

УДК 66.094.942

doi:10.20998/2413-4295.2016.12.24

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ НА АЛКОГОЛІЗ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ ЕТИЛОВИМ СПИРТОМ

З. Ю. ПАЛЮХ, Ю. Р. МЕЛЬНИК\*, С. Р. МЕЛЬНИК

Кафедра технології органічних продуктів, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, УКРАЇНА  
\*email: yurii.r.melnyk@lpnu.ua

**АНОТАЦІЯ** Визначено вплив технологічних параметрів процесу на алкоголіз соняшникової олії етиловим спиртом у присутності каталізаторів – катіоніту КУ-2-8 у Н-формі та з іммобілізованими іонами  $Co^{2+}$ . Встановлено, що оптимальною температурою процесу є 353К. Показано, що частота перемішування 80 об/хв і більше не впливає на швидкість реакції і максимальну конверсію олії. Встановлено, що для досягнення максимальної конверсії олії мольне співвідношення етанол : триолеат гліцерину повинно становити не менше, ніж 4,5 : 1. Показано, що наявність 5–10 мас. % води у спирті дозволяє підвищити кінцеву конверсію соняшникової олії на 5–10%. Виявлено екстремальну залежність максимальної конверсії триолеату гліцерину від вмісту каталізатора у реакційній суміші.

**Ключові слова:** соняшникова олія, алкоголіз, етанол, триолеат гліцерину, катіоніт КУ-2-8.

## THE EFFECT OF PARAMETERS ON THE TRANSESTERIFICATION PROCESS OF SUNFLOWER OIL WITH ETHANOL

Z. PALYUKH, YU. MELNYK, S. MELNYK

Lviv Polytechnic National University, Lviv, UKRAINE

**ABSTRACT** The aim of research was to study the influence of technological parameters of transesterification of sunflower oil with ethyl alcohol on the conversion of glycerol trioleate. The influence of reaction temperature, catalyst concentration, intensity of mixing of the reaction mixture, the molar ratio ethanol : glycerol trioleate, the water content in the reaction mixture on the transesterification process of sunflower oil with ethyl alcohol and with catalysts – cation exchange resin KU-2-8 in H-form and the immobilized form with  $Co^{2+}$ -ions has been determined. It has been established that the optimal temperature of process is 353K. It has been shown that mixing with frequency over 80 min<sup>-1</sup> has no effects on the reaction rate and the maximum conversion of sunflower oil. It was found that to maximize the conversion of glycerol trioleate the molar ratio ethanol : glycerol trioleate should be not less than 4.5 : 1. It has been shown that the presence of 5-10 wt. % water in alcohol can increase the final conversion of sunflower oil on 5-10%. The extreme dependence of maximum conversion of glycerol trioleate from the content of catalyst in the reaction mixture has been discovered. The established optimal conditions of transesterifications process of sunflower oil with ethyl alcohol allowed to achieve almost complete conversion of glycerol trioleate.

**Keywords:** sunflower oil, transesterification, ethanol, glycerol trioleate, cation exchange resin KU-2-8.

### Вступ

Алкоголіз (трансеєтерифікацію) рослинних олій здійснюють взаємодією спиртів з тригліцеридами у присутності каталізаторів, як правило кислот чи лугів або алкоголятів лужних металів, з одержанням гліцерину і естерів відповідних спиртів та ненасичених жирних кислот.

Незважаючи на те, що у виробництві біодизелю для алкоголізу олій в основному використовують метанол, придатними для цієї реакції також є етанол, пропанол, бутанол і пентанол [1, 2].

Висока вартість виробництва, частково внаслідок громіздкого процесу нейтралізації гомогенного каталізатора – лугу або алкоголяту лужного металу і розділення продуктів реакції, зменшує ефективність використання вказаних каталізаторів, тому на сьогодні розробляють методи алкоголізу триолеатів гліцерину (ТГ) у присутності гетерогенних каталізаторів [3, 4] та іммобілізованих на гетерогенних носіях ферментів [5].

