

ТОВАРОЗНАВСТВО ТА ЕКСПЕРТИЗА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 665

Сирохман І. В.,

д. т. н., проф., завідувач кафедри товарознавства продтоварів, Львівська комерційна академія, м. Львів

ПРОБЛЕМИ ПОЛІПШЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ І СТАБІЛІЗАЦІЇ ЯКОСТІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Анотація. У статті систематизовано напрями поліпшення споживних властивостей традиційних і нових видів рослинних олій із урахуванням перспективних напрацювань вітчизняних та зарубіжних вчених агропромислового комплексу. Вагоме місце займають дослідження стабілізації якості рослинних олій різних груп, способів рафінації, методів прискореного окислення з використанням антиокислювачів природного походження та у порівнянні з синтетичними. Розглянуті можливості підвищення антиокислювальних властивостей стабілізаторів рослинного походження з використанням синергістів, що особливо актуально для забезпечення належної якості й безпечності рослинних олій у сфері товароруку. Подальші дослідження будуть направлені на створення композитних сумішей олій із оптимальним жирно-кислотним складом і підвищеною стійкістю у зберіганні.

Ключові слова: рослинні олії нерафіновані і рафіновані, окислювальні перетворення рослинних олій, антиоксиданти рослинних олій натуральні і синтетичні, композитні суміші, методи дослідження якості рослинних олій.

Syrokhan I. V.,

Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Commodity Research of Food Products, Lviv Academy of Commerce, Lviv

PROBLEMS OF CONSUMER PROPERTIES IMPROVEMENT AND QUALITY STABILIZATION OF VEGETABLE OILS

Abstract. This article deals with the directions of consumer properties improving of traditional and new types of vegetable oils. The promising developments of domestic and foreign scientists in agriculture are taken into consideration. Research of different groups of vegetable oils quality stabilization, refining methods and accelerated oxidation methods, occupy an important place in the article, using natural antioxidants in comparison with synthetic. The possibilities of antioxidant properties increasing of plant original stabilizers using synergists, which are especially important to ensure the quality and safety of vegetable oils in commodity circulation are considered. Further researches will be directed at the creation of composite oils with fat-acid composition and increasing durability.

Keywords: unrefined and refined vegetable oils, oxidative transformation of vegetable oils, natural and synthetic antioxidants of vegetable oils, natural and synthetic antioxidants of vegetable oils, composite oils, methods of quality research of vegetable oils.

Постановка проблеми. Рослинні олії характеризуються різноманітним жирно-кислотним складом і наявністю супутніх речовин, частка яких залежить від багатьох чинників, передусім способу очищення і додаткового обробітку. Для рослинних олій характерним є своєрідне протиріччя, пов'язане

зі стійкістю у зберіганні і харчовою та біологічною цінністю. За останні роки особлива увага приділяється включенню до олій масового споживання, поліненасичених жирних кислот і особливо з певним співвідношенням ω -6 до ω -3 з оптимальним варіантом: від 2 до 10 разів. Водночас високоненаси-

чені жирні кислоти не стійкі у зберіганні і піддаються окислювальним та полімеризаційним перетворенням. Тому дуже важливо забезпечити відповідний баланс між складом харчовою біологічною цінністю рослинних олій та їх стійкістю у процесі товароруху. Ціла низка досліджень, узагальнених у науковій роботі, виконана нами [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Науковці багатьох країн працюють над покращенням хімічного складу насіння олійних культур і готової продукції.

Важливим напрямком змін якісних властивостей олії є створення гібридів нового покоління насіння соняшника, сучасної селекції з підвищеним вмістом пальмітинової кислоти або у поєднанні олеїнової і пальмітинової кислот, аналогічного складу пальмового олеїну. З такої олії можна отримати тверді фракції з температурою плавлення +15 °C і +20 °C, що може служити альтернативою пальмовій олії [2]. Заслуговує на увагу розроблена компанією DuPont технологія отримання високоолеїнової соєвої олії з високою окислювальною стабільністю, оскільки частка олеїнової кислоти перевищує 65%, а час індукції - 50 год. Окислювальна стабільність такої олії досягається без гідрогенізації або додавання антиокислювачів [3].

Без використання трансгенних рослин отримано натуральну олію соняшника з насіння гібриду Оксі, що характеризується максимальним рівнем окислювальної стабільності за рахунок поєднання високого вмісту олеїнової кислоти із збільшенням частки ендогенних антиокислювачів [4].

Вивчена можливість створення "ідеальної олії", збалансованої за трьома кислотами: олеїнова – 50 %; ліолева – 20 %; ліноленова – 10 % [5]. Автори виділили 2 групи компонентів в оптимізованих сумішах. Перша група – базові олії: оливкова і лляна, присутність яких формує баланс основних жирних кислот. Друга група – коректувальні олії: соняшникова лінолевого типу і кукурудзяна, присутність їх має допоміжний характер і пояснюється необхідністю отримання оптимальних наборів жирних кислот у суміші. Однією з найбільш статистичних стійкості сумішей олій вважають композицію, що містить 46,9 % оливкової, 22,6 % лляної, 14,6 % соняшnikової лінолевого типу і 15,9 % - кукурудзяної.

