

І.Г. Радзієвська, О.П. Мельник, О.О. Галенко

Національний університет харчових технологій,
вул. Володимирська, 68, Київ, Україна
+380 44 287 9157, Logos2007@ukr.net

ТЕХНОЛОГІЯ ДВОСТАДІЙНОГО ФРАКЦІОНУВАННЯ ПАЛЬМОВОЇ ОЛІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАМІННИКІВ КАКАО-МАСЛА



Вступ. Олії тропічних рослин, як найбільш значиме джерело рослинних жирів у світі, можуть замінити традиційні види високовартісної олійної сировини у виготовленні харчових продуктів, що відповідатимуть світовим стандартам і вимогам харчової галузі.

Постановка завдання. Виявити можливість двостадійного фракціонування пальмової олії сольвентним методом.

Мета. Апробація технологій фракціонування пальмової олії для отримання високоякісних фракцій заданого складу з наступним виробництвом на їх основі заміників какао-масла.

Матеріали й методи. Рафіновану пальмову олію та її фракції досліджено термографічними, хроматографічними та стандартними титриметричними методами.

Результати. Удосконалено технологію фракціонування пальмової олії сухим методом для здійснення фракціонування двома послідовними стадіями. Встановлено наявність криоскопічних температур – 22,8 і 8,2 °С при швидкості охолодження від 0,2 до 0,8 °С/хв. Одержано фракцію пальмової олії з температурою плавлення 33–39 °С, що містить 50 % лауринової кислоти й за своїм складом наближається до характеристик какао-масла. Розроблено склад сумішей із застосуванням одержаної середньої фракції для виробництва заміників, еквівалентів та поліпшувачів какао-масла.

Висновки. Встановлено режими сольвентного фракціонування пальмової олії для одержання середньої фракції, яка відповідає вимогам заміників какао-масла.

Ключові слова: фракціонування, пальмова олія, швидкість охолодження, середня фракція, замітники какао-масла.

Характерною ознакою сучасної олійно-жирової промисловості є виробництво спеціальних жирів із заданими властивостями за технологіями їх модифікації. Однією з них є фракціонування шляхом розділення суміші триацилгліцеролів на фракції з різною температурою плавлення [1–4]. Альтернативою заміщення твердих гідрованих жирів у харчовій промисловості є пальмова олія та її фракції. Пальмова олія — це натуральний твердий рос-

линний жир, в якому відсутні холестерол і транс-ізомери жирних кислот. Завдяки появі на світовому ринку різних фракцій і очищених форм пальмової олії, стрімкому збільшенню обсягів її виробництва та експорту, доступності та конкурентоспроможної цінової політики країн-експортерів, сегмент ринку, що споживає пальмову олію, постійно розширюється.

На сьогодні питання отримання жирів, що не лише відповідатимуть вимогам нормативних документів, а й зможуть замінити традиційні види високовартісної сировини, загост-

рилось через низку економічних проблем, що постали перед нашою країною.

Сучасним нехімічним методом модифікації жиру є технологія фракціонування шляхом розділення суміші триацилгліцеролів на фракції з різною температурою плавлення. Існують наступні технології фракціонування: сухе (у розплаві), детергентне (з використанням водних розчинів поверхнево-активних речовин) та сольвентне (з використанням розчинників). Проблема пошуку режимів здійснення технології, що дозволяють селективно впливати на властивості одержаних фракцій, наперед задавати їх властивості при оптимальних значеннях виходу на сьогодні залишається нерозв'язаною.

Мета роботи — уточнити раціональні режими фракціонування пальмової олії для отримання високоякісних фракцій заданого складу з наступним виробництвом на їх основі харчових заміників високоцінних жирів. Досягнення поставленої мети можливе шляхом послідовного розв'язання наступних завдань:

- ✦ перевірити склад та вихід фракцій пальмової олії, одержаних різними методами;
- ✦ удосконалити класичну технологію фракціонування пальмової олії у розплаві, застосувавши результати термографічного аналізу;
- ✦ виявити можливість проведення двостадійного фракціонування на основі різниці в температурі плавлення складових пальмової олії;
- ✦ розробити склад заміників какао-масла та встановити відповідність їх показників нормам стандарту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У роботі використано рафіновану вибілену дезодоровану пальмову олію згідно [5]. Температуру плавлення визначали за методом точки плину у відкритому каплярі. Жирнокислотний та триацилгліцерольний склад встановлювали за допомогою газового хроматографа *Hewlett Packard HP-6890*, а кислотне та пероксидне числа — титриметричним методом. Ор-

ганолептичні показники досліджували за стандартними методиками [6]. Кількісний вихід продукту обраховували як відношення маси одержаної фракції до маси сировини. Сумісність заміників з натуральним какао-маслом встановлено відповідно до [7].

