



ISSN 2225-2924

2016

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 22 № 5

WWW.NUFT.EDU.UA



2016

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 22 № 5

Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
засновано в 1993 році

КИЇВ ♦ НУХТ ♦ 2016

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical and economic sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
building B, room 412
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Minutes of meeting # 1 of September, 2016

© NUFT, 2016

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
корпус Б, к. 412,
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій.
Протокол № 1 від 01 вересня 2016 року

© НУХТ, 2016

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор
Editor-in-Chief

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Анатолій Українець
Anatoliy Ukrainets

Заступник головного редактора
Deputy chief editor

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Олександр Шевченко
Olexander Shevchenko

Відповідальний секретар
Accountable secretary

канд. техн. наук, доц., Україна
Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Юрій Пенчук
Yuriy Penchuk

Члени редакційної колегії:

Анатолій Зайчковський
Anatoly Zainchkovskiy

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Король
Anatoly Korol

д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Ладанюк
Anatoly Ladanyuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Анатолій Сайганов
Anatoly Sayganov

д-р екон. наук, проф., Білорусь
Ph. D. Hab., Prof., Institute of System Research in
Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, Belarus

Анжей Ковальський
Anzhey Kowalski

д-р екон. наук, проф., Польща
Ph. D. Hab., Prof., Institute of Agricultural and Food Economics,
Poland

Аннетта Зелінська
Anetta Zielinska

д-р екон. наук, проф., Польща
Ph. D. Hab., Prof., Wroclaw University of Economics, Poland

Брайан Мак Кенна
Brian McKenna

д-р техн. наук, проф., Ірландія
Ph. D. Hab., Prof., University College Dublin, Ireland

Віктор Доценко
Victor Dotsenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віра Оболкіна
Vera Obolkina

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віктор Ємцев
Viktor Yemtsev

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food
Technologies, Ukraine

Володимир Зав'ялов
Vladimir Zavialov

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies,
Ukraine

Галина Чередниченко
Galina Cherednichenko

канд. педагог. наук, доц., Україна
Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Герхард Шльонінг Gerhard Schleining	д-р техн. наук, Австрія Ph. D. Hab., Prof., University of Natural Resources, Austria
Дайва Лескаускайте Daiva Leskauskaite	д-р техн. наук, проф., Литва Ph. D. Hab., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania
Єлизавета Костенко Jelyzaveta Kostenko	д-р хім. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Єлизавета Смірнова Jelyzaveta Smirnova	канд. філол. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Іван Малежик Ivan Malezhyk	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Кристина Сильва Cristina L.M.Silva	д-р техн. наук, проф., Португалія Ph. D. Hab., Prof., University de Catolica, Portuguesa
Лариса Арсеньєва Larisa Arsenyeva	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Леонід Дегтярьов Leonid Dehtyaryov	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Микола Прядко Mykola Pryadko	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Михайло Мартиненко Michail Martynenko	д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Наталія Гусятинська Natalia Gusyatynska	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бараненко Oleksandr Baranenko	д-р техн. наук, проф., Росія Ph. D. Hab., Prof., National Research University of Information Technologies, mechanics and optics, Russia
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Карпов Oleksandr Karpov	д-р біол. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Перепелиця Oleksandr Perepelitsa	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Полумбрик Oleksandr Polumbryk	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Паола Піттія Paola Pittia	д-р техн. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Teramo, Italy
Петро Шиян Petro Shyian	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Саверіо Манніно Saverio Mannino	д-р хім. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Milan, Italy
Хууб Лелієвельд Huub Lelieveld	Нідерланди Ph. D. Hab., Prof., President of the Global Harmonization Initiatives, Netherlands

ЗМІСТ

Автоматизація та інформаційні технології

Іващук В.В., Ладанюк А.П. Забезпечення стійких розв'язків у задачах керування інерційними багатопараметричними об'єктами
Брацький В.О., М'якшило О.М. Дослідження особливостей застосування реляційних і нереляційних баз даних на прикладі SQL Server та MongoDB

Біотехнологія і мікробіологія

Пирог Т.П., Никитюк Л.В., Тимошук К.В. Вплив тривалості культивування на антимікробні властивості поверхнево-активних речовин *Nocardia vaccinii* IMV B-7405
Пенчук Ю.М. Сапропелеві поклади придніпровської зони Переяслав-Хмельницького району