Важливе значення приділяють дослідженням змін складу і властивостей олії на різних стадіях рафінації з використанням різних технологічних процесів [6]. Встановлено, що спосіб рафінування впливає на антиокислювальну активність і здатність олії зв'язувати вільні радикали. Загальний вміст фенольних сполук (4,1 – 12,4 мг еквівалента галової кислоти/100 г) і каротиноїдів (0,18 – 45,8 мг/100 г) корелював з антиокислювальною активністю ($r = 0,6623 - 0,9878$). У процесі рафінації антиокислювальна активність, загальний вміст фенольних сполук і вміст каротиноїдів знижувалися на 80, 26-55 і 99%, відповідно, незалежно від способу рафінування.

У наукових дослідженнях особлива увага приділяється лляній олії внаслідок високого вмісту в ній α -лінолевої кислоти і ω -3 жирних кислот, хоча вона легко піддається окисленню [7]. Для захисту рафінованої лляної олії від окислення досліджували можливість використання чистих препаратів мірицитину, (+)-катехіну, геністеїну і кавової кислоти в концентрації 555 мкмоль/кг. Захисний вплив добавок оцінювали за рівнем утворення гідроперекисних сполук, вмісту ω -3 жирних кислот і залишкового вмісту антиокислювачів в олії під час зберігання за температури 60 °C. Встановлено, що кавова кислота, (+)-катехін і мірицитин більш ефективні, ніж синтетичний іонол (БОА). Мірицитин активніше від інших сполук сповільнює окислення α -лінолевої кислоти. Хімічна структура фенольних сполук у найбільшій мірі визначає їх антиокислювальну активність.

Показано, що зверхкритичний CO₂ дозволяє селективно виділяти лляну олію з високим вмістом ω -3 і ω -6 жирних кислот [8].

Встановлена можливість ефективної стабілізації лляної олії з використанням фітокомпозиції на основі насіння бобових культур [9].

На чистих триацилгліцерилах методом прискореного окислення за температури 60 °C ефективно гальмував окислення α -токоферол концентрації 50 мкг/г [10]. Найбільш інтенсивно сповільнювало окислення потрібне комбінування α -токоферолу, β -каротину і аскорбілпальмітату. Проокислювальний ефект проявився в разі використання β -каротину і аскорбілпальмітату індивідуально або в подвійному поєднанні.

З досліджених соняшnikової, соєвої, кукурудзяної, виноградної олій оливкова більш стійка до теплового окислення. Кукурудзяна і соєва стійкіші до прогрівання, ніж інші ненасичені олії за температури обсмажування [11].

Важливе місце займають дослідження попереднього обробітку олійної сировини. Наприклад, мікрохвильовий обробіток насіння ріпаку збільшує вихід олії при холодному пресуванні (на 10%), вміст в олії фітостеролів (на 15%) і токоферолів (на 25%). Якщо олія з необробленого насіння зберігає стійкість до окислення протягом 1 год., то з насіння після мікрохвильового обробітку – 8 год. [12].

Заслуговують на увагу дослідження складників насіння олійних культур. На прикладі 27 сортів ріпаку і 1 сорту індійської гірчиці встановлена кореляція між вмістом фітїнової кислоти і здатністю зв'язувати вільні радикали [13].

В наукових пошуках важливе місце займають напрями забезпечення високої стабільності рослинних олій. Автори дослідили вплив температури дезодорування (180-240 °C) на окислення триацилгліцерину й утворення продукту полімеризації в оливковій олії [14]. Встановлено, що з підвищенням температури дезодорування зростає вміст олігомерів триацилгліцерину і знижується вміст окислених триацилгліцеринів, суттєво підвищується рівень нелетких окислювальних сполук. Зниження

вмісту окислених триацилгліцеринів в олії підвищує її стабільність до окислення.

Розглянуто особливості хімічного складу традиційної лляної олії, її окислювальну стабільність і спосіб підвищення змішуванням її з оливковою. Автори стверджують, що значення $totox = 10$ є граничним для харчової лляної олії і тому пропонують ввести даний показник в якості нормативного. Оливкова олія інгібує окислення лляної олії у разі їх змішування [15].

Отже, рослинні олії характеризуються різноманітним складом, харчовою цінністю і стійкістю у зберіганні, тому пошук підвищення їх стабільності під час зберігання займає вагомe місце у наукових дослідженнях вітчизняних і зарубіжних авторів.

Постановка завдання. Метою нашого дослідження було встановлення залежності між стійкістю у зберіганні різних видів олій та їх складом із урахуванням умов зберігання у тому числі і прискореного кінетичного зберігання за відповідних температур. Для досягнення поставленої мети були виконані наступні завдання:

- встановлення зв'язку між якістю і стійкістю зберігання рослинної олії, її складом і наявністю природних антиоксидантів;
- дослідження антиоксидантних властивостей добавок натуральних і синтетичних.

