

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ СОРТИРОВКИ В ЛИКЕРО-ВОДОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Топольник В.Г. (ДонНУЭТ, г. Донецк, Украина),
Кузьмин О.В., (ООО «Олимп-Содействие», г. Донецк, Украина)

Одна из проблем ликеро-водочной отрасли - стабилизация качества водки (сортировки) в зависимости от условий приготовления, а так же качественных характеристик основных ингредиентов - спирта и технологической воды.

В работах [1, 2, 3] изучалось влияние отдельно технологической воды и спирта на физико-химические свойства водки. Так установлено, что характеристики продукции, которые определяют качество, для каждого предприятия - индивидуальны.

Учитывая вышеизложенное, целью работы было нахождение математических моделей показателей качества - процесса создания сортировки.

В таблице 1 приведены области варьируемых факторов.

Таблица 1 – Условия рабочих характеристик – вариация факторов

Фактор		Наименование фактора	Размерность	Диапазон
$T_{\text{вод.}}$	x_1	Температура воды	К	284÷298
$T_{\text{сп.}}$	x_2	Температура спирта	К	284÷298
A	x_3	Пропорции технологической воды	%	10÷50
τ	x_4	Время перемешивания	с	900÷1500

В таблицах 2, 4, 6, 8, 10, 12 даны математические модели процесса создания сортировки в натуральных значениях, в таблицах 3, 5, 7, 9, 11, 13 - в кодированных значениях (в сторону увеличения показателя).

Таблица 2 – Интерпретация влияния факторов на «щелочность» сортировки, в натуральных значениях, в пределах (0,4÷1,4) см³

	Условное обозначение	Размерность	Наименование параметра	Формула, в натуральных значениях
y_5	C	см ³	Щелочность	$y = 0,15 + 0,025 A$

Таблица 3 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «щелочности» сортировки, в кодированных значениях

Направление градиента	Температура воды, К	Температура спирта, К	Пропорция воды, %	Время перемешивания, с	Формула, в кодированных значениях
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	
увеличение (↑)	нет	нет	↑	нет	$y = 0,9 + 0,5x_3$

Таблица 4 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «содержание сивушных масел» сортировки, в натуральных значениях, в пределах (2,4÷2,8) мг/дм³

	Условное обозначение	Размерность	Наименование параметра	Формула, в натуральных значениях
у ₈	Sm	мг/дм ³	Сивушное масла	$y = -144,8583 + 0,51817 T_{вод} + 0,50836 T_{сп} + 0,0286 A - 0,001787 T_{вод} T_{сп} - 0,000178 T_{вод} A + 0,0000893 T_{сп} A;$

Таблица 5 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «содержание сивушных масел» сортировки, в кодированных значениях

Направление градиента	Температура воды, К	Температура спирта, К	Пропорция воды, %	Время перемешивания, с	Формула, в кодированных значениях
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	
увеличение (↑)	↓	↓	↑	нет	$y = 2,625 - 0,05x_1 - 0,0625x_2 + 0,05x_3 - 0,0875x_1x_2 - 0,025x_1x_3 + 0,0125x_2x_3;$

Таблица 6 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «уровень рН» сортировки, в натуральных значениях, в пределах (8,20÷8,95)

	Условное обозначение	Размерность	Наименование параметра	Формула, в натуральных значениях
У ₆	рН	-	рН	$y = -124,984 + 0,46848T_{вод} + 0,44663T_{сн} - 0,07056A - 0,001572T_{вод}T_{сн} - 0,000137T_{вод}A + 0,000421T_{сн}A$

Таблица 7 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «уровня рН» сортировки, в кодированных значениях

Направление градиента	Температура воды, К	Температура спирта, К	Пропорция воды, %	Время перемешивания, с	Формула, в кодированных значениях
	х ₁	х ₂	х ₃	х ₄	
увеличение (↑)	↑	↑	↑	нет	$y = 8,544 + 0,048x_1 + 0,012x_2 + 0,252x_3 - 0,077x_1x_2 - 0,019x_1x_3 + 0,059x_2x_3.$

