

УДК 665.1

doi:10.20998/2413-4295.2016.12.28

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ГЛІЦЕРАТУ КАЛІЮ ЯК КАТАЛІЗАТОРУ ПЕРЕТЕРИФІКАЦІЇ ЖИРІВ ЗА РІЗНИХ УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕСУ**Н. С. СИТНИК^{1*}, І. М. ДЕМИДОВ¹, К. В. КУНИЦЯ²**

¹ Лабораторія досліджень хімії жирів олійно-жирових виробництв, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України (УкрНДІОЖ НААН), м. Харків, Україна

² Кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

*email: natalya.sytnik.87@mail.ru

АНОТАЦІЯ. Досліджено вплив найважливіших факторів, таких як температура та тривалість процесу, на ефективність гліцерату калію як каталізатору переетерифікації жирів. В якості жирової сировини використовувався пальмовий олеїн, для оцінки активності каталізатору визначалася температура плавлення. Обробка результатів з метою встановлення залежності температури плавлення пальмового олеїну від температури та тривалості процесу у присутності гліцерату калію проводилася з використанням методу математичного планування експерименту.

Ключові слова: переетерифікація, каталізатор, пальмовий олеїн, температура плавлення, математичне планування, рівняння регресії.

DOSLIDZHENNYA AKTYVNOSTI GLICERATU KALIYU YAK KATALIZATORU PEREETERYFICACII ZHYRIV ZA RIZNYH UMOV PROVEDENNYA PROCESSU**N. SYTNIK^{1*}, I. DEMYDOV¹, E. KUNITSA²**

¹ Laboratory of studies of fats chemistry of oils and fats production, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, UKRAINE

² Department of Technology of fats and fermentation products, National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute", Kharkiv, UKRAINE

ABSTRACT The influence of the most important factors, such as temperature and duration of the process, on the effectiveness of potassium glycerate as a catalyst for the interesterification of fats was researched. The same dosage of catalyst was used for all experiments according to the planning matrix. The catalyst was prepared under laboratory conditions using glycerol and potassium hydroxide. As raw fat palm olein was used, to evaluate the activity of the catalyst the melting point was determined. Selection of palm olein is justified by the fact that a change of the triacylglycerol composition of lipid feedstock during the interesterification accompanied by a significant increase in its melting point, which allows to assess changes in the fat during the interesterification using the simple analysis. Processing of the results to establish the dependence of the temperature and duration of the process on the melting point of palm olein in the presence of potassium glycerate was carried out using mathematical method of experimental design. Based on experimental data the regression equation obtained representing the dependence of the melting point of palm olein from these factors, based on which the image is built using the program Mathcad. On the basis of these findings conclusions have been made with respect to the received efficiency and the possibility of using the catalyst in the industry under certain conditions. Depending on the desired properties of the interesterified fat (melting point, hardness, ductility, etc.) various modes can be applied using proposed interesterification catalyst potassium glycerate. At the same time it is possible to obtain this substance directly at the enterprise.

Keywords: interesterification, catalyst, palm olein, melting point, mathematical planning, regression equation.

Вступ

Жири, олії та жирові продукти на їх основі займають важливе місце у харчуванні людини. Розвиток галузей харчової промисловості поставило перед олійножировою галуззю задачу зміни асортименту за рахунок створення нових жирових продуктів. Одне з перспективних напрямлень – це випуск олійножирових продуктів, функціональних за призначенням, а також лікувально-профілактичних продуктів. На сьогоднішній день провідні світові виробники розширюють свій асортимент саме за рахунок удосконалення корисних продуктів харчування [1, 2].

Великі групи жирових продуктів складають маргарини, спреди, кулінарні, кондитерські жири, заміники молочного жиру (ЗМЖ). Останні широко використовуються у виробництві молокозмісних та продуктів дитячого харчування. При збереженні калорійності молочного жиру ЗМЖ включають в себе харчову цінність рослинних олій (лінолеву та ліноленову кислоти); володіють оптимальним співвідношенням поліненасичених та насичених жирних кислот [2].

У виробництві олійножирової продукції широко застосовуються модифіковані жири [3, 4, 5]. Основними методами модифікації жирів є

фракціонування, гідрогенізація та переетерифікація [6].

