

УДК 665.12

П. Ф. ПЕТИК, І. П. ПЕТИК, З. П. ФЕДЯКІНА, Л. М. ФІЛЕНКО,**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА НЕЙТРАЛІЗОВАНИХ ЖИРІВ В СИСТЕМІ ПОЛЯРНИХ РОЗЧИННИКІВ ТА ПЕРЕРОБКИ СОАПСТОКІВ**

Науково обґрунтовано та розроблено технологію лужної нейтралізації жирів в системі вода-гліцерин-етанол (ВГЕ). Запропоновано і обґрунтовано склад системи ВГЕ, що підвищує ефективність нейтралізації жирів в мильно-лужному середовищі. Знайдено технологічне рішення щодо застосування соапстоків після нейтралізації жирів в системі ВГЕ. Запропоновано технологію і технологічну схему виробництва нейтралізованих жирів в системі ВГЕ та переробки отриманих соапстоків.

Ключові слова: нейтралізація жирів у мильно-лужному середовищі, гліцерин, етанол, соапстоки, рідке мило, ресурсо- та енергозощадження.

Постановка проблеми у загальному вигляді.

В теперішній час забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної олійно-жирової продукції на внутрішньому та зовнішніх ринках повинне бути реалізоване за рахунок наукоємного виробництва на основі впровадження інновацій, які забезпечують якісно новий ступінь розвитку технологій переробки жирів.

В традиційних способах рафінації жирів, які застосовуються в теперішній час в Україні, як то фізичні (відстоювання, центрифугування, фільтрування), хімічні (гідратація, лужна рафінація та ін.), фізико-хімічні (адсорбційне очищення, дезодорація та ін.) проводять багатостадійну обробку з використанням численних апаратів, які забезпечують зазначені технологічні процеси, при цьому витрачається великий обсяг енергоносіїв, утворюються значні втрати рослинного жиру. Крім того, вторинні продукти виробництва часто використовуються нерационально. Рафіновані жири містять значну кількість продуктів окислення (в основному, вторинних – альдегідів і кетонів), внаслідок чого мають недостатньо високу якість, що ускладнює їх імпорт. У зв'язку з цим інноваційним напрямком розвитку олійно-жирової галузі є підвищення якості олійно-жирової продукції, її термінів зберігання, зниження її вартості, і, таким чином, підвищення конкурентоспроможності на внутрішньому і світовому ринках.

Створення перспективного науково-обґрунтованого способу лужної нейтралізації жирів у мильно-лужному середовищі, який забезпечить максимально ефективно розділення фаз, мінімальні втрати нейтрального жиру і раціональну переробку вторинних продуктів, є актуальним науковим завданням. Техніка та технологія лужної рафінації олій і жирів постійно удосконалюється і розвивається. Для рафінації жирів та олій використовують різноманітні варіанти безперервних і періодичних схем [1]. Широко застосовуються різні технологічні варіанти даного процесу, що відрізняються апаратним оформленням, кількістю і концентрацією розчинів лугу, температурним режимом, концентрацією побічних продуктів процесу. До них відносять лужну рафінацію олій і жирів періодичним способом з водно-сольовою підкладкою, а з безперервних схем найбільшого поширення набули рафінація з розділенням фаз на сепараторах і рафіна-

ція в мильно-лужному середовищі [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження в напрямку удосконалення технології нейтралізації олій та жирів описано в роботах таких науковців як А.Г. Стеринчук, А.А. Ливинский, J. Stengros, A. S. Hodgson та інших.

В наших попередніх дослідженнях обґрунтовано і обрано компоненти системи селективних розчинників – вода, гліцерин і етанол (ВГЕ), досліджено вплив поверхнево-активних властивостей системи ВГЕ на процес нейтралізації жирних кислот, а також досліджено вплив густини системи ВГЕ на процес нейтралізації жирних кислот [4, 5].

Метою даної роботи є розробка ресурсозберігаючої технології рафінації рослинних жирів з використанням селективних розчинників – системи ВГЕ.

Функція етанолу у складі системи ВГЕ полягає у зниженні величини поверхневого натягу водної фази. Від величини поверхневого натягу системи ВГЕ залежать поверхнево-активні властивості нейтралізованих жирних кислот (мил). При низькому поверхневому натязі мила практично не виявляють поверхнево-активних властивостей. Завдяки цьому гідروفобна фаза (жир) не переходить до соапстоку, і, таким чином, практично виключаються відходи продукту при нейтралізації.