Нами встановлено, що застосування каталізаторів на основі катіоніту КУ-2-8 у Н-формі та з іммобілізованими іонами металів дозволяє забезпечити достатньо високі технологічні показники процесу алкоголізу соняшникової та ріпакової олій етиловим та ізопропіловим спиртами [6, 7]. Проте вказані дослідження були проведені у достатньо вузькому інтервалі технологічних параметрів, які не дозволили досягнути конверсії олії понад 90% при її алкоголізі етиловим спиртом [7]. Тому встановлення оптимальних технологічних параметрів процесу алкоголізу соняшникової олії етанолом у присутності гетерогенних каталізаторів на основі катіоніту КУ-2-8 з метою забезпечення практично повної конверсії олії є важливим науковим завданням.

### Мета та завдання досліджень

Метою досліджень було визначення впливу частоти перемішування, мольного співвідношення

етанол : триолеат гліцерину, вмісту води в етиловому спирті, температури та концентрації каталізатора на реакцію алкоголізу соняшникової олії етиловим спиртом при використанні каталізатора КУ-2-8 у Н-формі та КУ-2-8 з іммобілізованими іонами  $\text{Co}^{2+}$ .

### Матеріали та методи досліджень

У роботі використовували такі реактиви: соняшкову олію (ДСТУ 4492:2005), спирт етиловий ректифікований (ДСТУ 4221:2003), естеро-альдегідну фракцію (ТУ У 18.401-97). Як каталізатор, використовували катіоніт КУ-2-8 у Н-формі (ГОСТ 20298-74) та катіоніт КУ-2-8 з іммобілізованими іонами  $\text{Co}^{2+}$ , отриманий за методикою описаною в [8]. Безводний етанол (99,5 мас. %) отримували висушуванням спирту етилового ректифікованого над прожареним сульфатом магнію.

Лабораторна установка складалася з круглодонної колби зі зворотним холодильником і термометром. Суміш олії, етанолу та каталізатора перемішували механічною мішалкою з гідрозатором. Частота обертання мішалки становила 55, 80 і 160 об/хв. Температура реакції алкоголізу становила 333–353 К, концентрація каталізатора – 0,5–4 мас. %, тривалість реакції – 3 год. Через кожні 30 хв відбирали проби для визначення вмісту етанолу. За кількістю витраченого на реакцію спирту визначали кількість прореагованого триолеату гліцерину і, відповідно, конверсію олії.

Концентрацію етанолу в реакційній суміші визначали з допомогою газорідинного хроматографа "Цвет-100" з детектором по теплопровідності. Для аналізу застосовували колонку довжиною 2 м та діаметром 3 мм, заповнену нерухомою фазою 5% Silicone SE30 на Chromaton N-AW. Як газ-носії використовували гелій, витрата якого становила – 3  $\text{дм}^3/\text{год}$ ; сила струму на детекторі – 120 мА; об'єм аналізованої проби – 2 мкл. Температура випарника становила 483К, детектора – 443К, колонки – 353К, відповідно.

Перебіг побічних реакцій оцінювали за оптичною густиною реакційної суміші, визначеною за допомогою фотоколориметра КФК-2 при довжині хвилі світла 440 нм у кюветі товщиною 10 мм.

Кислотне число реакційної суміші визначали згідно методики [9].

### Результати досліджень та їх обговорення

Враховуючи, що алкоголіз соняшникової олії етиловим спиртом супроводжується утворенням гетерофазної системи, а згідно [10] на реакцію впливає інтенсивність перемішування суміші, досліджено вплив частоти обертання мішалки на швидкість реакції та рівноважну конверсію олії (триолеату гліцерину). Встановлено, що при частоті обертання мішалки 80 і 160 об/хв досягаються практично однакові швидкості реакції алкоголізу і

максимальна конверсія олії ( $86 \pm 1\%$ ), а зниження частоти до 55 об/хв призводить до істотного сповільнення реакції, що свідчить про вплив дифузії на алкоголіз олії (рис. 1).

