



DOI 10.32782/2078-0877-2025-25-1-11

УДК 641.85:577.118

В. М. Бандура¹, докт. техн. наук, професор
Л. В. Фіалковська², канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000 0001 8074 3020
ORCID: 0000-0002-4353-0963

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України
e-mail: bandura_3@ukr.net

² Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕ
e-mail: larisa_fialkova@ukr.net

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ПЕРЕЕТЕРИФІКОВАНИХ ЖИРІВ

Анотація. У статті описано дійсні технології виробництва переетерифікованих жирів. Процес переетерифікації використовують для зміни фізико-хімічних властивостей олій. Переетерифікацією називають реакцію обміну ацилами при взаємодії молекул двох складних ефірів. Це спосіб модифікації олій та жирів, що дає змогу шляхом перетворення молекул тригліцеридів впливати на їхні властивості. Обґрунтовано впровадження вдосконалення технологічного обладнання цеху з виробництва переетерифікації жирів. Представлено розробку змішувача, проведено основні розрахунки проектного обладнання, наведено відповідні схеми та креслення. Актуальним завданням є розробка нових видів модифікованих жирів на основі сумішей олій. Удосконалено технологію виробництва майонезу; як масляну основу використовували суміші рафінованих дезодорованих олій соняшникової та ріпакової. У статті наведено дані досліджень і розгляд технології виробництва переетерифікованих жирів. Удосконалено технологічну схему виробництва переетерифікованих жирів, що заснована на передовому досвіді провідних підприємств та впровадження новітнього обладнання.

Ключові слова: жири, олії, сировина, якість, технологія, рецептура, обладнання, вдосконалення, переетерифікація.

Постановка проблеми. В олійножировій промисловості України науково-технічний прогрес є рушійною силою підвищення техніко-економічних показників якості й конкурентоспроможності продукції.

Одним із методів отримання жирів з визначеним складом і високими біологічними показниками в олійножировому виробництві є переетерифікація [1–3].

Переетерифікація – безпечний метод модифікації олій. У спрощеному вигляді переетерифікацією можна назвати розщеплення окремих гліцеридів, видалення жирної кислоти, змішування її з іншими жирними кислотами та заміщення іншою жирною кислотою [4–9].

На підприємствах з виробництва олій поширена хімічна переетерифікація. У процесі використовують натрієві каталізатори (найчастіше метилат натрію CH_3ONa). Речовина є попереднім каталізатором реакції, за її допомогою утворюється інший каталізатор, необхідний для завершення реакції (моногліцерат натрію).

Жир, отриманий методом хімічної переетерифікації, піддається рафінації.

Переетерифікацію використовують для покращення складу жиру. Технологія дає змогу отримати жир з визначеним жирнокислотним складом:

- насичені кислоти;
- моно- та поліненасичені жирні кислоти,
- правильне співвідношення Омега-6 / Омега-3.

Метод можна комбінувати з іншими способами обробки олій, щоб отримати потрібні фізико-хімічні властивості. Особливістю переетерифікованих жирів є здатність кристалізуватися в найбільш бажану для більшості твердих жирів β' -форму [10; 11].



Увага, яку останніми роками приділяють виробництву рослинних олій, жирів, маргаринів та майонезів, підкреслює їх значущість як цінних компонентів у раціоні харчування.

Аналіз останніх досліджень. Сировиною для виробництва переестерифікованого жиру є: олія соняшникова, пальмовий олеїн, кислота цитринова харчова; допоміжними матеріалами слугують: етилат натрію, натрій їдкий технічний.

Виробництво переестерифікованих жирів здійснюється періодичним та безперервним методами [2; 4–5].

Ці методи виробництва містять такі стадії [11–15]:

- глибоке висушування рафінованої суміші жирів;
- нейтралізація;
- змішування з каталізатором і переестерифікація за температури 80–130 °С протягом 0,5–1 год (витрати каталізатора 0,9–1,5 кг на тонну жиру);
- дезактивація каталізатора;
- промивка, висушування, відбілювання й дезодорація готового продукту.

У періодичному процесі для змішування вихідних олій і жирів для лужної нейтралізації використовують типовий каталізатор. Переестерифікація суміші жирів, дезактивація каталізатора, промивка й висушування переестерифікованого жиру проводиться в переестерифікаторі – типовому вакуум-промивному апараті.

Відмінною особливістю безперервного методу є «глибока» сушка суміші жирів у вакуум – сушильному апараті безперервної дії і подання каталізатора переестерифікації у вигляді стабілізованої жирової суспензії. Безперервний метод дає змогу автоматизувати виробництво, що сприяє зменшенню трудоемкості на відміну від періодичного методу [11–15].