Економіка і соціальний розвиток

Мелентьєва О.В. Застосування ABC-методу для аналізу витрат логістичного бізнес-процесу
Омельченко К.Ю. Зелена економіка як шлях вирішення екологічних проблем
Негода О.А. Стан вторинного ринку земель сільськогосподарського призначення при дії мораторію на їх відчуження
Кірпи́чонюк Д.І. Аналіз технічного регулювання кондитерської галузі в Україні
Стірта Ю.М. Аналіз досягнення економічних критеріїв у процесі формування виробничої програми підприємства
Еш С.М., Галицька Я.В. Факторингове фінансування на вітчизняному ринку фінансових послуг

Менеджмент

і стратегічне управління

Головань О.О., Олійник О.М., Маркова С.В., Корнієнко А.І. Адаптація механізму оцінки лояльності клієнтів у контексті забезпечення ринкових позицій підприємства
Кудіна В.В. Процедура оптимізації організаційної структури підприємства
Мостенська Т.Г. Процедура управління економічними ризиками
Колос І.В. Дуальна природа втрат промислового підприємства в контексті ощадливості

Охорона праці і цивільний захист

Євтушенко О.В., Сіряк А.О. Побудова моделі інтелектуального агента для інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості
Процеси і апарати харчових виробництв
Бесєда С.Д., Литовченко І.М. Енергетичні показники процесу передувки м'ясної сировини
Долінський А.А., Коник А.В., Радченко Н.Л., Целень Б.Я. Вплив адиабатичного закипання на властивості води

CONTENTS

Automation and Information Technologies

- 7 Ivashchuk V., Ladanyuk A. Implemetation of stable solutions for control tasks of inertial multiparameter objects
15 Bratskyi V., Myakshylo E. Study of using relational and non-relational databases on the example of SQL Server and MongoDB

Biotechnology and Microbiology

- 25 Pirog T., Nikitiuk L., Tymoshuk K. Influence of the duration of cultivation on antimicrobial properties of *Nocardia vaccinii* IMV B-7405 surfactants
33 Penchuk Yu. Sapropel deposits of the Dnieper area in Pereyaslav-Khmelnytsky region

Enterprise Economy and Social Development

- 40 Melentyeva O. Application of ABC-method for spend analysis of the logistic business process
47 Omelchenko K. Green economy as a way for solving environmental problems
52 Negoda E. Condition of secondary agricultural land market under the action of moratorium in their alienation
61 Kirpichonok D. Analysis of technical regulation for the confectionery industry in Ukraine
68 Styrtta Y. Achieving economic criteria when creating the manufacturing program of an enterprise
75 Jesh S., Galitska Ya. Factoring financing in the domestic financial services market

Business Administration and Strategic Management

- 83 Holovan O., Olynyk O., Markova S., Kornienko A. Adaptation mechanism for assessing customer loyalty in the context of market position of a company
92 Kudina V. Optimization of enterprise organizational structure
104 Mostenska T. Procedure of economic risks management
114 Kolos I. Duality of wastes of industrial enterprises within lean production

Occupational Health and Civil Protection

- 121 Yevtushenko O., Siryk A. Creating intelligent agent model for information management systems of power facilities in food industry enterprises

Processes and Equipment for Food Industries

- 128 Beseda S., Litovchenko I. Energetic performance of raw meat pneumatic conveying
134 Dolinsky A., Konyk A., Radchenko N., Tselen B. Influence of adiabatic boiling on the properties of water

Погорілий Т.М. Регресійні рівняння для визначення чистоти Ч і сухих речовин СР міжкристалного розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю

Марценюк О.С. Застосування періодичних збурень для інтенсифікації масообміну при плівковій течії

Рачок В.В., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І., Янакієв Ц., Стефанов С., Сими́тчієв А. Вплив температури формувальної поверхні матриці екструдера на якість готових виробів

Турчун О.В., Мірошник В.О., Мельник Л.М., Матко С.В. Моделювання і оптимізація процесу адсорбційного очищення сортівки шунгітом