З графіка очевидно, що значення конверсії олії в будь-який момент часу при частоті обертання мішалки 80 і 160 об/хв знаходяться в межах похибки. Відповідно, подальші дослідження здійснювали при частоті обертання мішалки 80 об/хв.

Враховуючи оборотність реакції алкоголізу, для досягнення вищої конверсії соняшникової олії мольний надлишок спирту збільшено в 4,5 і 5 разів. Встановлено, що при співвідношенні етанол : ТГ – 4,5 : 1 практично повне перетворення триолеату досягається за 70–80 хв, а при подальшому підвищенні співвідношення етанол : ТГ до 5 : 1 суттєво зростає швидкість реакції алкоголізу і вже за 30 хв конверсія соняшникової олії становить 98,5% (рис. 2).

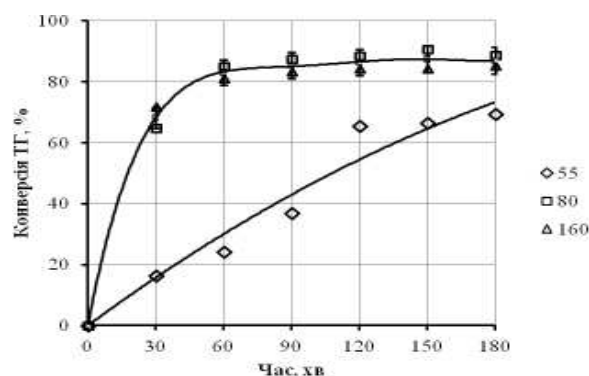


Рис. 1 – Вплив частоти обертання мішалки (об/хв.) на конверсію соняшникової олії в реакції її алкоголізу безводним етанолом. Температура – 353 К, вміст КУ-2-8 – 2 мас. %, етанол : ТГ – 4 : 1 (мол.)

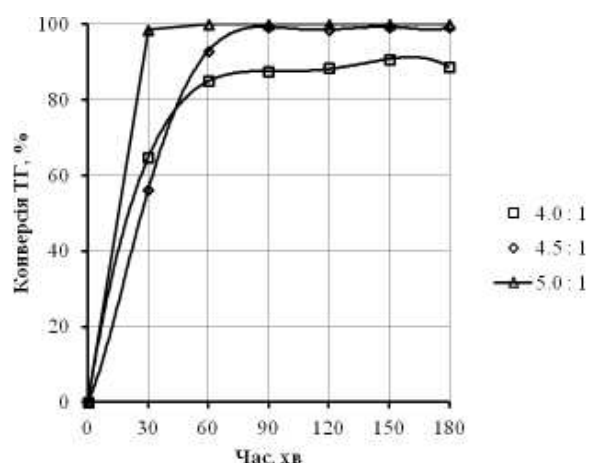


Рис. 2 – Вплив мольного співвідношення етанол : ТГ на конверсію соняшникової олії в реакції її алкоголізу безводним етанолом. Температура – 353 К, вміст КУ-2-8 – 2 мас. %

Визначені значення кислотного числа реакційної суміші є невисокими (і не перевищують сумарне значення кислотного числа реагентів – соняшникової олії та етилового спирту), що свідчить про те, що в умовах реакції алкоголізу гідроліз олії не відбувається і вільні ненасичені жирні кислоти не утворюються. Оптична густина продуктів реакції для всіх досліджених співвідношень є нижчою за оптичну густина олії, яка становить 0,10 (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив мольного співвідношення етанол : ТГ на показники алкоголізу соняшникової олії безводним етанолом. Температура – 353К, вміст КУ-2-8 – 2 мас. %

Етанол ТГ (мол.)	Час, хв.	Конверсія олії, %	Оптична густина реакційної суміші	КЧ реакційно ї суміші, мг КОН/г
4,0 : 1	90	87,4	0,05	0,4
	150	90,6		
4,5 : 1	60	92,9	0,07	0,3
	90	99,2		
5,0 : 1	30	98,5	0,04	0,4
	60	99,9		