В свою чергу, функція гліцерину полягає у збільшенні густини водної фази. Від величини густини основи залежить швидкість коалесценції крапель нейтралізованого жиру. При високій густині нейтралізований жир швидше коалесцює на поверхні мильно-лужної системи ВГЕ, і таким чином зменшується час нейтралізації та енерговитрати на розподіл фаз.

Результати дослідження.

Оцінено фізико-хімічні, поверхнево-активні та технологічні властивості одержаних соапстоків – 20%-их розчинів натрієвих солей жирних кислот соняшникової, соєвої олій і пальмового олеїну в системі ВГЕ, а саме: в'язкість (рис. 1), стабільність піни (рис. 2), миючу здатність (рис. 3), адсорбційну здатність (рис. 4) у порівнянні зі зразками рідкого мила, виготовленого у відповідності до нормативної документації.

Соапстоки представляють собою однорідну прозору рідину, від світло-жовтого до світло-коричневого кольору (в залежності від олій та жирів, що нейтралізуються). Запах – відповідний запаху мила з легким запахом спирту, в залежності від олій та жирів, що нейтралізуються.

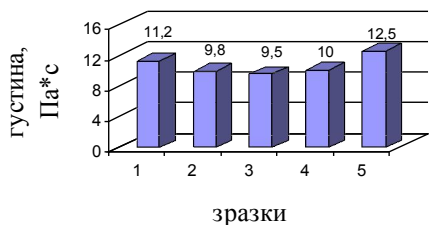


Рис. 1 – В'язкість соапстоків ряду олій і зразків рідкого мила при температурі 20 °С...25 °С: 1 – соапсток пальмового олеїну; 2 – соапсток соняшникової олії; 3 – соапсток соєвої олії; 4 – миючий засіб "Рідке мило Safeguard"; 5 – миючий засіб "Рідке мило з гліцерином"

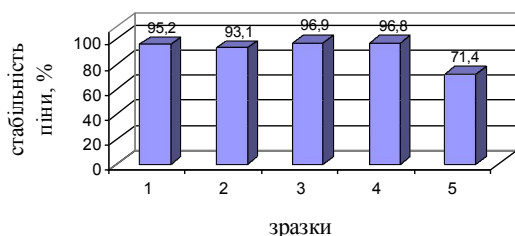


Рис. 2 – Стабільність піни соапстоків ряду олій і зразків рідкого мила при температурі 20 °С...25 °С: 1 – соапсток пальмового олеїну; 2 – соапсток соняшникової олії; 3 – соапсток соєвої олії; 4 – миючий засіб "Рідке мило Safeguard"; 5 – миючий засіб "Рідке мило з гліцерином"

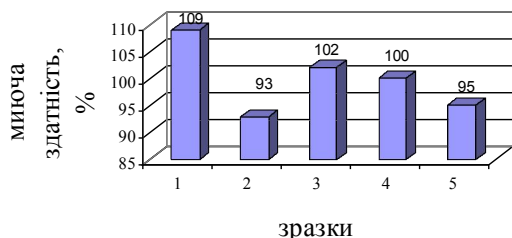


Рис. 3 – Миюча здатність соапстоків ряду олій і зразків рідкого мила при температурі 20 °С...25 °С: 1 – соапсток пальмового олеїну; 2 – соапсток соняшникової олії; 3 – соапсток соєвої олії; 4 – миючий засіб "Рідке мило Safeguard"; 5 – миючий засіб "Рідке мило з гліцерином"

Поверхнево-активні властивості соапстоків олій та їх сумішей в системі ВГЕ знаходяться на рівні, а іноді навіть перевищують властивостей рідких миль ряду торгових марок. Так, в'язкість отриманих соапстоків знаходиться в межах 9,0–11,2 Па·с, що практично збігається з в'язкістю рідких миючих засобів (10,0–12,5 Па·с), яка задовольняє сучасним тенденціям споживчих побажань до їх консистенції. Стабільність піни та миюча здатність соапстоків практично збігається з аналогічними показниками рідкого мила, а в деяких випадках перевищує їх. Адсорбційна здатність отриманих соапстоків знаходиться в межах 0,140–0,235 кг·м²/год, що в 25–40 разів перевищує даний показник для рідкого мила (5,70–6,30), це

означає більшу стійкість сталевих тар для зберігання соапстоку в системі ВГЕ, ніж його водного аналогу.