Фракціонування являє собою процес розділення жирів на групи триацилгліцеролів за температурою плавлення. За допомогою цього процесу отримують продукти з унікальними функціональними характеристиками:

- еквіваленти какао-масла;
- лауринові та нелауринові замінники какао-масла;
- кондитерські жири;
- триацилгліцероли, що містять жирні кислоти із середньою довжиною вуглеводневого ланцюга (продукт являє собою фракції лауринових олій, які включають насичені жирні кислоти C6:0, C8:0 і C10:0, що здатні розчинятися як у водних, так і в жирових системах);
- високостабільні до окиснювального руйнування рідкі олії, одержані модифікацією олій шляхом сполучення гідровання з фракціонуванням.

Задачею гідрогенізації є зміна жирнокислотного, а отже і триацилгліцерольного складу вихідного жиру в результаті приєднання водню в присутності каталізатора до ненасичених залишків жирних кислот, що входять до складу ацилгліцеролів рідких олій (соняшникової, соєвої, рапсової та ін.). Гідрогенізація олій та жирів служить для підвищення стійкості природних жирів до окиснення під час зберігання та переробки, зміни консистенції та підвищення температури плавлення до заданого рівня.

В результаті гідрогенізації відбувається зміна просторової конфігурації жирних кислот та поява транс-ізомеризованих кислот (в окремих випадках до 40 %), які є небезпечними для здоров'я людини.

Переетерифікація є одним із основних методів модифікації триацилгліцерольного складу жирової сировини. При цьому склад жирних кислот не змінюється, відбувається їх перерозподіл в суміші триацилгліцеролів, що призводить до зміни фізико-хімічних властивостей жирових сумішей.

Переетерифікація також використовується в поєднанні з іншими технологічними процесами. Наприклад, суміщення процесів низькотемпературної переетерифікації і кристалізації (фракціонування) використовується для виробництва кулінарних жирів (шортенінгів) на основі свинячого жиру, а також стабілізованих салатних олій. Суміщення високотемпературної статистичної переетерифікації і селективної гідрогенізації використовується при виробництві пластичних харчових жирів з зниженим вмістом транс-ізомерів методом гідропереетерифікації сумішей тваринних жирів з оліями [6].

Тверді пластичні компоненти (гідровані та переетерифіковані жири) є структуроутворювачами у композиції жирів маргаринів [7].

Метод переетерифікації дозволяє отримувати високоякісну жирову сировину, яка використовується

для виробництва багатьох видів олійножирової продукції, з необхідними властивостями, зі зведеним до мінімуму вмістом транс-ізомерів жирних кислот [8, 9, 10].

В якості каталізаторів переетерифікації широко використовуються алкоксиди (метилат та етилат натрію). Але застосування цих каталізаторів пов'язане з певними труднощами, наприклад, швидким псуванням внаслідок високої реакційної здатності. Крім того, ці речовини в Україні не виробляються і є потреба в їх імпортуванні [11].

Аналіз стану питання

В попередніх дослідженнях [11] було запропоновано новий каталізатор переетерифікації – гліцерат калію – та встановлено, що в процесі хімічної переетерифікації пальмового олеїну у присутності гліцерату калію відбувається зміна триацилгліцерольного складу. Проведено порівняння зміни триацилгліцерольного складу пальмового олеїну після переетерифікації з гліцератом калію та метилатом натрію, в результаті чого з'ясувалося, що триацилгліцерольний склад пальмового олеїну є більш наближений до статистично рівноважного у випадку використання гліцерату калію. Також було показано, що в результаті процесу переетерифікації, проведеного в рекомендованих в літературі лабораторних умовах, не досягається статистично рівноважний триацилгліцерольний склад пальмового олеїну. Отже становить інтерес варіювання таких параметрів процесу, як температура та тривалість процесу. Зважаючи на недоліки найбільш поширених каталізаторів хімічної переетерифікації, а також доведену ефективність нового каталізатору – гліцерату калію, є актуальним вивчення закономірностей протікання процесу переетерифікації у присутності даного каталізатору, дослідження впливу умов проведення процесу на його ефективність та пошук раціонального режиму протікання реакції.

Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження – каталітична реакція хімічної переетерифікації жирів з використанням гліцерату калію.