Процес фракціонування — це термохімічна реакція, при якій триацилгліцероли з різними температурами плавлення розділяються на фракції з різною кристалічною структурою [3, 8—11]. Більш насичені тригліцероли з високими температурами плавлення відокремлюються від менш насичених за допомогою фільтрування при досягненні температури кріоскопії [12, 13]. На сьогодні нормативні методи визначення кріоскопічної температури передбачають використання ртутного термометра Бекмана, що дає змогу визначати температури з похибкою до 0,001 °С. Однак цей термометр вимагає обережного поводження, оскільки містить отруйну речовину, працює лише в ручному режимі, що може призводити до появи додаткових похибок.

Для вимірювання температурної поведінки пальмової олії використано розроблений науковцями кафедри теплоенергетики та холодильної техніки Національного університету харчових технологій комплекс для вимірювання та реєстрації температур з використанням термопар, який складається з пристрою для контролю температури з комплектом мідь-константанових термоелектричних перетворювачів (термопар) типу Т (похибка вимірювань не більше 0,05 °С), блоку вимірювання *ICP i7018* та блоку перетворення сигналу стандарту *RS-485—RS-232* марки *ICP i7520*. Температура реєструється в автоматичному режимі за допомогою утиліти *NDCONUTIL v.3xx*. Система відрізняється низькою інерційністю та високою відтворюваністю результатів вимірювань.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Процес фракціонування можна розділити на такі послідовні стадії:

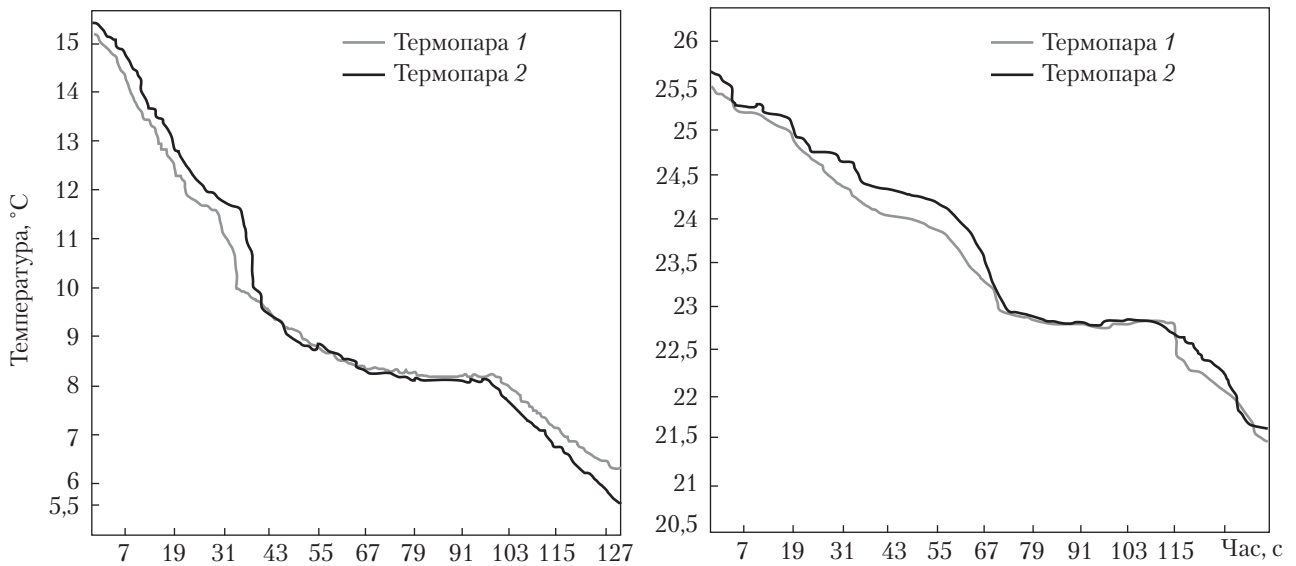


Рис. 1. Температурний графік охолодження пальмової олії при швидкості 0,2–0,4 °С за хвилину: 1 – перша стадія розділення, 2 – друга стадія розділення

- ✦ охолодження олії нижче температури кристалізації для утворення центрів кристалізації в результаті переохолодження;
- ✦ поступове зростання кристалів та їх виділення з рідкої фази;
- ✦ поділ кристалічної та рідкої фаз.