Зміна мольного співвідношення етанол : ТГ в діапазоні (3,7–4,5) : 1 значно меншою мірою впливає на інтенсивність та технологічні показники процесу алкоголізу соняшникової олії естеро-альдегідною фракцією виробництва спирту етилового ректифікованого у присутності катіоніту КУ-2-8 з іммобілізованими іонами  $Co^{2+}$  (рис. 3, табл. 2)

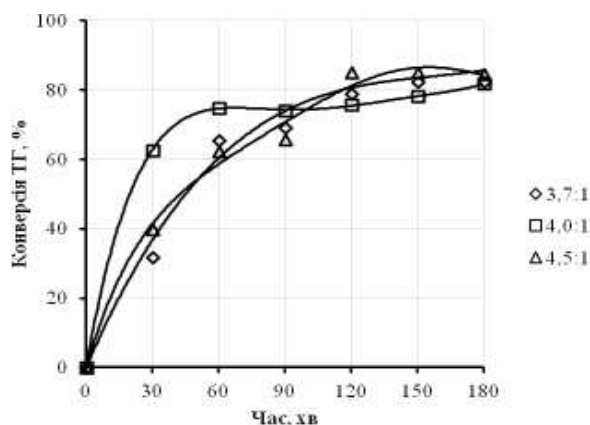


Рис. 3 – Вплив мольного співвідношення етанол : ТГ на конверсію соняшникової олії в реакції її алкоголізу естеро-альдегідною фракцією. Температура – 353К, вміст КУ-2-8 з іммобілізованими іонами  $Co^{2+}$  – 2 мас. %

Встановлено, що підвищення мольного співвідношення етанол : ТГ до 4 : 1 дозволяє підвищити швидкість реакції алкоголізу і досягнути

конверсії олії ~75% за 60 хв, яка за подальші 2 год експерименту збільшується лише на 5% (рис. 3).

При співвідношеннях етанол : ТГ – 3,7 : 1 і 4,5 : 1 (мол.) характер кривих зміни конверсії соняшникової олії з часом є практично однаковим.

Загалом, максимальна конверсія олії досягається при використанні співвідношення етанол : ТГ – 4,5 : 1 на 120 хв процесу і становить 84,9% (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив мольного співвідношення етанол : ТГ на показники алкоголізу соняшникової олії естеро-альдегідною фракцією. Температура – 353К, вміст катіоніту КУ-2-8 з іммобілізованими іонами  $Co^{2+}$  – 2 мас. %

Етанол ТГ (мол.)	Конверсія олії, %		Оптична густина реакційної суміші	КЧ реакційно ї суміші, мг КОН/г
	120 хв	180 хв		
3,7 : 1	78,8	82,4	0,05	0,4
4,0 : 1	75,6	81,7	0,05	0,3
4,5 : 1	84,9	84,5	0,05	0,4

Неоднозначний вплив зміни мольного співвідношення реагентів на швидкість реакції можна пояснити впливом масоперенесення реагентів до поверхні каталізатора з олійної та гліцеринової фаз реакційної суміші, які утворюються під час алкоголізу і не змішуються між собою.

Додатковий вплив масообміну на реакцію перетворення соняшникової олії має й присутність у реагентах (етанолі) води.

Встановлено, що присутність в етиловому спирті (естеро-альдегідній фракції) 9,2 мас. % води дозволяє практично до максимуму підвищити конверсію олії (рис. 4).