Структурну схему технологічного процесу переестерифікації жирів наведено на рисунку 1.

Формулювання цілей статті. Мета роботи – вдосконалити технологію виробництва переестерифікованих жирів.

Основна частина. Нами проведені дослідження процесу переестерифікації, розроблений апарат та скомпонована апаратурно-технологічна схема.

Будова та робота проєктного змішувача (рис. 2).

Реактор для змішування складається з корпусу 1, станини 2, змішувального органу 3, завантажувальної та розвантажувальної горловини 4, 5, теплової сорочки 6.

До основної переваги розробленого устаткування можна зарахувати активний спосіб змішування внаслідок виконання змішувального пристрою у формі гідропропелера, який виконано так, що при обертанні приводного вала змішувальні компоненти втягуються та пропускаються через перфорацію виконавчого органу.

Унаслідок змішування відбувається активізація турбулентності рідини, яка проштовхується через отвори, змінюючи кінетичну енергію руху в теплову, що призводить до підвищення температури розчину та швидкості протікання хімічної реакції компонентів.

Перемішування продукту здійснюється мішалкою 3, що складається з вертикального вала з укріпленими на ньому вентиляторним турбулізатором. У нижній частині корпусу є два патрубки для спуску конденсату.

Реактор, призначений для змішування в'язких та рідких продуктів, має такі технічні характеристики, які наведені в таблиці 1.

Апаратурно-технологічна схема виробництва переестерифікованих жирів наведена на рис. 3.

Нерафіновані олії зважуються в ємкості 2, яка розташована на вагах 1. Соняшникова олія і пальмовий олеїн змішуються у співвідношенні 50:50. Далі жировий набір направляється в нейтралізатор 3, який оснащений мішалкою і сорочкою. У нейтралізаторі 3 суміш підігрівається до температури 90–95 °С, змішується з лугом і нейтралізується. Розчин луку в ней-