При цьому склад кристалічної та рідкої фази, а також їх вихід залежать від технологічних параметрів фракціонування, головними з яких є швидкість охолодження і температура поділу фракцій.

Вимірювання кріоскопічної температури пальмової олії виконували методом термічного аналізу, що базується на побудові кривих зміни температури в часі. Визначення кріоскопічної температури зразків здійснювали з кривої охолодження при досягнення горизонтальної ділянки на ізотермі. Нагріту до 50 °С пальмову олію охолоджували зі швидкістю від 0,2 до 0,8 градусів за хвилину при частоті вимірювання температури 0,5–0,8 с (рис. 1).

Кріоскопічну температуру зафіксовано на відмітках 22,8 і 8,2 °С. Характеристика і хімічний склад фракцій, ступінь поділу рідкої та твердої фракцій залежать, насамперед, від методу охолодження, що визначає форму і роз-

мір кристалів. Жири та олії кристалізуються в декількох поліморфних формах, як правило α , β і β' . Швидкість кристалізації α -форми є вищою, ніж β' -форми, яка, в свою чергу, кристалізується швидше, ніж β . Швидке охолодження призводить до перенасичення жирних кислот фракції, дає велику кількість дрібних аморфних кристалів, які важко відокремлюються при фільтруванні. Поступове охолодження олії призводить до формування стійких β і β' -кристалів, які легко відділяються фільтруванням від рідкої фази [12, 14, 15]. Тому для якісної кристалізації необхідним є поступове охолодження протягом тривалого часу, що забезпечить високу ефективність розділення фракцій.

Встановлене поліморфне перетворення кристалічних структур співпадає з даними [1, 16, 17], одержаними методом диференційної скануючої калориметрії. Утворення стійкої крупнокристалічної фази за температур 22,8 і 8,2 °С, коли високоплавкі компоненти порівняно легко формуються у вигляді окремої фази, дозволяє проводити фракціонування у дві послідовні стадії з одержанням нового продукту, т. з. «середньої фракції». Запропонова-

но проводити цей процес за блок-схемою, зображеною на рис. 2.

Наведений процес фракціонування із розплаву полягає в охолодженні олії у контрольованих умовах без введення хімічних речовин. Рідку й тверду фази розділяють фільтруванням. Виробники обладнання для сухого фракціонування [7] рекомендують технологію «сухого» поділу на фракції з розплаву, ґрунтуючись на тому, що ця технологія здійснюється без введення додаткових речовин і дає можливість отримати низку переваг:

- ✦ фізіологічно нейтральні продукти, оскільки можливість забруднення штучними добавками усувається;
- ✦ високу експлуатаційну надійність, оскільки технологія не передбачає застосування пожежо- та вибухонебезпечних розчинників;
- ✦ відсутність додаткового навантаження на довкілля;
- ✦ повністю автоматизоване виробництво;
- ✦ високу гнучкість при виконанні охолоджуючого профілю.

До недоліків технології «сухого» фракціонування належать: низька швидкість кристалізації, складність чіткого розділення фаз через високу в'язкість олії за низьких температур, утворення змішаних кристалів під час кристалізації, які в результаті подальшої рекристалізації виділяють низькоплавкі ацилгліцероли у вигляді рідкої фази. Таким чином, сухе фракціонування є екологічно чистим процесом модифікації спеціалізованих жирів,