Метою проведених досліджень було встановлення впливу умов проведення процесу переетерифікації пальмового олеїну на ефективність гліцерату калію як каталізатору та визначення раціональних умов проведення реакції.

Ефективність каталізатору переетерифікації оцінювалася за температурою плавлення пальмового олеїну, суттєва зміна якої в процесі переетерифікації дозволяє за допомогою простого аналізу відслідкувати зміну властивостей жиру під час проведення серії експериментів [12].

Для досягнення поставленої мети:

- сплановано факторний експеримент другого порядку для пошуку оптимальних умов;
- проведено серію експериментів згідно з планом досліджень;
- отримано математичну модель, що характеризує вплив обраних факторів на ефективність гліцерату калію як каталізатору.

Матеріали та методи дослідження

В даному дослідженні використовувалися наступні реактиви та матеріали:

- гліцерин (кваліфікація – фармакопейний, вміст гліцерину – 99,8 %);
- гідроксид калію (кваліфікація – ч. д. а.);
- пальмовий олеїн (рафінований відбілений дезодорований, згідно з ДСТУ 4438:2005).

Каталізатор гліцерат калію отримано в лабораторних умовах реакцією гліцерину та гідроксиду калію за методикою, викладеною в [11]. Дозування каталізатору було постійним для всіх дослідів і складало 0,1 % в перерахунку на метал. Реакція переестерифікації проводилася при залишковому тиску (0,4-0,9) кПа. Залишок каталізатору з реакційної маси було видалено за допомогою адсорбційного очищення.

Для визначення параметру відгуку в кожному досліді визначалася температура плавлення пальмового олеїну у відкритому капілярі згідно з ДСТУ ISO 6321:2003.

Результати дослідження зміни температури плавлення пальмового олеїну під час реакції переестерифікації

В даній роботі досліджувався вплив температури та тривалості процесу переестерифікації на вихідний параметр - температуру плавлення пальмового олеїну (температура плавлення вихідного зразка складає 22,4 °С). Використовувався ортогональний план другого порядку. Задачею факторного експерименту другого порядку є проведення оптимального плану досліджень, отримання нелінійної моделі та її статистичний аналіз [13].

В таблиці 1 наведено основний рівень та інтервали варіювання факторів, в таблиці 2 – ортогональну матрицю композиційного плану для двох факторів, а також експериментальні значення (у експ.) та розраховані (у розрах.) значення функції відгуку.

Обробку одержаних результатів проведено за алгоритмом ортогонального плану другого порядку, наведеним в [13] та отримано рівняння регресії, яке є адекватним за критерієм Фішера та має наступний вигляд у фізичних перемінних:

$$y = 96,02604 - 1,70938 \cdot x_1 + 4,2 \cdot x_2 + 0,01002 \cdot x_1^2$$

Таблиця 1 – Основний рівень та інтервали варіювання змінних у плані

Основний рівень, x_j^0	Фактори	
	Температура процесу x_1 , °С	Тривалість процесу x_2 , год
	100	1
Інтервали варіювання, Δx	15	0,5

Таблиця 2 – Ортогональна матриця композиційного плану

№ досліду	x_0	x_1	x_2	у експ.	у розрах.
1	1	1	-1	34,30	34,12
2	1	1	0	36,40	36,22
3	1	1	1	38,40	38,32
4	1	0	-1	28,00	27,43
5	1	0	0	29,13	29,53
6	1	0	1	31,90	31,63
7	1	-1	-1	25,80	25,26
8	1	-1	0	26,30	27,36
9	1	-1	1	30,40	29,46

На рисунку 1 наведено графічне зображення поверхні відгуку. Проекцію поверхні відгуку наведено на рисунку 2.

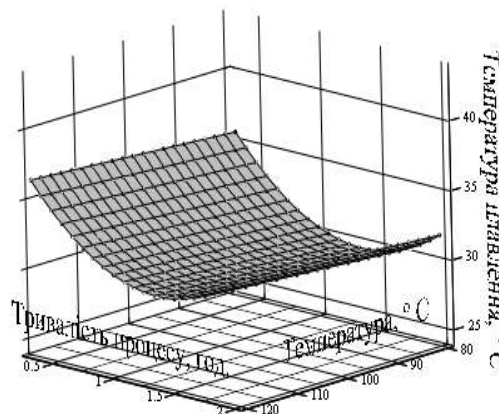


Рис. 1 – Залежність температури плавлення пальмового олеїну від температури та тривалості процесу

На рисунку 3 наведено залежність температури плавлення пальмового олеїну від тривалості процесу при фіксованому значенні температури процесу 115 °С (максимальне значення в експерименті), на рисунку 4 – залежність температури плавлення пальмового олеїну від температури процесу при фіксованому значенні тривалості процесу 1,5 год. (максимальне значення в експерименті).