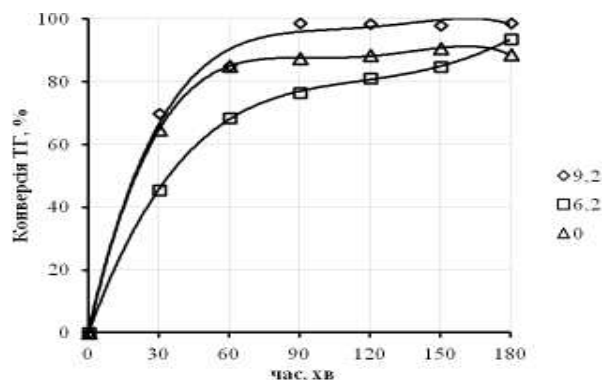


Рис. 4 – Вплив вмісту води (мас. %) в етиловому спирті на конверсію соняшникової олії. Температура – 353К, вміст КУ-2-8 – 2 мас. %, етанол : ТГ – 4 : 1 (мол.)

Результати досліджень свідчать, що присутність води впливає як на швидкість реакції алкоголізу, так і на рівноважну конверсію соняшникової олії, проте її вплив не є однозначним, що може бути пов'язане з тим, що реакційна система є гетерофазною.

Враховуючи, що при температурі 353 К у присутності каталізатора КУ-2-8 у Н-формі алкоголіз соняшникової олії естеро-альдегідною фракцією відбувається практично з повним перетворенням триолеату гліцерину (98,7%) за достатньо короткий час (від 30 до 70–80 хв, залежно від співвідношення етанол : ТГ), з метою зниження витрати енергоресурсів на проведення реакції досліджено вплив зниження температури на технологічні показники процесу (рис. 5).

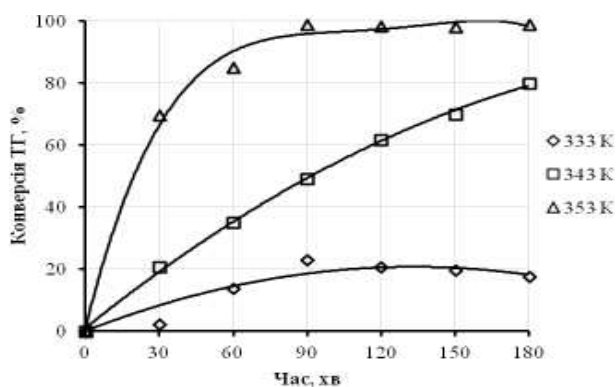


Рис. 5 – Вплив температури на конверсію соняшникової олії безводним етанолом у присутності катіоніту КУ-2-8. Співвідношення етанол : ТГ – 4,1 : 1 (мол.), вміст КУ-2-8 – 2 мас. %

Встановлено, що зменшення температури реакції алкоголізу соняшникової олії вже на 10 К призводить до різкого зниження швидкості реакції алкоголізу та не дозволяє досягнути задовільних значень конверсії соняшникової олії, які на 180 хв при 343 К становлять 61,7%, а при 333 К – лише 17,7%.

Зміна вмісту катіоніту КУ-2-8 у Н-формі у реакційній суміші впливає як на швидкість алкоголізу соняшникової олії етиловим спиртом, так і на рівноважну конверсію триолеату гліцерину (рис. 6). Також встановлено, що залежність рівноважної конверсії олії від вмісту катіоніту КУ-2-8 має екстремальний характер, а оптимальний вміст каталізатора становить 2 мас.% (рис. 7).

Таку аномальну залежність рівноважної конверсії олії від вмісту катіоніту в реакційній суміші можна пояснити гетерофазністю реакційної системи в момент досягнення рівноваги, різним співвідношенням швидкостей послідовної схеми перетворень триолеату гліцерину на етилолеат та, відповідно, різним складом на момент досягнення рівноваги реакційної суміші, компоненти якої

відрізняються за розчинністю в гліцериновій та естерній фазах.