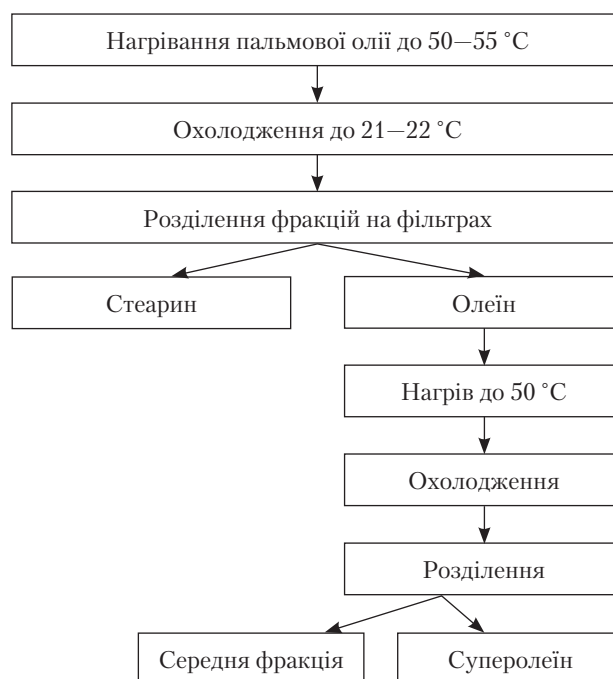


Рис. 2. Блок-схема двостадійного фракціонування пальмової олії сухим методом

який відбувається без застосування каталізатора й хімічно активних речовин та базується на фізичному явищі кристалізації.

В таблиці 1 наведено характеристики фракцій пальмової олії, одержаних при її «сухому» фракціонуванні за встановлених режимів. Видно, що за показником температури плавлення пальмовий стеарин та пальмовий олеїн відповідають вимогам нормативної документації [18, 19]. Найбільш цінною є фракція пальмо-

Таблиця 1

Характеристика фракцій пальмової олії, отриманих при двостадійному фракціонуванні

Стадії розділення	Температура розділення, °C	Фракції пальмової олії					
		Стеарин		Середня фракція		Суперолеїн	
		$T_{пл.}, ^\circ C$	Вихід, %	$T_{пл.}, ^\circ C$	Вихід, %	$T_{пл.}, ^\circ C$	Вихід, %
1	22,8	+48	35,0	—	—	—	—
2	8,2	—	—	+34	28,0	+15,0	35,0
Середнє значення		+46,5	36,5	+33	27,0	+14,75	34,5
Значення згідно ДСТУ		+44–50	—	+32–37	—	+13–16	—

Розрахунковий склад жирних сумішей

№ п/п	Група			
	СВЕ	СВІ	СВР	СВС
1	Какао-масло – 80 % Масло-ши – 10 % Середня фракція – 10 %	Середня фракція – 60 % Свинячий жир – 40 %	Середня фракція – 100 %	Кокосова олія – 100 %
2	Свинячий жир – 80 % Масло-ши – 20 %	Олеїн – 40 % Какао-масло – 60 %	Стеарин – 60 % Оливкова олія – 40 %	Кокосова олія – 60 % Стеарин – 40 %
3	Какао-масло – 50 % Стеарин – 50 %	Масло-ши – 40 % Свинячий жир – 60 %	Пальмова олія – 60 % Оливкова олія – 40 %	
4	Стеарин – 60 % Масло-ши – 40 %		Стеарин – 60 % Соняшникова олія – 40 %	
$T_{пл}, ^\circ C$	33–36	36–45	32–41	20–44
Сумісність, %	60–85	90–95	10–20	2–5

вої олії з температурою плавлення 33–39 °С, що містить близько половини лауринової кислоти і може бути використана як сировина для отримання замінників какао-масла.

Натуральне какао-масло використовується як жирова основа для виробництва різних кондитерських виробів (шоколад), а також у парфумерній і фармацевтичній промисловостях. Зацікавленість до використання альтернативи какао-масла зумовлена такими факторами:

- ✦ високою ціною какао-масла і схильністю його до істотних якісних змін;
- ✦ нестабільністю складу і властивостей какао-масла;
- ✦ необхідністю спеціальних умов температурної підготовки масла й шоколадних виробів з метою отримання стабільної кристалічної структури;
- ✦ нестабільністю блиску готових шоколадних виробів;
- ✦ складністю технологічного процесу при використанні какао-масла для виробництва шоколадних виробів.

З другої половини ХХ століття розроблено декілька альтернатив натуральному какао-маслу, надалі було прийнято світову класифікацію [20, 21], а саме:

- ✦ еквіваленти какао-масла (СВЕ);

- ✦ поліпшувачі какао-масла (СВІ);
- ✦ тверді жири нелауринового типу (СВР);
- ✦ тверді жири лауринового типу (СВС).

Еквіваленти какао-масла є негідрогенізованими спеціальними жирами, що містять такі ж жирні кислоти й симетричні мононенасичені тригліцериди, як і какао-масло [20, 22, 23] і є повністю сумісними з останнім. Їх можна змішувати у будь-яких пропорціях при виготовленні шоколадних сумішей [24]. Основними недоліками еквівалентів какао-масла є: низька спорідненість до молочного жиру, недостатня стабільність за підвищеної температури, тенденція до утворення жирового посивіння.

