

Т.А. КОРОЛЮК, ст. наук. співроб., НУХТ, Київ,
І.Г. РАДЗІЄВСЬКА, канд. техн. наук, доц., НУХТ, Київ,
С.І. УСАТЮК, канд. техн. наук, доц., НУХТ, Київ,
Є.Р. ЗАЄЦЬ, мол. наук. співроб., ДУ «Інститут медицини праці», Київ

СТІЙКІСТЬ ГОРІХОВОЇ ОЛІЇ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ ОКИСНЕННЯ

Горіхову олію піддавали окисненню за різних технологічних режимів. Обрано режим нагрівання олії в полі надвисокочастотного випромінювання, що мінімізує явище утворення гідропероксидів та транс-ізомеризованих жирних кислот. Результати одержано при дослідженні потужності поля 400, 720 та 900 Вт, а також конвективного нагрівання за температури від 130 до 300 °С при тривалості експеримента від 2 до 16 хвилин. Встановлено, що обробка олії за потужності поля 900 Вт протягом 6 хв. підвищує температуру продукту до 135 °С та не призводить до погіршення показників якості фритюрного жиру.

Ключові слова: окиснення, НВЧ-поле, горіхова олія, фритюр, якість.

Вступ.

Останнім часом особливу увагу в технології рослинних олій приділяють фізичним методам оброблення сировини і готової продукції, в тому числі і оброблення у надвисокочастотному (НВЧ) полі.

Нині мікрохвильове нагрівання широко застосовується як для приготування харчових продуктів, так і для їх розігрівання. Метод мікрохвильового нагрівання більш енергоефективний та потребує менших витрат часу у порівнянні із традиційним нагріванням. Недостатня кількість інформації з проблематики мікрохвильового нагріву та впливу такої обробки на хімічний склад і якісні показники оброблюваного продукту вказує на актуальність досліджень з розглядуваної тематики.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми.

Горіх волоський *Juglans regia* є пріоритетною культурою сучасного садівництва України. На частку України припадає 22,5 % валових зборів горіхів в Європі, частка експорту у вітчизняному виробництві досягла 30 %. Однак споживання горіхів в Україні є недостатнім: 12 – 31 % від загальноновизнаного стандарту 3,6 кг на людину в рік. Сортові рослини відрізняються високою врожайністю – 122 кг з дерева, значним вмістом ядра – 53 – 47,1 %, масою

© Т.А. Королук, І.Г. Радзієвська, С.І. Усатюк, Є.Р. Засць, 2014

плоду – 17,6 – 10,8 г, легкістю виділення ядра зі шкаралупи і стійкістю до ураження плодів і листя хворобами.

Олію волоського горіха отримують шляхом холодного пресування ядер олійних сортів. Зняті з дерева горіхи витримуються близько 3 – 4 місяців, щоб зменшити вміст в них молочного соку, який скорочує термін зберігання готового продукту. Отримана таким способом нерафінована олія майже безбарвна, із зеленуватий або бурштиновим відтінком, з ароматом і насиченим горіховим смаком. Дієтологи рекомендують вживати волоські горіхи та олію з них людям розумової праці та тим, хто працює на важких фізичних роботах.

Мета роботи – виявити можливість використання олії волоського горіха в якості фритюрного жиру при обсмажуванні продуктів за допомогою поля надвисоких частот; вивчити вплив мікрохвильового нагріву на хімічні характеристики горіхової олії та зміни її жирнокислотного складу.

Експериментальні дані та їх обробка.

Для дослідження використовували зразки, що відповідають ТУ У 15.4-32448339-001:2007 “Олія грецького горіха”, гігієнічний висновок № 31.07.2009-04/47052, сертифікат відповідності від 07.06.2010 р.

Фізико-хімічні показники якості олій визначали за стандартними методиками; планування експерименту та оптимізацію технологічних процесів здійснювали експериментально-статистичним методом на основі програмного пакету *Pascal*; жирнокислотний склад жирів визначали методом газової хроматографії. Для обробки експериментальних даних застосовували математичні методи з використанням програмного пакету *MathLab*.

В Україні олію волоського горіха виробляють Іванофранківська компанія «Елітфіто», ПП Мирослав (м. Київ), ПП «Пища богатырей» (м. Вінниця), ПП Вілісов (Симферополь).

Якість її повинна відповідати ТУ У 15.4-32448339-001:2007 (табл. 1).