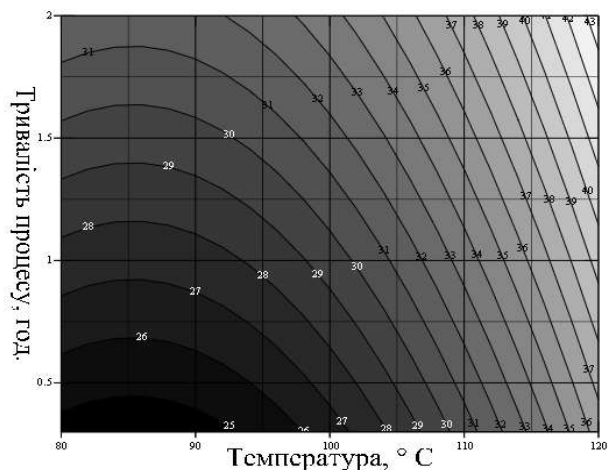


Рис. 2 – Проекція поверхні відгуку

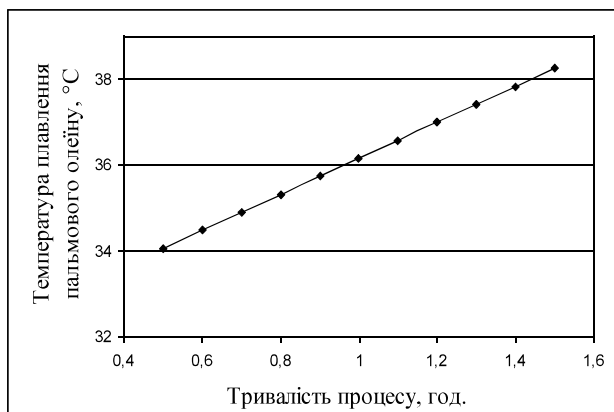


Рис. 3 – Залежність температури плавлення пальмового олеїну від тривалості процесу при фіксованому значенні температури процесу 115 °C

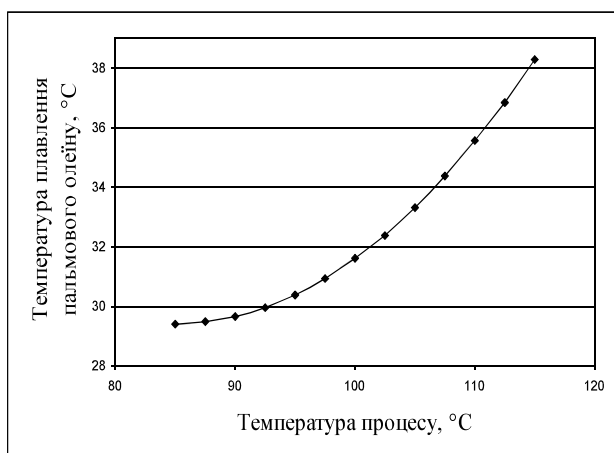


Рис. 4 – Залежність температури плавлення пальмового олеїну від температури процесу при фіксованому значенні тривалості процесу 1,5 год.

На основі вищенаведених залежностей можна зробити висновок, що умовами, за яких досягається максимальна температура плавлення пальмового олеїну, тобто гліцерат калію як каталізатор

переетерифікації є максимально ефективним при даному дозуванні, є наступні: температура процесу 115 °C, тривалість процесу 1,5 год. При збільшенні тривалості процесу переетерифікації температура плавлення пальмового олеїну лінійно підвищується.