Харчові технології

Подковко О.А. Обґрунтування технологічних режимів виробництва нових видів масляної пасти

Устименко І.М., Бреус Н.М., Поліщук Г.Є. Наукове обґрунтування складу емульсій, призначених для нормалізації молоковомісних продуктів

Солодко Л.М., Сімахіна Г.О. Перспективи використання портулаку городнього для отримання оздоровчих продуктів

Дорохович А.М., Божок О.С. Аналіз виробництва жувальної карамелі дієтично-функціонального призначення як великої технологічної системи

Рак В.П., Юрчак В.Г. Збагачення кальцієм хліба на хмельових заквасках

Бондар Н.П., Шаран Л.О., Губеня В.О., Дитюк Ю.С. Удосконалення технології м'ясних січених напівфабрикатів з використанням харчових волокон люпину

Українець А.І., Пасічний В.М., Желуденко Ю.В., Задкова С.П. Обґрунтування термінів зберігання варених ковбасних виробів з м'ясом курчат бройлерів

Пешук Л.В., Іванова Т.М., Гавалко Ю.В. Перспективи використання вторинної кверцетинвмісної сировини (лушпиння цибулі та часнику) і лікарських трав у технології спеціальних м'ясних продуктів

Хімічні науки

Осейко М.І., Романовська Т.І., Ляховецький Д.О. Характеристика мийних розчинів первинної обробки вовни

Дамянова С., Стоянова А., Атанасова Т., Бозов П. Хімічний склад ефірної олії із шавлії (*Salvia aethiopsis* L.), вирощеної в Болгарії

142 Pogorilyy T. Regression equations for determining purity P and dry solids DS of intercrystalline sucrose solution at sugar masse-cuite boiling

158 Martseniuk A. Application of periodic indignations for intensification of mass transfer at a film current

169 Rachok V., Telychkun Y., Telychkun V., Yanakyev C., Stefanov S., Symytcheyev A. Effect of the temperature of matrix extruder molding surface on the quality of finished products

179 Turchun O., Miroshnyk V., Melnyk L., Matko S. Modelling and optimization of the adsorbion purification process of sortivka by shungite

Food Technology

184 Podkovko O. Reasoning for technological modes of new kinds of butter paste production

191 Ustymenko I., Breus N., Polischuk G. Scientific basis for emulsion composition intended for normalization of milk-containing products

197 Solodko L., Simakhina H. Perspectives of using purslane for obtaining health food

203 Dorohovich A., Bozhok O. Analysis of manufacturing chewing caramel of dietary and functional use as a big technological system

213 Rak V., Yurchak V. Enriching hops bread with calcium

222 Bondar N., Sharan L., Hubenia V., Dytiuk Yu. Improving the technology of minced meat semi-finished products by using lupine dietary fibers

230 Ukrainets A., Pasichniy V., Zheludenko Y., Zadkova S. Determining shelf life of cooked broiler chicken sausage products

238 Peshuk L., Ivanova T., Gavalko Y. Prospects for using secondary quercetine materials (onion and garlic peels) and medical plants to create special meat products

Chemical Sciences

245 Oseiko N., Romanovska T., Lyahovetskiy D. Description of washing solutions for primary wool processing

250 Damyanova S., Stoyanova A., Atanasova T., Bozov P. Chemical composition of essential oil from *Salvia aethiopsis* L. from Bulgaria

УДК 66.011:663.252.4

MODELLING AND OPTIMIZATION OF THE ADSORPTION PURIFICATION PROCESS OF SORTIVKA BY SHUNGITE

O. Turchun, L. Melnyk, S. Matko

National University of Food Technologies

V. Miroshnyk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Key words:

*Alcoholic beverage
Sortivka
Adsorption purification
Shungite
Regression*

Article history:

Received 01.07.2016
Received in revised form
04.08.2016
Accepted 16.08.2016

Corresponding author:

O. Turchun

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

Using the method of full factorial design, the equation of regression has been developed to determine the content of aldehydes in alcoholic beverage Sortivka purified by shungite. Adequacy of the developed equations has been verified. Based on the research results and by using application software package the optimal parameters of the process of purifying Sortivka by shungite have been determined (namely the duration and temperature of the purification process, as well as concentration of the adsorbent).

МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АДСОРБЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ СОРТІВКИ ШУНГІТОМ

О.В. Турчун, Л.М. Мельник, С.В. Матко

Національний університет харчових технологій

В.О. Мірошник

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті завдяки використанню методу повного факторного експерименту розроблено рівняння регресії для визначення вмісту альдегідів у сортівці, очищеній шунгітом. Встановлено адекватність отриманого рівняння. На основі результатів досліджень із застосуванням пакета прикладних програм визначено оптимальні параметри очищення сортівки шунгітом, а саме: тривалість, температуру процесу очищення та концентрацію адсорбента

Ключові слова: сортівка, адсорбційне очищення, шунгіт, рівняння регресії.

Постановка проблеми. Екологічна безпека і якість харчових продуктів, зокрема горілчаних виробів, залежить від якісних показників етилового спирту та води. Сортівку, з якої виробляють горілку, традиційно очищують від шкідливих домішок активним вугіллям [1]. Небажаною домішкою в сортівках є наднормований вміст альдегідів [2].

Мета дослідження. Отримати раціональні параметри для проведення процесу адсорбційного очищення спиртових розчинів шунгітом.

Виклад основних результатів дослідження. Авторами проведені дослідження адсорбційного очищення водно-спиртових розчинів природним адсорбентом шунгітом. Отримані результати стали підґрунтям для моделювання й оптимізації процесу адсорбційного очищення сортівки з метою його проведення в автоматичному режимі [3, 4].

Для розроблення рівняння регресії, за допомогою якого можна обчислити вміст альдегідів у сортівці, попередньо очищеній шунгітом, використали метод повного факторного експерименту типу ПФЕ = 2³. При цьому рівняння регресії матиме вигляд:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{1,2} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{1,3} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{2,3} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{1,2,3} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (1)$$

яка виражає залежність вмісту альдегідів у сортівці від тривалості процесу ($x_1 = \tau$, хв) очищення, концентрації шунгіту ($x_2 = c$, %мас.), фракційності сорбенту ($x_3 = d$, мм).

Значення вибраних рівнів факторів варіювання представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Рівні факторів та інтервали варіювання

Рівень факторів варіювання	Кодове позначення	Час, хв	Концентрація сорбента, % мас.	Фракційність, мм
		x_1	x_2	x_3
Основний рівень	0	20	6,16	2
Інтервал варіювання	Dx_i	10	2,93	1
Верхній рівень	+1	30	9,09	3
Нижній рівень	-1	10	3,23	1

Був складений план трифакторного експерименту першого порядку. Послідовність виконання дослідів при кількості повторних дослідів $M = 2$ виконувалась з урахуванням їх рандомізації для того, щоб виключити вплив випадкових факторів на результати експерименту. Оцінка однорідності дослідних даних виконувалась з урахуванням дисперсій дослідів S_u^2 (табл. 2) за критерієм Кохрена. Y_1, Y_2, Y_c — вміст альдегідів в обробленій шунгітом сортівці при виконанні повторних дослідів і їх середньоарифметичне значення.

Для реалізації поставленої задачі обрано повний факторний експеримент першого порядку, який передбачає рівність і мінімальність дисперсій, передбачених значень змінної для всіх точок факторного простору, виконання якого надає можливість здійснити комплексний вплив на стан об'єкта дослідження.

Дисперсію паралельних дослідів, їх однорідність, коефіцієнти рівняння регресії розраховано відповідно до рекомендацій [5]. Отримано рівняння виду:

$$\hat{Y} = 3,75 - 0,58 \cdot x_1 + 1,03 \cdot x_2 + 0,48 \cdot x_3 - 0,6 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,3 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,85 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,425 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (2)$$

Після обчислення коефіцієнтів рівнянь регресії, визначення їх значущості і перевірки на адекватність, розкодування отримали вираз, за допомогою якого можна визначити вміст альдегідів:

$$f_{\text{альд.}} = 5,22 - 0,05 \cdot \tau - 0,4 \cdot c - 2,49 \cdot d + 0,01 \cdot \tau \cdot c + 0,06 \cdot \tau \cdot d + 0,58 \cdot c \cdot d - 0,01. \quad (3)$$

Таблиця 2. Матриця результатів досліджень вмісту альдегідів за факторним планом експерименту