Таблиця 1 – Органолептичні показники олії грецького горіха

Найменування показника	Норма	Методи випробувань
Прозорість	Після відстоювання олія над осадом прозора	ГОСТ 5472-50
Запах і смак	Запах і смак відповідають олії грецького горіха без сторонніх запахів і присмаків	ГОСТ 5472-50
Колір	Жовтий різної інтенсивності	ГОСТ 5472-50

В таблиці 2 наведені показники якості нативної олії грецького горіха до

проведення температурної обробки.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники олії грецького горіха

Найменування показника	Норма
Йодне число, г/100г	140 – 162
Масова частка неомилюваних речовин, %, не більше	1,0
Число омилення, мгКОН/г	192 – 200
Колірне число, мгI ₂ , не більше	45
Кислотне число, мгКОН/г, не більше	2,0
Масова частка нежирових домішок, %, не більше	0,05
Масова частка фосфоровмісних речовин, %, в перерахунку на стеароолеолецетин, не більше	0,40
Масова частка вологи і летких речовин, %, не більше	0,15
Коефіцієнт заломлення при 20 °С	1,478 – 1,485
Густина при 15 °С, г/см ³	0,925 – 0,930
Пероксидне число, ммоль ¹ / ₂ O/кг, не більше	10,0

Процес глибокого смаження із використанням жиру є однією із найбільш часто застосовуваних процедур для підготовки та виробництва харчових продуктів. При обсмажуванні у фритюрі необхідно дотримуватись співвідношення жиру і обжарюваного в ньому продукту – 4 : 1, температура нагрівання жиру від 130 до 180 °С. Для фритюру застосовують жири з мінімальним вмістом вологи, які здатні розігріватися до високої температури, не змінюючи свого смаку, не пригоряють і не димлять. Крім того, жир фритюру повинен відповідати смаковим особливостям обсмажуваного продукту. Найкраще використовувати рослинну олію: арахісову, кукурудзяну, бавовняну, соєву, пальмову, соняшникову. На практиці жир фритюру нагрівається до 300 °С у присутності атмосферного кисню, тому неможливо уникнути його окиснення, полімеризації та розпаду. За таких умов відбувається трансізомеризація жирних кислот у структурі жиру та накопичення цих небажаних сполук до рівнів, що перевищують рекомендовані.

В наших дослідженнях в якості фритюрного жиру використано олію грецького горіха, яку піддавали різним видам обробки – це нагрівання у полі надвисоких частот та конвективне теплове нагрівання. НВЧ-обробку проводили у апараті МС-7643Д при наступних режимах випромінювання: 400, 720 та 900 Вт. В іншій серії дослідів олію нагрівали конвективно протягом 4, 8 та 16 хв.; протягом цього часу температура жиру зростала до 130, 250 та 300 °С відповідно.

Основними контрольованими показниками зміни якості олії були пероксидне (ПЧ) та кислотне (КЧ) числа. Додатково було визначено ступінь вторинного псування олії за величиною анізидинового числа (АЧ). Результати порівняльного експерименту наведено в таблицях 3 і 4.

Таблиця 3 – Окисненість горіхової олії при нагріванні у полі надвисоких частот

Потужність поля, Вт	Нагрів у полі надвисоких частот, тривалість, хв.		
	2	4	6
400	ПЧ = 1,6; КЧ = 0,35	ПЧ = 1,6	ПЧ = 1,6
720	ПЧ = 1,7	ПЧ = 1,7; КЧ = 0,36	ПЧ = 1,8
900	ПЧ = 1,8	ПЧ = 1,8; КЧ = 0,56	ПЧ = 1,8; КЧ = 0,56

Таблиця 4 – Окисненість горіхової олії при конвективному нагріванні

Температура, °С	Конвективне нагрівання, тривалість, хв.		
	4	8	16
130	ПЧ = 11,0; АЧ = 5,4	—	—
250	—	ПЧ = 5,2	—
300	—	—	ПЧ = 4,3; КЧ = 0,34; АЧ = 22,2

Одиниці вимірювання: ПЧ – ммоль $^{1/2}$ О/кг, КЧ – мг КОН/г, АЧ – у. о.

З результатів таблиць 3 і 4 видно, що нагрівання олії у НВЧ-полі призводить до зростання величини пероксидного числа від 1,6 до 1,8 ммоль $^{1/2}$ О/кг при підвищенні потужності опромінення від 400 до 900 Вт. При чому збільшення тривалості НВЧ-обробки від 2 до 6 хв. не впливає на величину ПЧ, однак поступово підвищує температуру в середовищі олії. На рисунку наведено зміну температури олії при опроміненні її у полі потужністю 900 Вт.