Як видно з таблиці 2, в даних умовах експерименту різниця між максимальними експериментальними значеннями температури плавлення пальмового олеїну складає 2 °C (досліди 2 і 3). Ця величина перевищує різницю між значеннями в паралельних дослідах в нульовій точці факторного простору (температура 100 °C, тривалість 1 год.), тобто виходить за межі похибки. Таким чином, з даної серії дослідів неможна стверджувати, чи досягла функція відгуку максимального значення. Оскільки в цьому дослідженні інтервали варіювання факторів обрано згідно з даними щодо режимів переетерифікування жирів в промисловості у присутності найбільш поширених каталізаторів – метилату та етилату натрію [6], є доцільним пошук раціональних умов переетерифікації у присутності нового каталізатору – гліцерату калію – за цих значеннях температури і тривалості процесу, але з урахуванням ще одного фактору – концентрації каталізатору.

Обговорення результатів дослідження

Підвищення температури в процесі переетерифікації може призводити до небажаних процесів, наприклад, полімеризація, ізомеризація, а застосування каталізаторів служить для зниження енергетичного бар'єру активації, зниження температури та прискорення процесу. Отже підвищення температури та подовження тривалості процесу є недоцільним.

В роботі [13] було показано, що зміна температури плавлення пальмового олеїну на (12-14) °C вказує на те, що застосований каталізатор є ефективним та процес переетерифікації відбувся, що підтверджено зміною триацилгліцерольного складу, визначеного за допомогою газорідинної хроматографії. У випадку використання гліцерату калію за умов даного експерименту вказана різниця температур досягається за температури 115 °C та тривалості 1 год., а також за температури 115 °C та тривалості 1,5 год., що вказує на ефективність застосування гліцерату калію за цих умов.

Висновки

У результаті проведених досліджень:

1. Вперше було встановлено залежність ефективності нового каталізатору жирів (гліцерату калію) від основних параметрів – температури та тривалості процесу – з використанням ортогонального плану другого порядку.

2. Показано, що температура плавлення пальмового олеїну, яку було прийнято у якості

функції відгуку, є максимальною за температури процесу 115 °С та тривалості 1,5 год., але в ході дослідження було з'ясовано, що значення температури плавлення за цих умов може не бути максимальним, а, як свідчать результати роботи, може збільшуватися із збільшенням величин параметрів, що розглядаються (температура, тривалість).

3. В подальших дослідженнях потрібно також враховувати концентрацію каталізатору та визначити, за якої концентрації в даних умовах функція відгуку приймає максимальне значення та чи є концентрація каталізатору 0,1% в перерахунок на метал достатньою для досягнення максимальної каталітичної активності гліцерату калію.

4. Отже в промисловості незважаючи на те, що при збільшенні значень факторів температура плавлення зростає, гліцерат калію можна ефективно використовувати за умов, коли різниця температури плавлення вихідного та переестерифікованого пальмового олеїну становить (12-14)°С, тобто за температури 115 °С та тривалості від 0,8 до 1,5 год.

Список літератури:

1. **Нечаев, А. П.** Растительные масла функционального назначения / **А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова** // *Масложировая промышленность*. – 2005. – №3. – С. 20-21.
2. **Курзина, М. Н.** Жиры специального назначения / **М. Н. Курзина** // *Масложировая промышленность*. – 2012. – №2. – 15 с.
3. **Berry, S. E. E.** Triacylglycerol structure and interesterification of palmitic and stearic acid-rich fats: an overview and implications for cardiovascular disease / **S. E. E. Berry** // *Nutrition Research Reviews*. – 2009. – P. 1-15. – doi:10.1017/S0954422409369267.
4. **Waheed, A.** Effect of interesterified palm and cottonseed oil blends on cookie quality / **A. Waheed, G. Rasool, A. Asghar** // *Agric. Biol. J. N. Am.* – 2010. – № 1(3). – P. 402-406. – doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01178.x.
5. **Osorio, N. M.** Lipase/acyltransferase-catalysed interesterification of fat blends containing n-3 polyunsaturated fatty acids / **N. M. Osorio, E. Dubreucq, M. Manuela R. de Fonseca, S. Ferreira-Dias** // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* – 2009. – № 111. – P. 120-134. – doi:10.1002/ejlt.200800109.
6. **Гладкий, Ф. Ф.** Технологія модифікованих жирів / **Ф. Ф. Гладкий, В. К. Тимченко, І. М. Демидов** та ін. – Харків: Підручник НТУ «ХПІ». – 2014. – 214 с.
7. **Тимченко, В. К.** Технологія м'яких маргаринів / **В. К. Тимченко**. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2002. – 128 с.
8. **Soekopitojo, S.** Enzymatic interesterification of palm oil midfraction blends for the production of cocoa butter equivalents / **S. Soekopitojo, P. Hariyadi, T. R. Muchtadi** and **N. Andarwulan** // *As. J. Food Ag-Ind.* – 2009. – P. 807-816. – doi:10.3923/jas.2011.3750.3754.
9. **Fauzi, H.** Effects of enzymatic interesterification on the physicochemical, polymorphism and textural properties of palm stearin, palm kernel oil and soybean oil blends / **S. H. M. Fauzi, N. A. Rashid, Z. Omar** // *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. – 2013. – V. 3. – №. 4. – P. 398-403. – doi:10.7763/IJBBB.2013.V3.242.
10. **Rodriguez, A.** Interesterification of tallow and sunflower oil / **A. Rodriguez, E. Castro, M. C. Salinas, R. Lopez, M. Miranda** // *J. Am. Oil Chem. Soc.* – 2001. – V. 78. – N. 4. – P. 431-433. – doi:10.1007/BF02545309.
11. **Ситнік, Н. С.** Дослідження ефективності нового каталізатору переестерифікації олій та жирів з використанням хроматографічного аналізу / **Н. С. Ситнік, І. М. Демидов, К. В. Куниця** // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2015. – № 6/4(26). – С. 8-13.
12. **Голодняк, В. А.** Определение активности каталитора химической переестерификации жиров / **В. А. Голодняк, И. Н. Демидов, В. С. Мазаева, Н. С. Сытник, П. Ф. Петик** // *Уральский научный вестник*. – 2014. – №8 (87). – С. 187-193.
13. **Бондарь, А. Г.** Планирование эксперимента при оптимизации процесов химической технологии / **А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха, И. А. Потяженко**. – Киев: Вища школа. – 1980. – 264 с.

Bibliography (transliterated):

1. **Nechaev, A. P., Kochetkova, A. A.** Rastitelnye masla funkcionalnogo naznachenija [Vegetable oil functionality]. *Maslozhirovaja promyshlennost [Oilseed industry]*, 2005, 3, 20-21.
2. **Kurzina, M. N.** Zhiry specialnogo naznachenija [Fats for special purposes]. *Maslozhirovaja promyshlennost [Oilseed industry]*, 2012, 2, 15.
3. **Berry, S. E. E.** Triacylglycerol structure and interesterification of palmitic and stearic acid-rich fats: an overview and implications for cardiovascular disease. *Nutrition Research Reviews*, 2009, 1-15, doi:10.1017/S0954422409369267.
4. **Waheed, A., Rasool, G., Asghar, A.** Effect of interesterified palm and cottonseed oil blends on cookie quality. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010, 1(3), 402-406, doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01178.x.
5. **Osorio, N. M., Dubreucq, E., Manuela R. de Fonseca, M., Ferreira-Dias, S.** Lipase/acyltransferase-catalysed interesterification of fat blends containing n-3 polyunsaturated fatty acids. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2009, 111, 120-134, doi:10.1002/ejlt.200800109.
6. **Gladkyi, F. F.** Tehnologiya modyfikovanyh zhyriv [Tech modified fats]. *Kharkiv: Pidruchnyk NTU «KhPI»*, 2014, 214 p.
7. **Tymchenko, V. K.** Tehnologiya m'yakyyh margaryniv [Tech soft margarines]. *Kharkiv: NTU «KhPI»*, 2002, 128 p.
8. **Soekopitojo, S., Hariyadi, P., Muchtadi, T. R., Andarwulan, N.** Enzymatic interesterification of palm oil midfraction blends for the production of cocoa butter equivalents. *As. J. Food Ag-Ind.*, 2009, 807-816, doi:10.3923/jas.2011.3750.3754.
9. **Fauzi, H., Rashid, N. A., Omar, Z.** Effects of enzymatic interesterification on the physicochemical, polymorphism and textural properties of palm stearin, palm kernel oil and soybean oil blends. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2013, 3(4) 398-403, doi:10.7763/IJBBB.2013.V3.242.
10. **Rodriguez, A., Castro, E., Salinas, M. C., Lopez, R., Miranda, M.** Interesterification of tallow and sunflower. *Am. Oil Chem. Soc.*, 2001, 78(4), 431-433, doi:10.1007/BF02545309.
11. **Sytник, N. S., Demydov, I. M., Kynytsya, K. V.** Doslidzhennya efektyvnosti novogo katalizatoru pereesteryfikatsiyi oliy ta zhyriv z vykorystanniam khromatohrafichnogo analizu [Investigation of the effectiveness of the new catalyst transesterification of oils