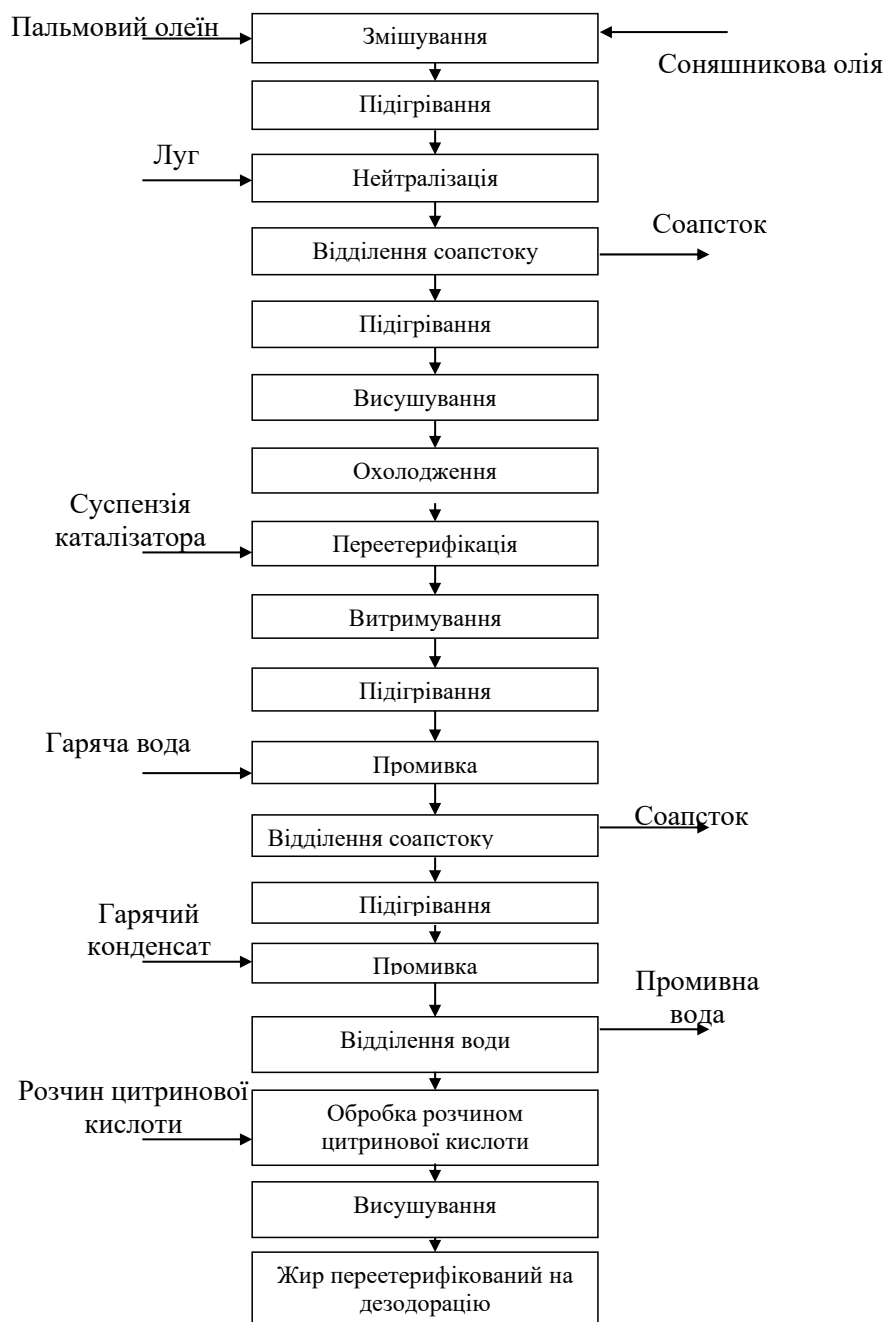


Рис. 1. Структурна схема технологічного процесу переестерифікації жирів

тралізатор 3 подається з бака 4. Нейтралізована суміш жирів відстоюється для більш повного відділення соапстоку. По закінченню відстоювання соапсток відділяється і зливається в збірник 6, звідки періодично відкачується насосом 7 на подальшу обробку. Нейтралізована суміш жирів з нейтралізатора 3 насосом 8 подається в теплообмінник 9 і підігрівач 10, де проходить підігрівання жиру до температури 130–145 °С. Далі жир направляється у вакуум-сушильний апарат 11, де проводиться висушування підігрітого жиру при залишковому тиску 4 кПа (30 мм рт. ст.). Необхідний залишковий тиск в апараті 11 створюється пароежекторним вакуум-насосом 12, який оснащений поверхневими конденсаторами.

Висушена суміш жирів з апарата 11 насосом 13 через теплообмінник 9 і холодильник 14 (де жир охолоджується до температури 80–90 °С) подається в реактор-переестерифікатор 15

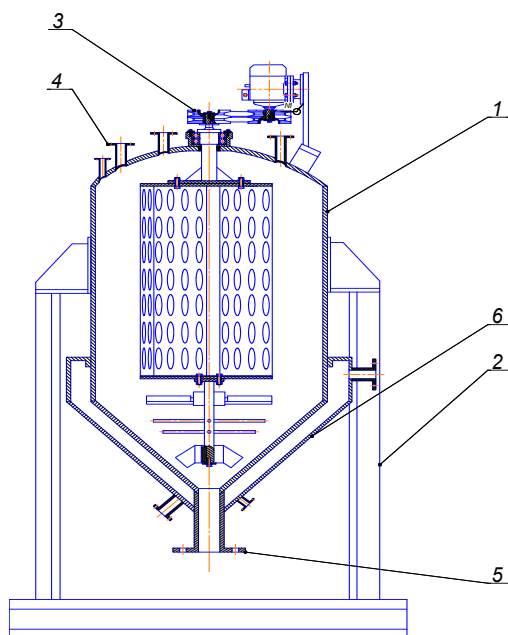


Рис. 2. Конструктивна схема змішувача: 1 – корпус; 2 – станина; 3 – змішувальний орган; 4 – завантажувальна горловина; 5 – розвантажувальна горловина; 6 – теплова сорочка

Таблиця 1

Технічна характеристика змішувача

Показник	Характеристика
Робоча ємкість, л	850
Поверхня нагріву, м ²	2,2
Робочий тиск, МПа:	
у паровій камері	0,3
у корпусі	0,07
Частота обертів мішалки, хв ⁻¹	3000
Встановлена потужність, кВт	1,7
Габаритні розміри, мм	2800 x 2800 x 6300
Маса, кг	740

(змішувач), куди закачується також зі змішувача 16 масляна суспензія каталізатора. Далі суміш надходить у переестерифікатор 28, який забезпечує витримку жиру за температури 80–90 °С протягом години. Переестерифікацію закінчують, подаючи в переестерифікатор розчин солі, який подається з бака 29. Після відстоювання соапсток, що утворився, зливається в збірник 32. Жир промивають гарячою водою, яка подається з бака 30. Після відстоювання вода зливається в збірник 32. Далі з баку 31 в жир подається 5 % розчин цитринової кислоти для руйнування залишків мила. Проводиться відстоювання суміші, промивна вода направляється в збірник 32.