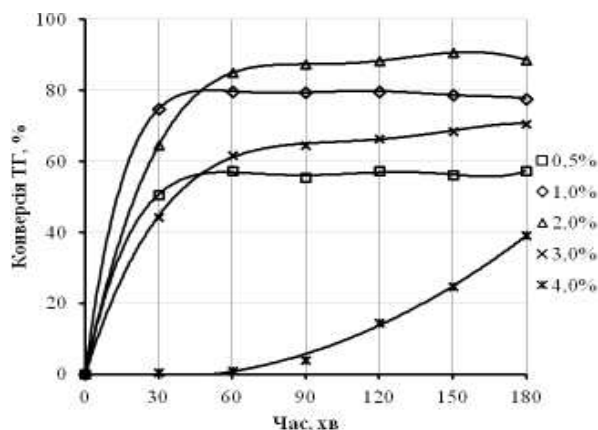


Рис. 6 – Вплив вмісту каталізатора КУ-2-8 на конверсію соняшникової олії. Співвідношення етанол : ТГ – 4,1 : 1 (мол.). Температура – 353К

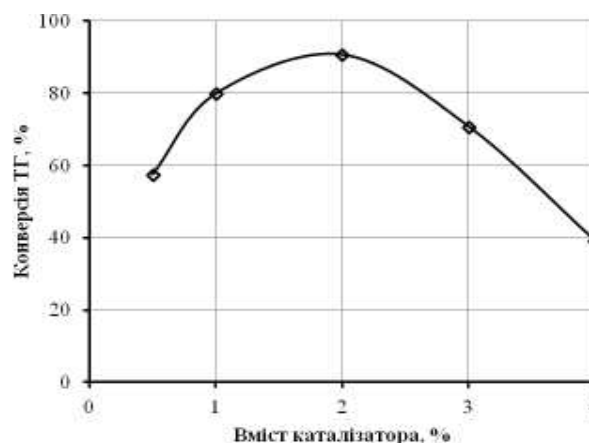


Рис. 7 – Вплив вмісту каталізатора КУ-2-8 на максимальну конверсію соняшникової олії. Співвідношення етанол : ТГ – 4,1 : 1 (мол.). Температура – 353К.

## Висновки

Отже, для забезпечення високих технологічних показників процесу алкоголізу соняшникової олії етиловим спиртом у присутності катіоніту КУ-2-8 у Н-формі оптимальне мольне співвідношення етанол : триолеат гліцерину становить 4,5 : 1. Показано, що інтенсивність перемішування істотно впливає як на швидкість реакції, так і на конверсію олії, а зниження температури від 353К не дозволяє забезпечити прийнятну швидкість реакції. Визначено, що присутність води в етиловому спирті дозволяє змінити як швидкість, так і збільшити рівноважну конверсію соняшникової олії.

Список літератури

Bibliography (transliterated)