Зміна стану			Розрахунки				
Y_1	Y_2	Y_c	$(Y_1 - Y_c)^2$	$(Y_2 - Y_c)^2$	S_u^2	S_u	$\hat{Y}$
3,1	3,3	3,2	0,01	0,01	0,02	0,141	3,2
2,8	3,2	3,0	0,04	0,04	0,08	0,283	3,0
4,3	3,5	3,9	0,16	0,16	0,32	0,566	3,9
3,3	2,7	3,0	0,09	0,09	0,18	0,424	3,0
2,4	2,0	2,2	0,04	0,04	0,08	0,283	2,2
2,6	2,4	2,5	0,01	0,01	0,02	0,141	2,5
8,3	7,7	8,0	0,09	0,09	0,18	0,424	8,0
4,0	4,4	4,2	0,04	0,04	0,08	0,283	4,2
Σ					0,96		

Підставляючи в отримане рівняння (3) замість входних факторів відповідні їм значення, передбачені у табл. 1, можна визначити вміст альдегідів в обробленій шунгітом сортівці. Отримане рівняння має практичну цінність, оскільки дозволяє за вихідними технологічними параметрами прогнозувати хід процесу і якість отриманого продукту. Відносна похибка знаходиться в межах допустимих значень (5 % від середнього значення кожного з факторів).

Застосування пакета прикладних програм Mathcad Professional 2015 дало змогу визначити оптимальну тривалість очищення сортівки шунгітом і концентрацію адсорбента.

З рис. 1 видно, що найнижчого вмісту альдегідів досягаємо при тривалості оброблення 10 хв і концентрації 2,93 %мас. (фракційність адсорбента 2,5 мм).

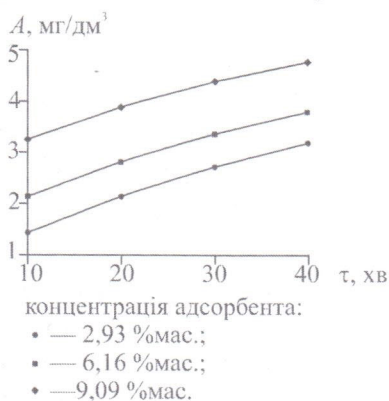


Рис. 1. Залежність вмісту альдегідів в очищеній шунгітом сортівці від тривалості процесу

Для реалізації поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Скласти математичну модель об'єкта оптимізації.

2. Вибрати критерій оптимальності і сформулювати цільову функцію.

3. Встановити можливі обмеження, які повинні накладатися на змінні.

4. Вибрати метод оптимізації, який дозволить знайти екстремальне значення шуканих величин.

Математичну модель у вигляді рівняння регресії вже складено. Вибір критерія оптимальності R і формування цільової функції здійснювали за рівнянням:

$$R = R(x_1, x_2 \dots x_n; y_1, y_2 \dots y_m; u_1, u_2 \dots u_k), \quad (4)$$

де $x_1, x_2 \dots x_n$ — вхідні параметри; $y_1, y_2 \dots y_m$ — вихідні параметри; $u_1, u_2 \dots u_k$ — керуючі параметри.

За допомогою одного вихідного параметра неможливо однозначно охарактеризувати досліджуваний процес адсорбційного очищення сортівки, тому для вирішення оптимізаційної задачі використовували узагальнений критерій оптимізації, який дозволяє єдиним кількісним показником узагальнити обрані локальні критерії оптимальності:

$$F = \prod_{i=1}^n f_i'(x)^{\lambda_i} \rightarrow \max, \quad (5)$$

де $f_i(x)^{\lambda_i}$ — локальні критерії оптимальності в безрозмірній формі; λ_i — вагові коефіцієнти, $i=1 \dots 4$.

Для оцінки ефективності процесу адсорбційного очищення сортівки було обрано такі локальні критерії (в натуральній формі): $f_1(x)$ — вміст альдегідів, мг/дм³; $f_2(x)$ — вміст вищих спиртів, мг/дм³; $f_3(x)$ — вміст естерів, мг/дм³; $f_4(x)$ — концентрація сорбенту, %мас. Вагові коефіцієнти з урахування важливості локальних критеріїв оптимізації вибрані, відповідно, такі: 0,3; 0,3; 0,3; 0,1. Перші три показники характеризують якісні властивості очищеної сортівки: у процесі оброблення вміст домішок, по можливості, має зменшуватися до нуля.