Конвективне нагрівання більш інтенсивно впливає на окисненість олії. Встановлено, що пероксидні числа лінійно знижуються від 11,0 до 4,3 ммоль $^{1/2}$ О/кг при трьох періодах нагрівання. Явище зниження величини ПЧ можна пояснити перетворенням гідропероксидів на альдегіди та кетони під дією підвищеної температури та кисню повітря. Це припущення підтверджується за величиною АЧ, що зростає від 5,4 до 22,2 у. о.

Останнім часом інтенсивно вивчається токсичність і антиаліментарний вплив транс-ізомерів жирних кислот, умови їх утворення і вміст у різних модифікованих жирах [1]. Як свідчать результати багаторічних досліджень,

проведених в Італії, Великобританії та США, транс-ізомери ненасичених жирних кислот можуть провокувати серцево-судинні захворювання [2, 3].

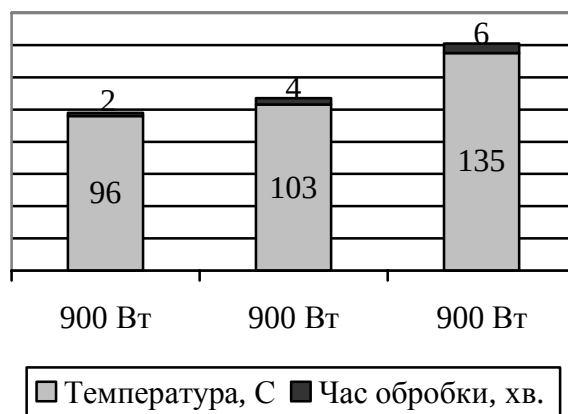


Рисунок – Зміна температури олії при різних тривалості опромінення

Це підтверджується результатами сучасних досліджень, які довели, що транс-мононенасичені жирні кислоти викликають накопичення холестеролу в ліпопротеїдах високої щільності [4]. Тому зразок олії, прогрітий у НВЧ-полі потужністю 900 Вт протягом 6 хв. аналізували на вміст жирних кислот у структурі тригліцеролів. Застосований метод газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот дозволяє ідентифікувати 32 піки від $C_{14:0}$ до $C_{24:1}$ при паралельному визначенні вмісту транс-ізомеризованих жирних кислот. Результати аналізу жирнокислотного складу наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Склад жирних кислот горіхової олії після НВЧ-обробки

№ п/п	Жирна кислота	Вміст, %
1	$C_{14:0}$	0,02
2	$C_{16:0}$	6,06
3	c9- $C_{16:1}$	0,1
4	$C_{18:0}$	2,02
5	$C_{18:1w11c}$ Petroselaidic	16,56
6	$C_{18:2}$ Linoleic	61,36
7	$C_{20:0}$	0,08
8	$C_{20:1}$	0,18
9	$C_{18:3}$ α -Linolenic	13,60
10	$C_{22:0}$	0,02
	Разом	100,0

Аналіз складу жирних кислот показав вміст: НЖК 8,20 %, МЖК 16,84 %, ω -6 ПНЖК 61,36 %, ω -3 ПНЖК 13,60 %. В найбільшій кількості го-

ріхова олія містить лінолеву кислоту $C_{18:2}$, її вміст становить 61,36 %. Широко поширені в природі мононенасичені жирні кислоти з одним подвійним зв'язком представлені петрозелаїною кислотою $C_{18:1\omega 11c}$ у кількості 16,56 %. Вміст поліненасиченої ліноленової кислоти $C_{18:3\omega 3}$ становить 13,60 %. Вміст транс-ізомерів жирних кислот у харчових продуктах значно коливається і залежить, в першу чергу, від рівня використання гідрованих жирів для обсмажування харчових продуктів. Жир, який використовували для обсмажування харчових продуктів протягом 24 годин, містить 32,5 % транс-ізомерів жирних кислот. Добове надходження їх з жирами становить в середньому 7 г [5]. У наших дослідженнях (табл. 4) не виявлено вмісту основного транс-ізомеру – елаїдинової кислоти $C_{18:1-trans}$ у горіховій олії після короткотривалого НВЧ-оброблення.

Висновки.