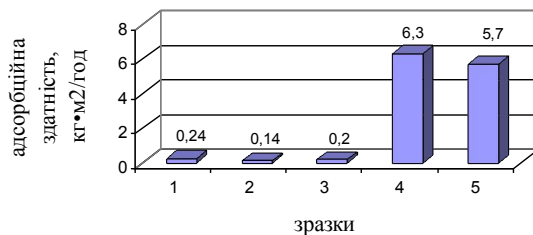


Рис. 4 – Адсорбційна здатність соапстоків ряду олій і зразків рідкого мила при температурі 20 °С...25 °С: 1 – соапсток пальмового олеїну; 2 – соапсток соняшникової олії; 3 – соапсток соєвої олії; 4 – миючий засіб "Рідке мило Safeguard"; 5 – миючий засіб "Рідке мило з гліцерином"

Колір отриманих соапстоків варіюється від світло-жовтого до світло-коричневого в залежності від олій та жирів, що нейтралізуються.

Для покращення органолептичних показників (колірності і запаху) соапстоків до них рекомендовано додавати розрахований об'єм 35 %-го розчину пероксиду водню. Рациональна температура проведення процесу знебарвлення – 60 °С, тривалість знебарвлення – 60 хвилин.

Незважаючи на численні технологічні передумови застосування соапстоків в системі ВГЕ як рідке мило, в даному напрямку існують обмеження, що пов'язані з їх органолептичними властивостями, зокрема темним кольором (колірне число соапстоків після нейтралізації темних олій та жирів зазвичай дорівнює 15–30 мг J₂/100 см³). Тому знебарвлення соапстоків після нейтралізації темних олій та жирів в системі ВГЕ є актуальною задачею. Темний колір соапстоків обумовлюють, переважно, фарбуючі речовини олій та жирів, що проходять нейтралізацію, насамперед, каротиноїди і хлорофіли. Високу ефективність до знебарвлення даних речовин має пероксид водню. Концентрований пероксид водню застосовують при знебарвленні олійножирових продуктів.

Для визначення раціональних умов знебарвлення соапстоків в основі нейтралізуючого розчину пероксидом водню використано метод планування експерименту.

Для визначення величини концентрації пероксиду водню для знебарвлення соапстоків з різним колірним числом проведено серію експериментів. План експерименту і результати досліджень наведено в табл. 1, де як фактори знебарвлення соапстоку в системі ВГЕ обрано: CH_2O_2 – концентрація 35 % пероксиду водню, %, та $CN_{вих}$ – вихідне колірне число соапстоку, J₂/100 см³. Параметр відгуку – колірне число соапстоку в основі нейтралізуючого розчину після взаємодії з пероксидом водню $CN_C(CH_2O_2, \tau)$. Температура проведення процесу знебарвлення – 60 °С, тривалість знебарвлення – 60 хвилин.

Гіпотезу про адекватність рівняння прийнято за умов, що отримане експериментально значення коефіцієнту Фішера менше за табличне. Математична залежність впливу вихідного колірного числа со-

апстоку концентрації пероксиду водню ($c_{H_2O_2}$, %) і тривалості його взаємодії з соапстоком (τ , хв.) на колірне число соапстоку (CN_C , мг $J_2/100\text{ см}^3$) має вигляд

$$CN_C(c_{H_2O_2}, \tau) = 1,78 - 0,18 \cdot CN_{вих} + 2,61 \cdot c_{H_2O_2} + 0,01 \cdot CN_{вих}^2 - 0,27 \cdot CN_{вих} \cdot c_{H_2O_2} - 0,16 \cdot c_{H_2O_2}^2. \quad (1)$$

Таблиця 1 – План експерименту і результати досліджень впливу вихідного колірного числа соапстоку і концентрації пероксиду водню на колірне число соапстоку

№ експ.	Вихідне колірне число соапстоку, мг $J_2/100\text{ см}^3$, $CN_{вих}$	Концентрація пероксиду водню 35 %, %, $c_{H_2O_2}$	Колірне число соапстоку, мг $J_2/100\text{ см}^3$, $CN_C(c_{H_2O_2}, \tau)$
1	15	2	4
2	15	0,9	7
3	15	0,2	9
4	20	2	4
5	20	0,9	7
6	20	0,2	9
7	25	2	4
8	25	0,9	9
9	25	0,2	11
10	30	2	4
11	30	0,9	11
12	30	0,2	13

Адекватність отриманих залежності (1) підтверджено за критерієм Фішера при рівні значимості 0,05. Отриману математичну залежність доцільно

використовувати при розрахунках концентрації пероксиду водню для корегування колірного числа соапстоку в основі нейтралізуючого розчину на підприємствах, які будуть його переробляти в рідке мило.