На відміну від еквівалентів какао-масла, його замінники мають аналогічні до натурального какао-масла фізичні властивості, але повністю відрізняються від нього за жирнокислотним складом [4, 25, 26].

За складом жирних кислот пальмової олії та її фракцій обґрунтовано їх оптимальні суміші з традиційними оліями, що відповідають вимогам до замінників какао-масла. Розроблено склад 4 рецептур еквівалентів какао-масла, 3 рецептури поліпшувачів какао-масла, 4 рецептури твердих жирів нелауринового типу й 2 рецептури твердих жирів лауринового типу (табл. 2).

Органолептичні та фізико-хімічні показники заміників какао-масла

Назва показника	Норма по групах			
	CBE	СВІ	СВР	СВС
Смак і запах	Смак, властивий знеособленому жиру без стороннього присмаку і запаху			
Колір	Від білого до кремового			
Консистенція за температури, °С:	Однорідна, тверда чи пластична			
18	Рідка, текуча			
40	Прозора рідина			
Прозорість за температури 50 °С	0,2			
Масова частка вологи, %, не більше, ніж				
Кислотне число, мг КОН/г, або вміст вільних жирних кислот (визначено за олеїноювою кислотою), %	≤0,2	≤0,3	≤0,3	≤0,4
Пероксидне число, ммоль/кг	≤0,07	≤0,11	≤0,11	≤0,14
Масова частка жирних кислот, %:				
C _{8:0}	—	—	—	1–6
C _{10:0}	—	—	—	2,0–8,0
C _{12:0}	0–0,5	0–0,5	0–0,7	44–60
C _{14:0}	0,1–0,5	0,1–0,5	0,6–1,5	14–23
C _{16:0}	24–40	15–35	12–40	6–12
C _{16:1}	0–0,5	0–0,5	0,3–0,7	—
C _{18:0}	22–35	25–60	3–14	5–22
C _{18:1}	30–37	30–40	48–76	0–7,0
C _{18:2}	0,1–5	0,1–4	0,4–7,0	0–1,0
C _{18:3}	0,–1,0	0,–1,0	0,1–0,6	0–0,6
=> C _{20:0}	0,1–1,0	0,1–1	0–0,5	0–0,5
Сумісність з какао маслом, % замітника в суміші	0–100	0–100	15–20	Не сумісний

За фізико-хімічними показниками заміники какао-масла мають відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.

З точки зору жирнокислотного складу, всі представлені зразки відповідають нормам [23] щодо вмісту насичених жирних кислот та їх співвідношення з моно- та поліненасиченими кислотами.

Розроблені рецептури заміників какао-масла представляють асортимент усіх передбачених груп (еквіваленти, поліпшувачі та аналоги какао-масла) та відповідають нормам сумісності з натуральним какао-маслом [23].

Замінники з високим ступенем сумісності з натуральним какао-маслом використовують у виробництві кондитерських глазурей як основний вид жиру кондитерських виробів. Частково сумісні з натуральним какао-маслом замітники можна використовувати в рецептурах кондитерських виробів, що містять какао-порошок і в невеликій кількості какао терте. Ці жири придатні для виробництва кондитерської глазури, плиток і пустотілих фігур. Замінники какао-масла рекомендовано зберігати в оригінальній упаковці за температури не вище 20 °С і відносної вологості повітря до 60 %.

ВИСНОВКИ

Уточнено технологічні режими проведення фракціонування пальмової олії. Встановлено, що першу стадію кристалізації слід проводити за температури 22–23 °С протягом 60 хв, а другу стадію – за температури 8–9 °С протягом 30 хв. Швидкість охолодження на обох стадіях не повинна перевищувати 0,2–0,4 °С/хв. За означених умов отримано високоплавку (тем-

