблизительно можно получить математическое моделирования процесса крашения ткани в виде линейной модели, которая позволяет находить оптимальный состав красильных растворов для крашение тканей.

Проверена уравнения регрессии, его адекватность, по F критерию Фишера и все уравнения регрессии оказались адекватными. Из полученных уравнений

регрессии видно, что интенсивност цвети и степень фиксации красителя существенное влияние оказывает фактор X_1 по сравнению X_2 и X_3, а также парное влияние факторов X_2X_3 и тройное влияние концентраций всех трех свойств окрашенных тканей на основе хитозана $X_1X_2X_3$.

Выводы. Установлено, что при концентрации хитозана 1-1,5 г/л при температуре 80 ^{0}C обеспечиваются одновременно наилучшие показатели параметров y_1 (фиксация красителя), y_2 (прочность окраски к мылу) и y_3 (интенсивность цвета) оптимизации.

Список литературы:

1. Мельников Б.Н. Теория и практика интенсификации процесса крашения / Б.Н. Мельников М.: Легкая индустрия, 1969.-271с.
2. Ixtiyarova G.A., Hazratova D.A., Umarov B.N., Seytnazarova O.M. Extraction of chitozan from died honey bee Apis mellifera // International scientific and technical journal Chemical technology control and management. - Vol. 2020:Iss.2, Article 3.-P. 15-20.
3. Хазратова Д.А., Ихтиярова Г.А. Интенсификация процесса крашения шелковых тканей активными красителями с хитозаном // Universum: технические науки. – 2021. – №. 4-3 (85). – С. 17-20.
4. Ихтиярова Г., Хазратова Д, Муталипова Д. «Интенсификация процесса крашения шелковых тканей активными красителями». InterConf, вып. 45, март 2021 г., https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/10343