- 1 Biodiesel Handling and Use Guidelines. U.S. Department of Energy. – 2008. – 69 p.
- 2 **Fukuda, H.** Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils / **H. Fukuda, A. Kondo, H. Noda** // *Journal of Bioscience and Bioengineering*. – 2001. – Vol. 92, №5. – P. 405-416. – doi:10.1016/S1389-1723(01)80288-7.
- 3 **Suppes, G. J.** Transesterification of soybean oil with zeolites and metal catalysts / **G. J. Suppes, M. A. Dasari, E. J. Doscocil et al.** // *Applied Catalysis A: General*. – 2004. – № 257. – P. 213-223. – doi:10.1016/j.apcata.2003.07.010.
- 4 **Xie, W.** Transesterification of soybean oil catalyzed by potassium loaded on alumina as a solid-base catalyst / **W. Xie, H. Peng, L. Chen** // *Applied Catalysis A: General*. – 2006. – №300. – P. 67-74. – doi:10.1016/j.apcata.2005.10.048.
- 5 **Prihod'ko, R.** Layered double hydroxides as catalysts for aromatic nitrile hydrolysis / **R. Prihod'ko, M. Sychev, I. Kolomitsyn et al.** // *Microporous and Mesoporous Materials*. – 2002. – Vol. 56, №3. – С. 241-255. – doi:10.1016/S1387-1811(02)00468-7.
- 6 **Мельник, Ю. Р.** Переробка рослинних олій шляхом їх алкохолізу ізопропіловим спиртом / **Ю. Р. Мельник, С. Р. Мельник, З. Ю. Палюх та ін.** // *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. – 2015. – №25(3). – С. 135-139.
- 7 **Мельник, Ю. Р.** Алкохоліз тригліцеридів етанолом у присутності катіоніту КУ-2-8, модифікованого іонами металів / **Ю. Р. Мельник, З. Ю. Палюх, С. Р. Мельник.** // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля*. – 2015. – №3. – С. 78-82.
- 8 **Мельник, С. Р.** Наукові основи одержання і технологія моно- та дієстерів аліфатичних карбонових кислот : дис. докт. техн. наук: 05.17.04 / **Мельник Степан Романович** – Львів. – 2014. – 329 с.
- 9 **Одабашьян, Г. В.** Лабораторный практикум по химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Учеб. пособие для вузов / **Г. В. Одабашьян, В. Ф. Швеца** – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Химия. – 1992. – 240 с.
- 10 **Зернина, И. А.** Физико-химические закономерности процессов при производстве биодизеля второго поколения / **И. А. Зернина, Д. А. Казаков, В. В. Вольхин.** // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета*. – 2012. – №12. – С. 136-151.
- 1 Biodiesel Handling and Use Guidelines. U.S. Department of Energy, 2008, 69 p.
- 2 **Fukuda, H., Kondo, A., Noda, H.** Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2001, **92**(5), 405-416, doi:10.1016/S1389-1723(01)80288-7.
- 3 **Suppes, G. J., Dasari, M. A., Doscocil, E. J.** et al. Transesterification of soybean oil with zeolites and metal catalysts. *Applied Catalysis A: General*, 2004, **257**, 213-223, doi:10.1016/j.apcata.2003.07.010.
- 4 **Xie, W., Peng, H., Chen, L.** Transesterification of soybean oil catalyzed by potassium loaded on alumina as a solid-base catalyst. *Applied Catalysis A: General*, 2006, **300**, 67-74, doi:10.1016/j.apcata.2005.10.048.
- 5 **Prihod'ko, R., Sychev, M., Kolomitsyn, I.** et al. Layered double hydroxides as catalysts for aromatic nitrile hydrolysis. *Microporous and Mesoporous Materials*, 2002, **56**(3), 241-255, doi:10.1016/S1387-1811(02)00468-7.
- 6 **Melnyk, Yu. R., Melnyk, S. R., Palyukh, Z. Yu.** та ін. Pererobka roslynnykh oliy shlyakhom yikh alkoholizu izopropilovym spyrtom [Processing of vegetable oils by their alcohol Isopropanol] *Naukovy visnyk Natsionalnoho lisotekhnichnoho universytetu Ukrayiny [Scientific Bulletin of National Forestry University of Ukraine]*, 2015, **25**(3), 135-139.
- 7 **Melnyk, Yu. R., Palyukh, Z. Yu., Melnyk, S. R.** Alkoholiz tryhlytserydov etanolom u prysutnosti kationitu KU-2-8, modyfikovanoho ionamy metaliv [Alcoholism triglycerides ethanol in the presence of KU-2-8 cation modified metal ions] *Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsionalnoho universytetu imeni V. Dalya [Journal of East Ukrainian National University named after V. Dahl]*, 2015, **3**, 78-82.
- 8 **Melnyk, S. R.** Naukovi osnovy odezhannya i tekhnolohiya mono- ta diesteriv alifatychnykh karbonovykh kyslot [Scientific basis and technology of obtaining mono- and di esters of aliphatic carboxylic acids]: dys. dokt. tekhn. nauk : 05.17.04, **Melnyk Stepan Romanovych**, Lviv, 2014, 329 p.
- 9 **Odabashyan, G. V., Shvets, V. F.** Laboratornyi praktikum po khimii i tehnologii osnovnogo organicheskogo i neftekhimicheskogo sinteza. Ucheb. posobie dlya vuzov [Laboratory practice in chemistry and technology of basic organic synthesis and neftehimicheskogokogo. Proc. manual for schools] 2-e izd. pererab. i dop, Moskov: Khimiya, 1992, 240 p.
- 10 **Zernina, I. A., Kazakov, D. A., Vol'hin, V. V.** Fiziko-himicheskie zakonornosti processov pri proizvodstve biodizelja vtorogo pokolenija [Physical and chemical laws of processes in the production of second generation biodiesel] *Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatelskogo politehnicheskogo universiteta [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University]*, 2012, **12**, 136-151.