пература плавлення +46,5 °С) та низькоплавку (температура плавлення +14,75 °С) фракції пальмової олії, що за своїми характеристиками відповідають пальмовому стеарину та пальмовому суперолеїну. Виділено середню фракцію пальмової олії з температурою плавлення +32–36 °С, яку доцільно використовувати для виробництва жирових продуктів, що відповідають вимогам до замінників какао-масла.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузнецова Л.М. Технологія модифікованих жирів сольвентним фракціонуванням: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків, 2014. 21 с.
2. Gunstone F.D. *Vegetable Oils in Food Technology*. Boca Raton, Florida, USA, 2002. 352 p.
3. Kellens M., Gibon V., Hendrix M., De Greyt W. Palm oil fractionation. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2007. V. 109, Is. 4. P. 336–349.
4. Mamat H., Nor Aini I., Said M., Jamaludin R. Physicochemical characteristics of palm oil and sunflower oil blends fractionated at different temperatures. *Food Chemistry*. 2005. V. 91. P. 731–736.
5. ДСТУ 4306:2004 Олія пальмова. Загальні технічні умови. Київ, 2004. 18 с.
6. ГОСТ 5472:50 Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности, 1950. 4 с.
7. Пальмова олія: офіційний сайт компанії «Технополіз». URL: http://tehnopoliz.ru/masla_i_zhiry/ (дата звернення: 30.11.2017).
8. Харчова цінність. Пальмова олія – джерело здоров'я: офіційний сайт компанії «Дельта-Вілмар СНД». URL: <http://www.deltawilmar.com/rus/resources/value/> (дата звернення: 30.11.2017).
9. Шумейко В.М. Маркетинговий менеджмент експортного потенціалу олійно-жирового комплексу України. *Механізм регулювання економіки*. 2009. 2 (4). С. 177–184.
10. Chong C., Kamarudin Z., Lesieur P., Marangoni A., Bourgaux C., Ollivon M. Thermal and structural behaviour of crude palm oil: Crystallisation at very slow cooling rate. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2007. 109 (4). P. 410–421.
11. Zaliha O., Chong C.L., Cheow C.S., Norizzah A.R., Kellens M.J. Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. *Food Chemistry*. 2004. 86 (2). P. 245–250.
12. Miskandar M.S., Che Man Y.B., Abdul Rahman R., Nor Aini I., Yusoff M.S.A. Palm Oil Crystallization: Effects of cooling time and oil content. *Journal of Food Lipids*. 2004. V. 11, Is. 3. P. 190–207.
13. Тимченко В.К. Фракціонування пальмової олії з використанням ПАР. *Олійно-жировий комплекс*. 2005. № 1. С. 21–23.
14. Садовничий Г. Пальмовое масло. Особенности его применения в масложировой промышленности Украины. *Олійно-жировий комплекс*. 2003. № 3. С. 51–54.
15. Pei S., Abas F., Lima H.K., Beh B.K., Ling T.C., Tan C.P. Compositional and thermal characteristics of palm olein-based diacylglycerol in blends with palm super olein. *Food Research International*. 2014. V. 55. P. 62–69.
16. Kalnin D., Garnaud G., Amenitsch H., Ollivon M. Monitoring fat crystallization in aerated food emulsions by combined DSC and time-resolved synchrotron X-ray diffraction. *Food Research International*. 2002. V. 35. P. 927–934.
17. Кузнецова Л.Н., Папченко В.Ю., Демидов И.Н. Получение низкоплавкой фракции пальмового масла. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2013. 11 (985). С. 120–123.
18. ДСТУ 4439:2005. Стеарин пальмовий. Загальні технічні умови. Київ, 2006. 20 с.
19. ДСТУ 4438:2005. Олеїн пальмовий. Загальні технічні умови. Київ, 2006. 18 с.
20. Naik B., Kumar V. Cocoa Butter and Its Alternatives: A Reveiw. *Journal of Bioresource Engineering and Technology*. 2014. V. 1. P. 7–17.

21. Сирохман І.В. *Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів*. Київ, 2008. 616 с.
22. Undurraga D., Markovits A., Erazo S. Cocoa butter equivalent through enzymatic interesterification of palm oil midfraction. *Process Biochemistry*. 2001. V. 36, Is. 10. P. 933–939.
23. ДСТУ 5005:2014 «Жири рослинні. Еквіваленти, поліпшувачі, замітники та сурогати какао-масла. Загальні технічні умови». Київ, 2014. 20 с.
24. Mutia, R. Synthesis of Cocoa Butter Equivalent from Formulated Hard Palm Oil Mid-Fraction and Canola Oil Blends. *Advanced Materials Research*. 2015. V. 1113. P. 453–458.
25. Casimir C. Akoh, David B. Min. *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. Boca Raton, New York, USA, 2008. 914 p.
26. Lipp M., Simoneau C., Ulberth F., Anklam E., Crews C., Brereton P., De Greyt W., Schwack W., Wiedmaier C. Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents. *Journal of food composition and analysis*. 2001. V. 14, Is. 4. P. 399–408.