Використання узагальненого критерію оптимізації вимагає перетворення локальних критеріїв оптимізації з натуральної в безрозмірну форму, яке здійснювали методом Харрінгтона через визначення проміжних параметрів f_{bi} за допомогою функції бажаності.

Інтервали бажаності (табл. 4) вибирали з урахуванням визначених значень локальних критеріїв оптимальності.

Таблиця 4. Інтервали бажаності локальних критеріїв оптимальності для купажу

Локальні критерії оптимальності	Значення бажаності	
	0,01	0,99
$f_1(x)$	8,0	1,5
$f_2(x)$	5,5	2,0
$f_3(x)$	30	10
$f_4(x)$	30	10

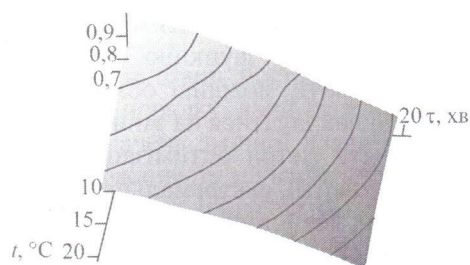


Рис. 2. Графік поверхні відгуку

На рис. 2 представлені лінії рівня узагальненого критерію оптимізації процесу адсорбційного очищення сортівки шунгітом.

Використовуючи програму пошуку максимального значення функції і її параметрів за значеннями індексів, було обчислено оптимальні параметри процесу адсорбційного очищення сортівки: концентрація адсорбента 2,93 %мас., температура 10 °C і тривалість процесу — 10 хв.

Отримані оптимальні параметри процесу адсорбційного очищення сортівки від альдегідів, спиртів, естерів шунгітом узгоджуються з результатами виробничих випробувань.

Висновки

1. Отримане рівняння регресії за допомогою методу повного факторного експерименту надає можливість розрахувати вміст альдегідів у сортівці, очищеній шунгітом.
2. Розроблено узагальнений критерій оптимізації, за допомогою якого проведено оптимізацію процесу адсорбційного очищення сортівки.
3. Встановлено оптимальні параметри адсорбційного очищення сортівки від альдегідів, спиртів, естерів: концентрація адсорбента 2,93 % мас., температура очищення сортівки 10 °С і тривалість процесу — 10 хв при фракційності адсорбенту 2,5 мм.

Література

1. Макаров С.Ю. Инновационные технологии и оборудование в производстве ликероводочных напитков / С.Ю. Макаров, И.Л. Славская. — Москва: ДеЛипринт, 2011. — 164 с.
2. Производство водок и ликероводочных изделий / И.И. Бурачевский, Р.А. Зейнуллин, Р.А. Кунакова, В.А. Поляков, В.И. Федоренко // Под ред. И.И. Бурачевского. — Москва: ДеЛипринт, 2009. — 324 с.
3. Алексеев Е.Л. Моделирование и оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности / Е.Л. Алексеев, В.Ф. Пахомов. — Москва: Агропромиздат, 1988. — 273 с.
4. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання: Навчальний посібник. — Запоріжжя: ГУ «ЗІДМУ», 2004. — 140 с.
5. Федоров В.Г. Планирование и реализация экспериментов в пищевой промышленности / В.Г. Федоров, А.К. Плесконос // Пищевая промышленность. — 1980. — 240 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СОРТИРОВКИ ШУНГИТОМ

Е.В. Турчин, Л.Н. Мельник, С.В. Матко

Национальный университет пищевых технологий

В.А. Мирошник

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Используя метод полного факторного эксперимента, в статье разработано уравнение регрессии для определения содержания альдегидов в сортировке, очищенной шунгитом. Установлена адекватность полученного уравнения. На основании результатов исследований с применением пакета прикладных программ определены оптимальные параметры обработки сортировки шунгитом, а именно: длительность, температура процесса очистки и концентрация адсорбента.

Ключевые слова: сортировка, адсорбционная очистка, шунгит, уравнение регрессии.