Соапстоки на основі запропонованого лужного реагенту мають антисептичні властивості завдяки присутності таких компонентів як етиловий спирт (чинить денатурацію структурних і ферментних білків мікробних клітин, грибів і вірусів), гліцерин (викликає дегідратацію клітин мікроорганізмів), пероксид водню (чинить руйнування клітинної мембрани бактерій).

Для здешевлення одержаних соапстоків після нейтралізації жирів в системі ВГЕ обрано два технологічні прийоми – рекуперация етанолу і розбавлення водою концентрованих соапстоків. В результаті відгонки етанолу з соапстоків утворюється мазеподібна непрозора маса білого кольору, яка представляє собою гелеподібне мило.

На основі виконаних досліджень розроблено технологічну схему процесу нейтралізації жирів в системі ВГЕ, яка забезпечить максимально ефективне розділення фаз, мінімальні втрати нейтрального жиру і більш раціональну переробку вторинних продуктів. Технологічну схему представлено на рисунку 5. Гідратований жир з ємності Є 1 через фільтр Ф 1 насосом Н 1 через теплообмінник Т 1 надходить до деаератора Д 1. Деаерований жир переходить до реактора-нейтралізатора Р 1.

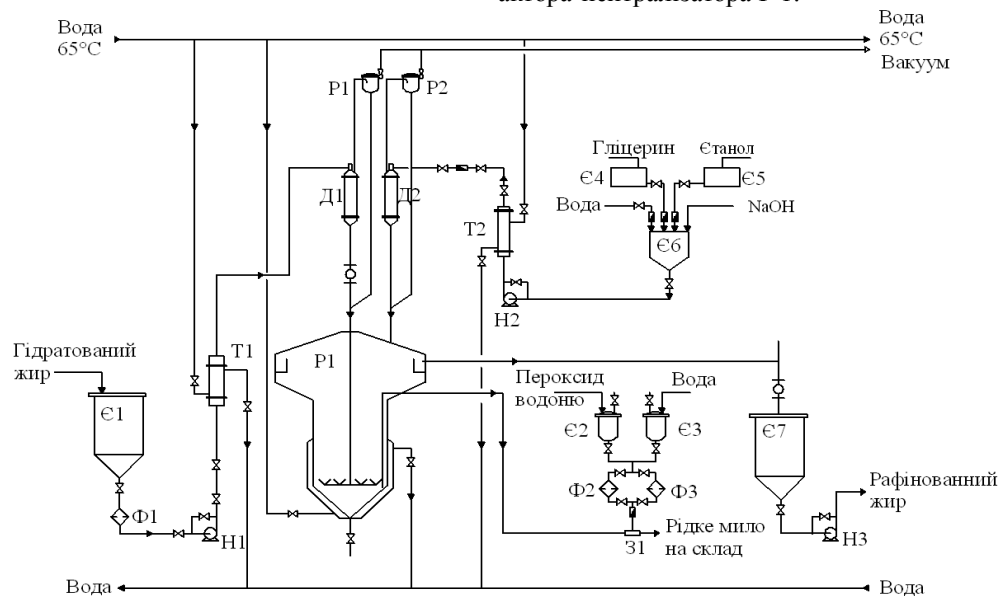


Рис. 5 – Апаратурно-технологічна схема лужної нейтралізації жирів в системі ВГЕ і переробки отриманих соапстоків

В свою чергу, концентрований луг надходить у ємність Є 6, де змішується у визначеному співвідношенні з водою, гліцерином, який надходить з ємності Є 4, і етанолом, що надходить з ємності Є 5. Розчин лугу заданої концентрації подається до деаератора Д 2, а потім до реактора-нейтралізатора Р 1, де при температурі 65 °С проходить процес нейтралізації жирних кислот. Нейтралізований жир самопливом зливається в приймач Є 7, з якого насосом Н 3 надходить на подальшу стадію рафінації.