Стаття надійшла до редакції 30.05.17

REFERENCES

1. Kuznetsova, L. M. (2014). *Tekhnolohiya modyfikovanykh zhyriv sol ventnym fraktsiyuvannyam*. PhD (Tekh.). Kharkiv [in Ukrainian].
2. Gunstone, F. D. (2002). *Vegetable Oils in Food Technology*. Boca Raton, Florida, USA. 352 p.
3. Kellens, M., Gibon, V., Hendrix, M., De Greyt, W. (2007). Palm oil fractionation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(4), 336–349.
4. Mamat, H., Nor Aini, I., Said, M., Jamaludin, R. (2005). Physicochemical characteristics of palm oil and sunflower oil blends fractionated at different temperatures. *Food Chemistry*, 91, 731–736.
5. Palm oil. General specifications. ISO 4306:2004. Kyiv, 2004. 18 p. [in Ukrainian].
6. Plant oils. Determination of flavour, colour and transparency GOST 5472:50. 4 p. [in Russian].
7. Palm oil. URL: http://tehnopoliz.ru/masla_i_zhiry/ (Last accessed: 30.11.2017).
8. Kharchova tsinnist. Palmova oliya – dzherelo zdorovya. URL: <http://www.deltawilmar.com/rus/resources/value/> (Last accessed: 30.11.2017).
9. Shumeyko, V. M. (2009). Marketynhovyy menedzhment eksportnoho potentsialy oliyno-zhyrovoho kompleksy Ukrayiny. *Mekhanizm rehulyuvannya ekonomiky*, 2(4), 177–184 [in Ukrainian].
10. Chong, C., Kamarudin, Z., Lesieur, P., Marangoni, A., Bourgaux, C., Ollivon, M. (2007). Thermal and structural behaviour of crude palm oil: Crystallisation at very slow cooling rate. *European Journal of lipid Science and technology*, 109(4), 410–421.
11. Zaliha, O., Chong, C. L., Cheow, C. S., Norizzah, A. R. and Kellens, M. J. (2004). Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. *Food Chemistry*, 86(2), 245–250.
12. Miskandar, M. S., Che Man, Y. B., Abdul Rahman, R., Nor Aini, I., Yusoff, M. S. A. (2004). Palm Oil Crystallization: Effects of cooling time and oil content. *Journal of Food Lipids*, 11(3), 190–207.
13. Tymchenko, V. K. (2005). Fraktsionuvannya palmovoyi oliyi z vykorystannyam PAR. *Oliyno-zhyrovyy kompleks*, 1, 21–23 [in Ukrainian].
14. Sadovnychy, H. (2003). Palmovoe maslo. Osobennosti eho pryomenenyya v maslozhyrovoy promyshlennosti Ukrayny. *Oliyno-zhyrovyy kompleks*, 3, 51–54 [in Russian].
15. Pei, S., Abas, F., Lima, H. K., Beh, B. K., Ling, T. C., Tan, C. P. (2014). Compositional and thermal characteristics of palm olein-based diacylglycerol in blends with palm super olein. *Food Research International*, 55, 62–69.
16. Kalnin, D., Garnaud, G., Amenitsch, H., Ollivon, M. (2002). Monitoring fat crystallization in aerated food emulsions by combined DSC and time-resolved synchrotron X-ray diffraction. *Food Research International*, 35, 927–934.
17. Kuznetsova, L. N., Papchenko, V. Yu., Demydov, Y. N. (2013). Poluchenye nyzkoplavkoy fraktsyy pal'movoho masla. *Visnyk NTU «KhPI»*, 11(985), 120–123 [in Russian].
18. Palm stearin. General specifications. ISO 4439: 2005. Kyiv, 2006. 20 p. [in Ukrainian].
19. Palm olein. General specifications. ISO 4438: 2005. Kyiv, 2006. 18 p. [in Ukrainian].
20. Naik, B., Kumar, V. (2014). Cocoa Butter and Its Alternatives: A Reveiw. *Journal of Bioresource Engineering and Technology*, 1, 7–17.
21. Syrokhman, I. V. (2008). *Tovarovnavstvo tsukru, medu, kondyters'kykh vyrobiv*. Kyiv. 616 p. [in Ukrainian].