Відомості про авторів / About the Authors

**Мельник Юрій Романович** – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка», доцент кафедри технології органічних продуктів; тел.: (067) 391-09-20; e-mail: yurii.r.melnyk@lpnu.ua.

**Melnyk Yurii** – Candidate of Technical Sciences, Docent, National University Lviv Polytechnic, Associate Professor at the Department of Technology of Organic Materials; tel.: (067) 391-09-20; e-mail: yurii.r.melnyk@lpnu.ua.

**Мельник Степан Романович** – доктор технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка», доцент кафедри технології органічних продуктів; тел.: (067) 391-29-77; e-mail: stepan.r.melnyk@lpnu.ua.

**Melnyk Stepan** – Doctor of Technical Sciences, Docent, National University Lviv Polytechnic, Associate Professor at the Department of Technology of Organic Materials; tel.: (067) 391-29-77; e-mail: stepan.r.melnyk@lpnu.ua.

**Палюх Зоряна Юрївна** – аспірант, Національний університет «Львівська політехніка», аспірант кафедри технології органічних продуктів, Львів, Україна, тел.: (063) 158-67-33; e-mail: mega.palyuh@mail.ru.

**Paljuh Zorjana** – Postgraduate, National University Lviv Polytechnic, Postgraduate at the Department of Technology of Organic Materials; Lviv, Ukraine, tel.: (063) 158-67-33; e-mail: mega.palyuh@mail.ru.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Палюх, З. Ю.** Вплив параметрів процесу на алкоголіз соняшникової олії етиловим спиртом / **З. Ю. Палюх, Ю. Р. Мельник, С. Р. Мельник** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 12 (1184). – С. 163-168. – doi:10.20998/2413-4295.2016.12.24.

*Please cite this article as:*

**Palyukh, Z., Melnyk, Yu., Melnyk, S.** The effect of parameters on the transesterification process of sunflower oil with ethanol. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, **12** (1184), 163-168, doi:10.20998/2413-4295.2016.12.24.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Палюх, З. Ю.** Влияние параметров процесса на алкоголиз подсолнечного масла этиловым спиртом / **З. Ю. Палюх, Ю. Р. Мельник, С. Р. Мельник** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 12 (1184). – С. 163-168. – doi:10.20998/2413-4295.2016.12.24.

**АННОТАЦИЯ** Определено влияние технологических параметров процесса на алкоголиз подсолнечного масла этиловым спиртом в присутствии катализаторов – катионита КУ-2-8 в H форме и с иммобилизованными ионами  $Co^{2+}$ . Установлено, что оптимальной температурой процесса является 353K. Показано, что частота перемешивания 80 об/мин и более не влияет на скорость реакции и максимальную конверсию масла. Установлено, что для достижения максимальной конверсии масла мольное соотношение этанол: триолеат глицерина должно составлять не менее 4,5: 1. Показано, что наличие 5–10 масс. % воды в спирте позволяет повысить конечную конверсию подсолнечного масла на 5–10% при использовании катализатора катионита КУ-2-8 в H-форме. Установлено экстремальную зависимость максимальной конверсии триолеата глицерина от содержания катализатора в реакционной смеси.

**Ключевые слова:** подсолнечное масло, алкоголизма, этанол, триолеат глицерина, катионит КУ-2-8.

Надійшла (received) 15.03.2016