Відпрацьований мильно-лужний розчин, який представляє собою неочищену основу рідкого мила, змішується у визначеному співвідношенні з розчином пероксиду водню у змішувачі З 1, в результаті чого проходить окиснення (знебарвлення) фарбуючих речовин, а також в деякій мірі окиснення (розклад) одоруючих речовин, що переходять в мильно-лужний розчин при нейтралізації жирів. Після чого очищена основа для рідкого мила надходить на фасовку. Нейтралізація олії в лужному розчині системи ВГЕ при

визначених раціональних умовах призводить до зниження вмісту мила в зразках олій порівняно з нейтралізацією в водному розчині лугу. Крім того, вміст компонентів нейтралізуючого розчину – гліцерину та етанолу (що є харчовими компонентами) в нейтралізованій олії також наближується до нуля і не перевищує нормовані показники для харчових продуктів. Це дає змогу не проводити промивку і кислотне розкладання мила в нейтралізованій олії на відміну від загальнозастосованої технології нейтралізації у мильно-лужному середовищі. Відсутність стадії промивки визначає відповідно і відсутність стадії сушки нейтралізованого продукту. Загальноприйнятий спосіб видалення натрієвих миль з нейтралізованих жирів та олій за традиційною технологією нейтралізації у мильно-лужному середовищі полягає в багаторазовому водному промиванні. Цей спосіб не гарантує 100 % відсутності мила в продукті і передбачає значну витрату пом'якшеної води, багатостадійність процесу і утворення великої кількості миложировмісних стоків, переробка яких досить трудомістка і безпосередньо пов'язана з питаннями екології [6]. Розроблена технологія має ряд переваг порівняно з поширеною на сьогоднішній день технологією безперервної нейтралізації жирних кислот в оліях (жирах). Перевагами запропонованої технології є відсутність сепараторів, що мають високу вартість, для розподілу гідрофобної і гідрофільної фаз, відсутність стадій промивки і сушки нейтралізованих олій (жирів), а також отримання концентрованих соапстоків, що не містять слідових залишків нейтральних триацилгліцеринів.

Таким чином, запропонована технологія нейтралізації олій (жирів) у порівнянні з технологією нейтралізації в мильно-лужному середовищі з наступною утилізацією мильно-лужних розчинів, незважаючи на безперервний спосіб виробництва, відрізняється простим апаратним обладнанням (відсутність сепараторів, змішувачів, вакуум-сушильного апарату) і, як наслідок, низькими енергетичними затратами і високою продуктивністю виробництва. Зникає потреба в обробці промислових стоків рафінаційного відділення. Економія олії при відмові від операції промивки становить 0,3-0,4 % або 3-4 кг на 1000 кг вихідної олії. Соапсток, який є відходом виробництва в сучасній технології нейтралізації олій та жирів, в розробленій технології з використанням системи ВГЕ перетворюється на побічний продукт – додаткову продукцію, що утворюється при виробництві основної продукції і не є метою даного

виробництва, але придатна в якості сировини в іншому виробництві або для споживання в якості готової продукції.

Висновки. Знайдено технологічне рішення щодо застосування соапстоків після нейтралізації жирів в системі ВГЕ, яке полягає в одержанні з них рідкого мила. Знайдено технологічне рішення щодо здешевлення соапстоків після нейтралізації жирів в системі ВГЕ, а саме збільшення виходу рідкого мила. Запропоновано технологію і технологічну схему виробництва нейтралізованих жирів в системі ВГЕ переробки вторинних продуктів – соапстоків.