Вивчено можливість застосування олії грецького горіха в якості фритюрного жиру при нагріванні її у полі надвисоких частот.

Встановлено, що обробка олії протягом 6 хв. при потужності поля 900 Вт не прискорює окисних процесів у жирі, що підтверджено за величиною пероксидних чисел.

При короткотермінових режимах мікрохвильове нагрівання ніяк не впливає на вміст транс-ізомеризованих жирних кислот в олії.

Планується продовження досліджень щодо перебігу окиснення та накопичення транс-жирних кислот при довготривалих режимах НВЧ-оброблення.

Список літератури: 1. Dietary Guidelines for Americans 2005 [Electronic resource] / US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. – Available from: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/pdf/DGA2005.pdf>. 2. The American Council on Science and Health [Electronic resource]. – Available from: http://www.acsh.org/publications/pubID.1415/pub_detail.asp. 3. Duarte T. Fatty acid composition of Portuguese spreadable fats with emphasis on trans isomers / T. Duarte, S. Casal, M.B. Olivera // European food research & technology. – 2002. – Vol. 214, № 2. – P. 108 – 111. 4. Meister K. Food and nutrition board, institute of medicine of the national academies Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients) / K. Meister // National Academies Press. – 2012. – № 14. – P. 423 – 441. 5. Паронян В.Х. Анализ влияния различных факторов на качество жиров / В.Х. Паронян, О.С. Восканян // Масложировая промышленность. – 2004. – № 2. – С. 10 – 11.

References: 1. Dietary Guidelines for Americans 2005 [Electronic resource] / US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. – Available from: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/pdf/DGA2005.pdf>. 2. The American Council on Science and Health [Electronic resource]. – Available from: <http://www.acsh.org/publications/pubID.1415/>

pub_detail.asp. 3. *Duarte T.* Fatty acid composition of Portuguese spreadable fats with emphasis on trans isomers / *T. Duarte, S. Casal, M.B. Olivera* // European food research & technology. – 2002. – Vol. 214, № 2. – P. 108 – 111. 4. *Meister K.* Food and nutrition board, institute of medicine of the national academies Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients) / *K. Meister* // National Academies Press. – 2012. – № 14. – P. 423 – 441. 5. *Paronian V.H.* Analysis of the influence of various factors on the quality of fats / *V.H. Paronian, O.S. Voskanyan* // Fat and Oil Industry. – 2004. – № 2. – P. 10 – 11.

Надійшла до редколегії (Received by the editorial board) 17.05.14

УДК 665.12

Стійкість горіхової олії при різних режимах окиснення / Т.А. КОРОЛЮК, І.Г. РАДЗІЄВСЬКА, С.І. УСАТЮК // Вісник НТУ «ХПІ». – 2014. – № 28 (1071). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 53 – 59. – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2079-0821.

Ореховое масло подвергали окислению при различных технологических режимах. Выбран режим нагрева масла в поле СВЧ излучения, который минимизирует явление образования гидропероксидов и трансизомеризованных жирных кислот. Результаты получены при исследовании мощности поля 400, 720 и 900 Вт, а также конвективного нагрева при температуре от 130 до 300 °С при продолжительности эксперимента от 2 до 16 минут. Установлено, что обработка масла при мощности поля 900 Вт в течение 6 мин. повышает температуру продукта до 135 °С и не влечет ухудшения показателей качества фритюрного жира.

Ключевые слова: окисление, СВЧ-поле, ореховое масло, фритюр, качество.

UDC 665.12

Stability peanut oil at different modes oxidation / T.A. KOROLIUK, I.G. RADZIEVSKA, S.I. USATYUK // Visnyk NTU «KhPI». – 2014. – № 28 (1071). – (Series: Khimiya, khimichna tekhnologiya ta ecolohiya). – P. 53 – 59. – Bibliogr.: 5 names. – ISSN 2079-0821.

Peanut oil is subjected to oxidation under different technological regimes. The mode of heating oil in the field of microwave radiation, which minimizes the phenomenon of formation of hydroperoxides and trans- fatty acids. The results obtained in the study of the field capacity of 400 , 720 and 900 W, and convective heating at a temperature of 130 to 300 °C for the duration of the experiment from 2 to 16 minutes. Established that processing power for oil field 900 W for 6 min. product increases the temperature to 135 °C and does not lead to deterioration of the quality of Frying fat.

Keywords: oxidation, of the microwave field, nut oil, deep-fry, quality.