Таблица 8 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «органолептические свойства» сортировки, в натуральных значениях, в пределах (9,35÷9,52) балл

	Условное обозначение	Размерность	Наименование параметра	Формула, в натуральных значениях
У ₃	Org	балл	Органолептические свойства (дегустационная оценка)	$y = \begin{pmatrix} 788,068 - 0,0822T_{вод} + \\ + 0,598T_{сн} + 4,8639A - \\ - 0,0026T_{вод}A - \\ - 0,0134T_{сн}A \end{pmatrix} \cdot 10^{-2};$

Таблица 9 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «органолептические свойства» сортировки, в кодированных значениях

Направление градиента	Температура воды, К	Температура спирта, К	Пропорция воды, %	Время перемешивания, с	Формула, в кодированных значениях
	x_1	x_2	x_3	x_4	
увеличение (↑)	↓	↑	↑	нет	$y = \begin{pmatrix} 944,38 - 1,13x_1 + \\ + 1,38x_2 + 4,13x_3 - \\ - 0,37x_1x_3 - 1,87x_2x_3 \end{pmatrix} \cdot 10^{-2}$

Таблица 10 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «содержание альдегидов» сортировки, в натуральных значениях, в пределах (2,85÷3,30) мг/дм³

	Условное обозначение	Размерность	Наименование параметра	Формула, в натуральных значениях
у ₇	Ald	мг/дм ³	Альдегиды	$y = -0,47 + 0,00241 T_{вод} + 0,01086 T_{сп} - 0,00235 A - 0,00017 \tau$;

Таблица 11 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «содержание альдегидов» сортировки, в кодированных значениях

Направление градиента	Температура воды, К	Температура спирта, К	Пропорция воды, %	Время перемешивания, с	Формула, в кодированных значениях
	x_1	x_2	x_3	x_4	
увеличение (↑)	↑	↑	↓	↓	$y = 3,117 + 0,017x_1 + 0,076x_2 - 0,047x_3 - 0,053x_4$;

Таблица 12 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «температура» сортировки, в натуральных значениях, в пределах (294,4÷306) К

	Условное обозначение	Размерность	Наименование параметра	Формула, в натуральных значениях
y_1	T	К	Температура сортировки	$T = -652,7684 + 3,03T_{вод} + 2,6864T_{сп} + 0,4727A - 0,0084T_{вод}T_{сп} - 0,0015T_{вод}A$

Таблица 13 – Интерпретация влияния факторов на параметр оптимизации «температура» сортировки, в кодированных значениях

Направление градиента	Температура воды, К	Температура спирта, К	Пропорция воды, %	Время перемешивания, с	Формула, в кодированных значениях
	x_1	x_2	x_3	x_4	
увеличение (↑)	(↑)	(↑)	(↓)	нет	$y = 300,5 + 3,81x_1 + 1,75x_2 - 0,11x_3 - 0,41x_1x_2 - 0,23x_1x_3$

Список литературы:

1. Топольник В.Г., Федорова Н.Б., Кузьмін О.В. Стабільність показників якості спирту етилового ректифікованого для лікєро-горілочного виробництва // Проблеми розвитку та упровадження систем управління якістю в регіоні / Матеріали 3-ої Регіональної науково-практичної і студентської конференції, Донецьк, трав. 2006 р. – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – С. 108-113.
2. Топольник В.Г., Кузьмін О.В. Вплив мікроелементного складу технологічної води на органолептичні властивості горілки // Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка: Тез. доп. / V Міжнар. наук.-техн. конф., Святогірськ, верес. 2007 р. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2007. – С. 123-124.
3. Топольник В.Г., Урганова Н.В., Ржезак В.О., Пейков К.К., Кузьмін О.В. Фізико-хімічні показники води для лікєро-горілочного виробництва // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр.– Донецьк: ДонНУЕТ, 2007. - Вип. 16. – С. 186-192.