- and fats using chromatographic analysis]. *Tekhnolohycheskiy audit i rezervy proizvodstva [Technological audit and production of reserves]*, 2015, 6/4(26), 8-13.
12. **Golodnjak, V. A., Demidov, I. N., Mazaeva, V. S., Sytnik, N. S., Petik, P. F.** Opredelenie aktivnosti katalizatora himicheskoy pereeterifikacii zhirov [Determination of catalyst activity chemical interesterification of fats]. *Uralskiy nauchnyy vestnik [Ural Scientific Gazette]*, 2014, 8(87), 187-193.
13. **Bondar, A. G., Statjuha, G. A., Potjazhenko, I. A.** Planirovanie eksperimenta pri optimizacii processov himicheskoy tehnologii [An experiment in the optimization of chemical engineering processes]. *Kiev: Vishha shkola*, 1980, 264 p.

Відомості про авторів (About authors)

Ситнік Наталія Сергіївна – молодший науковий співробітник, лабораторія досліджень хімії жирів олійно-жирових виробництв, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, тел. 067-78-10-453, e-mail: natalya.sytnik.87@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3970-086X>.

Sytnik Natalia – Jr. Researcher, Laboratory of studies of fats chemistry of oils and fats production, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine tel. 067-78-10-453, e-mail: natalya.sytnik.87@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3970-086X>.

Демидов Ігор Миколайович – доктор технічних наук, професор, завідувач лабораторією, Лабораторія досліджень хімії жирів олійно-жирових виробництв, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, тел. 098-44-28-614, e-mail: demigon@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5854-0833>.

Demydov Igor – Professor, Doctor of technical sciences, head of the laboratory, Laboratory of studies of fats chemistry of oils and fats production, Ukrainian Research Institute of Oils and Fats National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, tel. 098-44-28-614, e-mail: demigon@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5854-0833>.

Куниця Катерина Вікторівна – кандидат технічних наук, науковий співробітник, кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел. (057) 707-64-95, e-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5577-7026>.

Kunitsa Ekaterina – Candidate of Technical Sciences, Scientific Worker, Department of Technology of fats and fermentation products, National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute", tel.: (057) 707-64-95, e-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5577-7026>.

Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Ситнік, Н. С. Дослідження активності гліцерату калію як каталізатору переетерифікації жирів за різних умов проведення процесу / **Н. С. Ситнік, І. М. Демидов, К. В. Куниця** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 12 (1184). – С. 188-193. – doi:10.20998/2413-4295.2016.12.28.

Please cite this article as:

Sytnik, N., Demydov, I., Kunitsa, K. Doslidzhennya aktyvnosti gliceratu kaliyu yak katalizatoru pereeterifikacii zhyriv za riznyh umov provedennya processu. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, 12 (1184), 188-193, doi:10.20998/2413-4295.2016.12.28.

Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Сытнік, Н. С. Исследование активности глицерат калия как катализатора переэтерификации жиров при различных условиях проведения процесса / **Н. С. Сытнік, І. М. Демидов, К. В. Куниця** // *Вестник НТУ «ХПІ»*, Серія: *Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 12 (1184). – С. 188-193. – doi:10.20998/2413-4295.2016.12.28.

АННОТАЦІЯ. *Исследовано влияние важнейших факторов, таких как температура и продолжительность процесса, на эффективность глицерата калия как катализатора переэтерификации жиров. В качестве жирового сырья использовался пальмовый олеин, для оценки активности катализатора определялась температура плавления. Обработка результатов с целью установления зависимости температуры плавления пальмового олеина от температуры и продолжительности процесса в присутствии глицерата калия проводилась с использованием метода математического планирования эксперимента.*

Ключевые слова: *переэтерификация, катализатор, пальмовый олеин, температура плавления, математическое планирование, уравнение регрессии.*

Надійшла (received) 03.02.2016