

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТБЕЛКИ СОЕВОГО МАСЛА****Хамракулова Муборак Хакимовна***д-р техн. наук (PhD), Ферганский политехнический институт,  
Узбекистан, г. Фергана***Абдуллаева Масохат Абдулбориевна***ст. преп., Ферганский политехнический институт,  
Узбекистан, г. Фергана***Хошимов Илхомжон Эркин угли***ст. преп., Ферганский политехнический институт,  
Узбекистан, г. Фергана***Турдибоев Илхомжон Хаётжон угли***ассистент, Ферганский политехнический институт,  
Узбекистан, г. Фергана  
E-mail: [emmim1991@mail.ru](mailto:emmim1991@mail.ru)***BLEACHING PROCESS OPTIMIZATION OF SOYBEAN OIL****Muborak Hamrakulova***Doctor of Technical Science, PhD, Ferghana Polytechnic Institute,  
Uzbekistan, Ferghana***Masokhat Abdullayeva***Senior Lecturer, Ferghana Polytechnic Institute,  
Uzbekistan, Ferghana***Ilkhomjon Hoshimov***Senior Lecturer, Ferghana Polytechnic Institute,  
Uzbekistan, Ferghana***Ilkhomjon Turdiboyev***Assistant, Ferghana Polytechnic Institute,  
Uzbekistan, Ferghana***АННОТАЦИЯ**

В статье приводятся результаты опытов с применением наиболее эффективного способа определения оптимальных значений технологических параметров процесса отбелки соевого масла на активированной глине «Узбекистан».

**ABSTRACT**

The article presents the results of experiments of the most effective way to determine the optimal values of the technological parameters of the process of bleaching soybean oil on activated clay "Uzbekistan".

**Ключевые слова:** глина, адсорбционная очистка, адсорбент, отбелка, нейтрализация, госсипол, критерий оптимизации, осветление, критерий Кохрена, дисперсия.

**Keywords:** clay, adsorption treatment, adsorbent, bleaching, neutralization, gossypol, optimization criterion, clarification, Cokhren criterion, dispersion.

Исследование глин «Навбахор», «Зарафшон» и «Узбекистан» при отбелке нейтрализованного соевого масла показало, что наиболее эффективным адсорбентом оказалась последняя [4, с. 17-19].

Ранее [10; 14] проведены исследования местных глин в процессе адсорбционной очистки хлопкового масла, содержащего остатки госсипола, лорофилла и их производных.

К сожалению, работ по отбелке соевого масла мало, а вопросы оптимизации данного процесса практически не рассмотрены.

Как показали результаты предварительных исследований местных глин в процессе отбелки соевого масла [4, с. 17-19], для активированной глины «Узбекистан» необходимо определить оптимальные технологические режимы, обеспечивающие максимальное осветление целого продукта.

Планирование эксперимента [14] является наиболее эффективным способом определения оптимальных значений технологических параметров процесса отбелки соевого масла на активированной глине «Узбекистан».

При этом опыты проводятся по полному факторному эксперименту (ПФА) по глине  $N = 2^3$  [6].

Из анализа процесса отбелки соевого масла выявлены следующие переменные факторы:  $x_1$  –

температура процесса, °C;  $x_2$  – количество активированной глины «Узбекистан»;  $x_3$  – время отбелки, час.

Из качественных показателей в качестве критерия оптимизации ( $Y$ ) выбрана цветность соевого масла, измеряемая в мг  $J_2$ .

По методике [14] составлены интервалы варьирования и уровни переменных факторов  $X_1 \div X_3$ , которые представлены в табл. 1.

Таблица 1.

**Интервалы варьирования и уровни переменных факторов  $X_1 \div X_3$**

Переменные факторы	Основной уровень	Интервал варьирования	Уровень факторов	
			Верхний (+)	Нижний (-)
Температура процесса, $x_1$ , °C	65	10	75	55
Количество активированной глины, $x_2$ , г	1,5	0,5	2,0	1,0
Время отбелки, $x_3$ , час	0,75	0,25	1,0	0,5

Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке для отбелки растительных масел при интенсивном перемешивании – 60 об/мин. Для отбелки использовали нейтрализованное соевое масло с цветностью 55 мг/г и кислотным числом 0,29 мг кон/г. Перед отбелкой соевое масло под-

вергали сушке под вакуумом. Опыты проводили согласно рандомизированной матрице по двум параллельным пробам [8].

Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

По данным табл. 2, проведены расчеты коэффициентов следующего регрессионного уравнения (модели):

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{1,2}X_1X_2 + B_{2,3}X_2X_3 + B_{1,3}X_1X_3 \dots \quad (1)$$

где  $Y$  – функция отклика (критерий оптимизации), например цветность соевого масла, мг  $J_2$ ;  $B_0$  и  $B_i$  – свободный член и коэффициенты регрессионного уравнения  $Y$ , которые вычисляются по формуле:

$$B_i = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ij}\bar{y}}{N} \quad (2)$$

где  $i, j$  – номер опыта и фактора;  $N$  – число опытов.

Используя уравнение (2), мы рассчитали коэффициенты  $B_i$  уравнения регрессии  $Y$ .

Результаты компьютерного расчета представлены в табл. 2.

Дисперсию для каждого опыта определяли по следующей формуле [12]:

$$S^2\{Y\} = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - y_i)^2}{n-1} \quad (3)$$

где  $\bar{y}$  – среднее арифметическое значение параметра оптимизации;  $n$  – число параллельных опытов (на нашем примере  $n=2$ ).

Результаты расчета значений дисперсий для уравнения  $Y$  представлены в табл. 3.

Критерий Кохрена  $\sigma$ , оценивающий воспроизводимость эксперимента, рассчитывали по следующей формуле [3]:

$$\sigma = \frac{s_{\max}^2\{Y\}}{\sum_{i=1}^N s_i^2\{Y\}} \quad (4)$$

Таблица 2.

**Порядок реализации эксперимента и результаты наблюдений и расчета  $Y$  для глины «Узбекистан»**

Номер опыта	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1X_2$	$X_1X_3$	$X_2X_3$	$y^I$	$y^I$	$\bar{y}_{cp}$	$\bar{y}_{выч}$
1	+	+	+	-	+	-	-	22,0	22,0	22,0	17,25
2	+	-	-	-	+	+	+	23,0	25,0	24,0	23,75
3	+	+	-	-	-	-	+	27,0	25,0	26,0	30,75
4	+	-	+	-	-	+	-	19,0	21,0	20,0	20,25
5	+	+	+	+	+	+	+	17,0	19,0	18,0	18,25
6	+	-	-	+	+	-	-	13,0	15,0	14,0	9,75
7	+	+	-	+	-	+	-	22,0	22,0	22,0	21,75
8	+	-	+	+	-	-	+	11,0	13,0	12,0	16,25
$B_i$	19,75	2,25	-1,75	-3,25	-2,5	1,25	2,5				

**Таблица 3.**

**Расчетные значения дисперсий опыта и критерия Стьюдента для уравнения У**

Значения уравнения У	Показатели уравнения У
$S_1^2\{Y\}$	0
$S_2^2\{Y\}$	2,0
$S_3^2\{Y\}$	2,0
$S_4^2\{Y\}$	2,0
$S_5^2\{Y\}$	2,0
$S_6^2\{Y\}$	2,0
$S_7^2\{Y\}$	0
$S_8^2\{Y\}$	2,0
$\sum_{i=1}^N S_i^2\{Y\}$	12,0
$\sigma$	1,666
$S_i^2\{Y\}$	0,15
$S^2\{B\}$	0,0188
$S\{B\}$	0,124
B	0,286

где  $S_{max}^2\{Y\}$  – максимальное значение дисперсии.

Значение критерия Кохрена  $\sigma$  для уравнения У представлено в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что экспериментальное значение критерия Кохрена в уравнении У оказалось малым по сравнению с табличным [3]. Это говорит о том, что для дисперсии опыта можно использовать среднее значение из дисперсий, которое определяется по формуле [2]:

$$S_{cp}^2\{Y\} = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2\{Y\}}{N} \quad (5)$$

Результаты расчета  $S_{cp}^2\{Y\}$  представлены в табл. 3.

Дисперсию коэффициентов в уравнении У определяли по следующей формуле [13]:

$$S^2\{B\} = \frac{S_{cp}^2\{Y\}}{N} \quad (6)$$

Отсюда:

$$S\{B\} = \sqrt{S^2\{B\}} \quad (7)$$

Значения  $S^2\{B\}$  и  $S\{B\}$  для уравнения У приведены в табл. 3.

При этом оценка значимости коэффициентов осуществляется по критерию Стьюдента-Фишера при уровне значимости  $\varphi = 0,95$  [5]:

$$\Delta b_i = \pm t \cdot S\{B\} \quad (8)$$

где  $t$  – значение критерия Стьюдента при выбранной доверительной вероятности или уровне значимости (в нашем  $t = 2,31$ ).