Переестерифікований жир у переестерифікаторі 28 висушується й зливається в бак готового продукту 34, звідки насосом 35 подається на дезодорацію.

Соапсток, що утворився в процесі переестерифікації жирів, використовують для виробництва мила або мийних засобів.

Висновки. Розглянуті конструкції змішувачів мають низку недоліків, які полягають у недостатній якості перемішування реакційної суміші, що призводить до погіршення якості жирів і значної тривалості процесу.

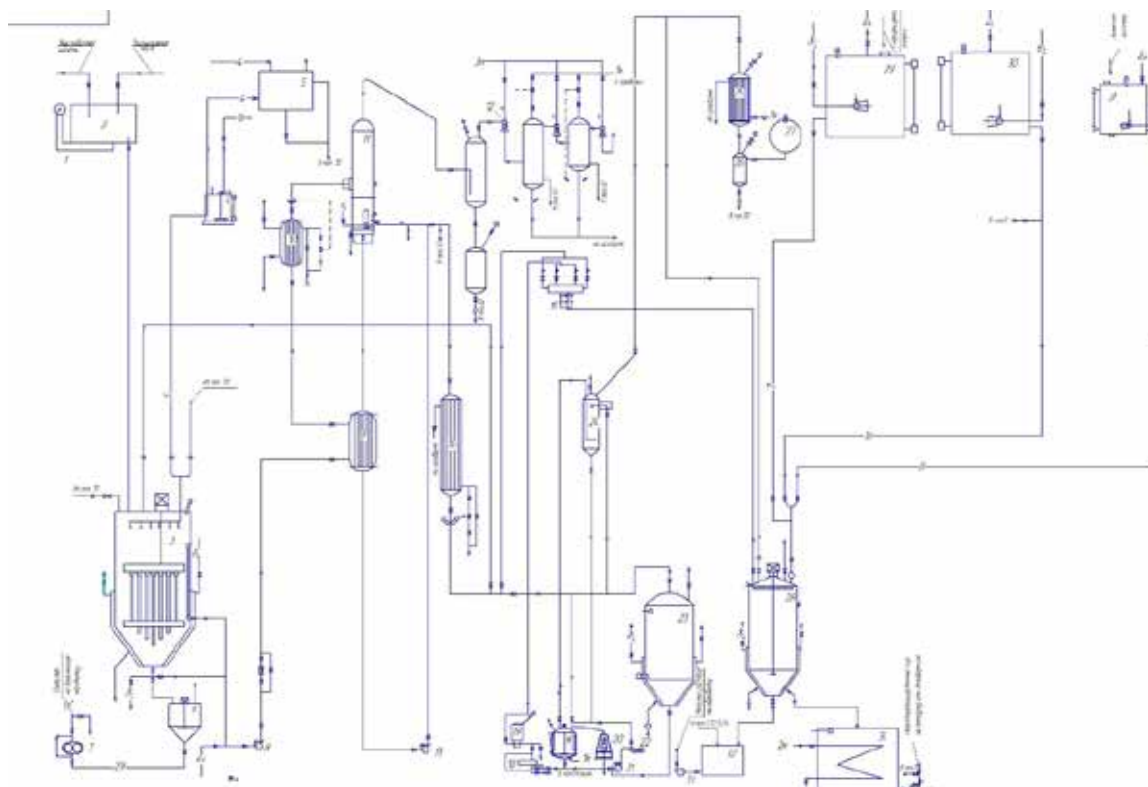


Рис. 3. Апаратурно-технологічна схема виробництва переестерифікованих жирів

Обґрунтовано проведення вдосконалення технологічного обладнання цеху з виробництва переестерифікованих жирів.

Розроблено змішувач, проведено основні розрахунки, наведено відповідні схеми та креслення. Основною перевагою розробленого обладнання над обладнанням, що використовується на теперішній час, є покращення якості жирів і зменшення втрат сировини.