22. Undurraga, D., Markovits, A., Erazo, S. (2001). Cocoa butter equivalent through enzymatic interesterification of palm oil midfraction. *Process Biochemistry*, 36(10), 933–939.
23. Vegetable fats. Equivalent improvers and cocoa butter substitutes. General specifications. ISO 5005: 2014. Kyiv, 2014. 20 p. [in Ukrainian].
24. Mutia, R. (2015). Synthesis of Cocoa Butter Equivalent from Formulated Hard Palm Oil Mid-Fraction and Canola Oil Blends. *Advanced Materials Research*, 1113, 453–458.
25. Casimir, C. Akoh, David B. Min. (2008). *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. Boca Raton, New York, USA. 914 p.
26. Lipp, M., Simoneau, C., Ulberth, F., Anklam, E., Crews, C., Brereton, P., De Greyt, W., Schwack, W., and Wiedmaier, C. (2001). Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents. *Journal of food composition and analysis*, 14(4), 399–408.

Received 30.05.17

Radzievska, I.G., Melnyk, O.P., and Galenko, O.O.

National University of Food Technologies,
68, Volodymyrska St., Kyiv, Ukraine,
+380 44 287 9157, Logos2007@ukr.net

TWO-STAGE TECHNOLOGY FOR PALM OIL FRACTIONATION FOR PRODUCTION OF COCOA BUTTER SUBSTITUTES

Introduction. Tropical oils, as the most important source of vegetable fats in the world, can be substitutes for expansive conventional raw materials in manufacturing the food stuffs that meet the global trends and requirements in the food industry.

Problem Statement is to study the possibility of two-stage fractionation of palm oil by the solvent method.

Purpose is to trial the palm oil fractionation technology for obtaining high-quality fractions of a given composition and further production of cocoa butter substitutes on its basis.

Materials and Methods. Refined palm oil and its fractions have been studied by thermographic, chromatographic, and standard titrimetric methods.

Results. The palm oil fractionation technology by using the dry method in two successive stages has been improved. Cryoscopic temperatures of 22.8 °C and 8.2 °C have been identified at a cooling rate from 0.2 to 0.8 °C/min. A palm oil fraction with a melting point of 33–39 °C, which contains 50 % of lauric acid and has a similar composition as cocoa butter has been obtained. Using the obtained midfraction, the mix formulas for the production of substitutes, equivalents, and enhancers of cocoa butter have been designed.

Conclusion. The regimes of solvent palm oil fractionation for obtaining a midfraction that meets the requirements of cocoa butter substitutes have been established.

Keywords: fractionation, palm oil, cooling rate, midfraction, and cocoa butter substitutes.

И.Г. Радзиевская, О.П. Мельник, О.А. Галенко

Национальный университет пищевых технологий,
ул. Владимирская, 68, Киев, Украина,
+380 44 287 9157, Logos2007@ukr.net

ТЕХНОЛОГИЯ ДВУХСТАДИЙНОГО ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАМЕНИТЕЛЕЙ КАКАО-МАСЛА

Введение. Масла тропических растений, как наиболее значимый источник растительных жиров в мире, могут заменить традиционные виды дорогостоящего сырья при производстве пищевых продуктов, отвечающих мировым стандартам и требованиям пищевой отрасли.

Постановка задачи. Выявить возможность двухстадийного фракционирования пальмового масла сольвентным методом.

Цель. Апробация технологий фракционирования пальмового масла для получения высококачественных фракций заданного состава с последующим производством на их основе заменителей какао-масла.

Матеріали і методи. Рафіноване пальмове масло і його фракції досліджені термографічними, хроматографічними і стандартними титриметричними методами.

Результати. Усовершенствовано технологію фракціонування пальмового масла сухим методом для здійснення фракціонування в дві послідовні стадії. Установлено наявність криоскопічних температур – 22,8 і 8,2 °С при швидкості охолодження від 0,2 до 0,8 °С/мін. Отримано фракцію пальмового масла з температурою плавлення 33–39 °С, яка містить 50 % лауринової кислоти і за своїм складом наближається до характеристик какао-масла. Розроблено склад сумішей з використанням отриманої середньої фракції для виробництва заміників, еквівалентів і покращувачів какао-масла.

Висновки. Встановлено режими сольвентного фракціонування пальмового масла для отримання середньої фракції, яка відповідає вимогам заміників какао-масла.

Ключові слова: фракціонування, пальмове масло, швидкість охолодження, середня фракція, заміники какао-масла.