Значение для уравнения У приведено в табл. 3.

Полученное уравнение У имеет следующий вид:

$$Y = 19,75 + 2,25X_1 - 1,75X_2 - 3,25X_3 - 2,5X_1X_2 + 1,25X_1X_3 + 2,5X_2X_3 \quad (9)$$

Анализ значений коэффициентов уравнения У показал, что по количественному вкладу исследованные факторы  $X_1 \div X_2$  располагаются в следующем порядке убывания:

$$X_3 > X_2X_3 > X_1X_2 > X_1 > X_2 > X_1X_3$$

Далее нами изучена адекватность уравнения У истинной поверхности отклика. Для этого рассчитываем остаточную дисперсию ( $S_R$ ), критерий Фишера ( $F$ ) и сравниваем с их табличными значениями [7; 9].

Остаточную дисперсию рассчитываем по следующей формуле [9]:

$$S_R^2 = \sum_{i=1}^N (\bar{Y}_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (10)$$

Из этого:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N S_R^2}{f_R} \quad (11)$$

Отсюда:

$$f_R = W - K - 1 \quad (12)$$

где:  $K_i$  – число факторов и степеней свободы уравнения У.

Расчетное значение критерия Фишера определяется по следующей формуле [7]:

$$F_{расч} = \frac{s}{S^2(y_i)} \quad (13)$$

Показатели адекватности уравнения  $Y$  истинной поверхности отклика представлены в табл. 4.

Как видно из данных табл. 4, расчетные значения критерия Фишера меньше, чем их табличные [7]. Это говорит о том, что уравнение  $Y$  отвечает истинной поверхности отклика.

Из табл. 2 видно, что наибольшая глубина осветления соевого масла на активированной глине «Узбекистан» получена в опыте 8, где цветность масла составляет 12,0 ед. мг  $J_2$ . Поэтому нет необходимости

проводить опыты более высокого порядка, т. е. «крутое восхождение» [7].

Таким образом, следующие оптимальные технологические режимы:  $X_1 = 55^\circ\text{C}$ ;  $X_2 = 2.0$  г;  $X_3 = 1,0$  час – могут быть использованы при отбелке соевых масел на активированной глине «Узбекистан».

Опытно-производственные испытания предлагаемых оптимальных технологических режимов отбелки соевого масла на глине «Узбекистан» подтвердили правильность полученных ранее результатов.

#### Список литературы:

1. Бахтияров С.Б. Совершенствование технологии получения активированных адсорбентов из местных глин: Автор. дисс. канд. техн. наук. – Ташкент, 1998. – С. 22.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
3. Иванов А.З., Круг Г.К., Филоретов Г.Ф. Статистические методы в инженерных исследованиях. Регрессионный анализ. – М.: Химия, 1977. – 78 с.
4. Исследование процесса отбелки нейтрализованного соевого масла с применением местных отбельных глин / М.Х. Хамракулова, Ю. Кадиров, Д.Н. Далимов, Р.М. Турсунова // Узбекский химический журнал. – 2002. – № 5. – С. 17-19.
5. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1970. – 418 с.
6. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе веществ. – М.: Физматиз, 1960. – 27 с.
7. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 208 с.
8. Налимов В.В., Чернова И.М. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965. – 125 с.
9. Панфилов В.А. Научные основы развития технологических линий пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1986. – 245 с.
10. Повышение качества пищевых хлопковых масел методом их адсорбционной очистки на активированных местных глинах / С.А. Абдурахимов, С.Б. Бахтияров, З.С. Салимов и др. // Сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 1200-летию со дня рождения Ахмад Аль-Фаргоний. – Фергана, 1998. – С. 21-22.
11. Подбор адсорбентов для облагораживания растительных масел и жиров / С.Б. Бахтияров, С.А. Абдурахимов, З.С. Салимов, А.Р. Сарыксаходжаев // Тез. докл. Узбекско-Малайзийского симпозиума. – Ташкент, 1997. – С.160-161
12. Рузиков Л.М., Слободгикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1980. – 280 с.
13. Рузимов Л.П. Статистические методы оптимизации химических процессов. – М.: Химия, 1972. – 199 с.
14. Хартман К., Лецкий Э., Шифер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. – М.: Мир, 1977. – 552 с.
15. Дадаходжаев А. Т., Маматалиев Н. Н. СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ //Universum: технические науки. – 2019. – №. 4 (61).