Список використаних джерел

1. Гладкий Ф. Ф., Тимченко В. К., Демидов І. М. Технологія модифікованих жирів. Харків : Підручник НТУ «ХП», 2018. 214 с.
2. Богомолів О. В. Курсове та дипломне проєктування обладнання переробних і харчових підприємств. Київ : Вища школа, 2015. 232 с.
3. Шеманська Є. І., Радзівська І. Г. Технології рослинних олій, жирових і косметичних продуктів. Київ : Вища школа, 2020. 182 с.
4. Осейко М. І. Інноваційні технології та безпеність олієжирової продукції. *Харчова і переробна промисловість*. Київ : НУХТ, 2018. Вип. 3 (343). С. 22–24.
5. Осейко М. І. Технологія рослинних олій. Київ : ВВ «Варта», 2017. 280 с.
6. Осейко М. І. Нанотехнології ліпидовмісних оздоровчих продуктів, екстрактів і добавок у системі КТЮЛ. *Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття*: Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 21 жовтня 2010 р.). Харків : ХДУХТ, 2017. С. 65–66.
7. Фіалковська Л. В. Ефективні способи очищення соняшникової олії від домішок. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 11. Том 2. С. 26–27.
8. Сирохман І. В., Раситюк Т. М. Товарознавство смакових товарів: підручник. Львів : Вид-во Львівської комерційної академії, 2003. 428 с.
9. Гродзинський А. М. Лікарські рослини. Енциклопедичний довідник Київ : Українська енциклопедія, 2022. 544 с.
10. Брайченко О. Україна. Їжа та історія. Київ, 2021. 189 с.



11. Paziuk V., Husarova O., Bandura V., Fialkovska L. Intensification of apple drying using convective and combined methods of dehydration. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2024. Vol. 72. No. 1. Pp. 173–182.
12. Доцяк В. С. Технологія приготування їжі з основами товарознавства продовольчих товарів : посібник. Київ, 2014. 396 с.
13. Клопотенко Є. В.: Збірник рецептур страв. Львів, 2019. 279 с.
14. Королюк Т. А. Методи контролю харчових продуктів : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2017. 146 с.
15. Берзіна С. В., Яреськовська І. І., Перминова С. Ю., Бузан Г. С., Ігнатенко А. В., Глущенко Р. О. Рекомендації щодо вимог з енергоефективності для закупівлі продукції державними органами. Критерії для енергоефективних закупівель. Під загальною редакцією д. т. н., проф. Сергійчука О. В. Київ, 2020. 104 с.
16. J.C. Wang A study on the energy performance of hotel buildings in Taiwan *Energy Build.*, 49 (2012), pp. 268–275.
17. D.E. Santiago. Energy use in hotels: a case study in Gran Canaria *Int. J. Low Carbon Technol.*, 16 (4) (2021), pp. 1264–1276.
18. S. Kasavan, R. Siron, S. Yusoff, M.F.R. Fakri. Drivers of food waste generation and best practice towards sustainable food waste management in the hotel sector: a systematic review. *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.*, 29 (32) (2022), pp. 48152–48167.
19. E. Jeong, S. Jang. Effects of Restaurant Green Practices: Which Practices Are Important and Effective? (2010) [Available from: <http://digitalscholarship.unlv.edu/hhrc/2010/june2010/13> Google Scholar.
20. D. Shiming, J. Burnett. Energy use and management in hotels in Hong Kong. *Int. J. Hospit. Manag.*, 21 (4) (2002), pp. 371–380.
21. G. Xydis, C. Koroneos, A. Polyzakis. Energy and exergy analysis of the Greek hotel sector: an application. *Energy Build.*, 41 (4) (2009), pp. 402–406.
22. R. Skapa. Reverse logistics as sustainable tool in tourism industry: scope and motivation. *Eur. J. Tour. Hosp. Recreat.*, 5 (1) (2014), pp. 139–158.
23. Y. Namkung, S. Jang. Effects of restaurant green practices on brand equity formation: do green practices really matter? *Int. J. Hospit. Manag.*, 33 (2013), pp. 85–95.

Стаття надійшла до редакції 11.02.2025

V. Bandura¹, L. Fialkovska²

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

²Vinnitsia Institute of Trade and Economics of State University of Trade and Economics

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF INTERESTERIFIED FATS

Summary

The article describes existing technologies for the production of transesterified fats.

The transesterification process is used to change the physicochemical properties of oil. Transesterification is the reaction of acyl exchange during the interaction of molecules of two esters. This is a method of modifying oils and fats, which allows influencing their properties by transforming triglyceride molecules.

The introduction of improvements to the technological equipment of the fat transesterification production plant is justified.

The development of a mixer is presented, basic calculations of the design equipment are carried out, and the corresponding schemes and drawings are given.

The current task is to develop new types of modified fats based on oil mixtures.

The technology for the production of mayonnaise has been improved; mixtures of refined deodorized sunflower and rapeseed oils were used as the oil base.

The article presents research data and a review of the technology for the production of transesterified fats. An improved technological scheme for the production of interesterified fats, based on the best practices of leading enterprises and the introduction of the latest equipment.

Keywords: fats, oils, raw materials, quality, technology, recipe, equipment, improvement, interesterification.