Список літератури: 1. *Бурнашев В.Р.* Влияние режимов дезодорации и физической рафинации на некоторые качественные показатели подсолнечного масла / *В.Р. Бурнашев, Т.А. Да-нилова, Е.П. Колобова* // Труды ВНИИЖ. – Л.: ВНИИЖ. 1997. – С. 14–18. 2. *Арутюнян Н.С.* Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология, оборудование / *Н.С. Арутюнян*. – С.-Пб.: ГИОРД, 2004. – 288 с. 3. *Белобородов В.В.* Кинетика выведения свободных жирных кислот из масел в мыльно-щелочной среде / *В.В. Белобородов, В.С. Стопский* // Масложировая промышленность. 1986. – № 9. – С. 18 – 21. 4. *Петик І.П.* Вплив компонентного складу основи нейтралізуючого розчину на його характеристики / *І.П. Петик, Ф.Ф. Гладкий, З.П. Федякіна* // Вісник НТУ «ХПІ». 2011. – № 58. – С. 31 – 35. 5. *Петик І.П.* Визначення шляхів застосування соапстоків після нейтралізації олій та жирів в нейтралізуючому розчині, що містить органічні спирти / *Петик І.П., Гладкий Ф.Ф., Запорожець А.О., Федякіна З.П.* // Матеріали XX Міжн. наук.-практ. конф. [Інформаційні технології: Наука, техніка, освіта, здоров'я], 15–17 травня, 2012 р., – X.: НТУ «ХПІ». 2012. – С. 314. 6. *Бабенко В.И.* Разложение мыла на стадии первой промывки нейтрлизованного масла / *В.И. Бабенко, Р.Н. Дементий, Л.Ф. Луговая и др.* // Масложировая промышленность. 1990. – 4. – С. 10–11.

Bibliography (transliterated): 1. *Burnashev V.R.* Vlyuyanye rezhymov dezodoratsyy u fyzycheskoy rafynatsyy na nekotorye kachestvennyye pokazately podsolnechnoho masla / *V.R. Burnashev, T.A. Danylova, E.P. Kolobova* // Trudy VNIYZh. – L.: VNIYZh. 1997. – P. 14–18. 2. *Arutyunyan N.S.* Rafynatsyya masel y zhyrov: Teoreticheskiye osnovy, praktyka, tekhnolohyya, oborudovanye / *N.S. Arutyunyan*. – S.-Pb.: NYORD, 2004. – P. 288. 3. *Beloborodov V.V.* Kynetyka vyvedenyaya svobodnykh zhyrnykh kyslot yz ma-sel v myl'no-shchelochnoy srede / *V.V. Beloborodov, V.C. Stopskyy* // Maslozhirovaya promyshlennost'. 1986. – № 9. – P. 18 – 21. 4. *Petik I.P.* Vplyv komponentnoho skladu osnovy neytralizuyuchoho rozchynu na yoho kharakterystyky / *I.P. Petik, F.F. Gladkyy, Z.P. Fe-dyakina* // Visnyk NTU «KhPI». 2011. – № 58. – P. 31–35. 5. *Petik I.P.* Vyznachennya shlyakhiv zastosuvannya soapstokiv pislya neytralizatsiyi oliy ta zhyriv v neytralizuyuchomu rozchyni, shcho mistyt' orhanichni spyryty / *Petik I.P., Hladkyy F.F., Zaporozhets' A.O., Fedyakina Z.P.* // Materialy XX Mizhn. nauk.-prakt. konf. [Informatsiyni tekhnolohiyi: Nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya], 2012 r., Kh.: NTU «KhPI». 2012. – P. 314. 6. *Babenko V.Y.* Razlozhenye myla na stadyu pervoy promyv-ky neytralizovannoho masla / *V.Y. Babenko, R.N. Demyntyy, L.F. Luhovaya y dr.* // Maslozhirovaya promyshlennost'. 1990. – 4. – P. 10–11.

Надійшла (received) 10.07.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Петик Павло Федорович – канд. техн. наук, директор Українського науково-дослідного інституту олій та жирів НААН, м. Харків; тел.: (057) 376-29-42; e-mail: petik@fatoi-kharkov.com.

Петик Ігор Павлович – канд. техн. наук, с. н. с. відділу досліджень переробки олій та жирів Українського науково-дослідного інституту олій та жирів НААН, м. Харків; тел.: (057) 376-39-23; e-mail: igor_p17@mail.ru.

Федякіна Зоя Павлівна – начальник відділу досліджень переробки олій та жирів Українського науково-дослідного інституту олій та жирів НААН, м. Харків; тел.: (057) 376-39-23; e-mail: igor_p17@mail.ru.

Філенко Людмила Михайлівна – с. н. с. відділу досліджень переробки олій та жирів Українського науково-дослідного інституту олій та жирів НААН, м. Харків; тел.: (057) 376-39-23; e-mail: igor_p17@mail.ru.