Виклад основного матеріалу дослідження. Серед чинників, які забезпечують збереженість рослинних олій, важливішими можна вважати природу жирів, способи та якість очищення, тривалість зберігання, а також наявність природних антиоксидантів, переважно токоферолів і наявність іонів перехідних металів. З урахуванням вагомості окремих рослинних олій та їх особливостей жирно-кислотного складу нами досліджено стійкість до окислення соняшникової, соєвої, кукурудзяної, ріпакової, бавовникової, кокосової і пальмової олії.

Завдяки близькому вмісту лінолевої кислоти (54,8% і 52,6%) накопичення перекисних сполук у соняшниковій і бавовниковій рафінованих недезодорованих оліях за температури 80 °С відбувалося в основному з близькою швидкістю. В цих умовах мало місце також помітне накопичення карбонільних сполук у порівнянні з підвищеним вмістом моно-і діальдегідів, які реагують із тіобарбітуровою кислотою. За час дослідження менш вираженим був гідроліз жиру, який характеризує наявність вільних жирних кислот.

В умовах прискореного кінетичного окислення (60°C) олія ріпакова нерафінована була стійкішою за олію соєву нерафіновану. Це зумовлено особливостями жирно-кислотного складу з перевагою у ріпаковій олії могоненасичених жирних кислот, у тому числі ерукової (21%). У складі тригліцеридів соєвої олії переважала лінолева кислота (56,4%), у структурі якої метиленові групи знаходяться в алільному положенні відносно двох подвійних зв'язків, завдяки чому вони володіють підвищеною активністю. Це зумовлює прискорення автоокис-

лення порівняно з тими сполуками, які мають один подвійний зв'язок.

Проведенні дослідження різних зразків соєвої олії привели до висновку, що пероксиди інтенсивніше накопичуються в олії з підвищеним вмістом лінолевої і лінолевої кислот і повільніше – у разі збільшення кількості олеїнової кислоти. Ці ж чинники прискорюють утворення діальдегідів, які реагують із тіобарбітуровою кислотою.

Спосіб очищення соєвої олії суттєво вплинув на стійкість її під час зберігання. Нерафінована олія відрізнялася порівняно низьким перекисним числом (0,05% йоду) і містила значну кількість вільних високомолекулярних жирних кислот. Рафінована олія відрізнялася підвищеним вмістом пероксидів, що, очевидно, свідчить про наслідки видалення за високої температури природних стабілізаторів (токоферолів, фосфоліпідів, каротиноїдів тощо).

За температури 60°C накопичення пероксидів помітне з перших днів зберігання. Середньодобовий ріст перекисного числа за 17 діб складав 0,036-0,042% йоду, що відповідає стадії розгалуження ланцюгової радикальної реакції. В олії рафінованій дезодорованій утворилося у 2 рази, а в рафінованій недезодорованій – в 1,6 рази більше пероксидів, ніж в олії нерафінованій. Подібні результати отриманні в процесі дослідження продуктів окислення, які реагують із бензидином і з 2-тіобарбітуровою кислотою. Отже, олія соєва рафінована в 1,6-2,0 рази окислювалась інтенсивніше, ніж нерафінована.

Великі розбіжності в якісних показниках виявлені в олії нефасованій соняшниковій, яка реалізовувалася на продовольчих ринках міста Львова. З 46 досліджених зразків тільки 13 мали невисоке перекисне число (0,114-0,189% йоду), більше половини (52%) – середнє (0,2-0,3% йоду), високе – 6,5% – близько 0,4% йоду і 2,2 – 0,58% йоду.

Деякі вчені вважають, що соняшникова олія містить достатню кількість токоферолів, які здатні протягом тривалого часу гальмувати автоокислення. При цьому максимальна стабільність її досягається за концентрації токоферолів в 35-55 мг/100 см³. Наведені результати свідчать про відповідну антиоксидантну активність стабілізатора, з кількістю якого зв'язаний "пороговий ефект окислення", в ході якого швидкість накопичення продуктів окислення зростає у кілька разів. Подібна ситуація, на нашу думку, створюється в рафінованій соняшниковій олії з перекисним числом вище 0,5% йоду. Таку олію необхідно негайно використати, виключаючи дію джерел ініціювання радикальних реакцій (тепло, світло).

Зразки олії містили незначну кількість карбонільних сполук, які реагують із бензидином, і в них не виявлено моно- і діальдегідів.

Серед досліджених зразків 54,3% мали кислотне число до 0,6 мг КОН і 20% – до 1,5мг КОН. Між кислотним і перекисним числами соняшникової олії за стандартних умов зберігання не встановлено позитивного кореляційного зв'язку, що свід-

чить про комплекс факторів, які впливають на швидкість її окислення.

З урахуванням чисельних даних, отриманих нами під час дослідження, вважаємо, що відповідну нормативну документацію необхідно включити граничне перекисне число до 0,2% йоду на олію соняшникову, яка надходить на підприємства торгівлі і ресторанного господарства, і до 0,4% йоду – що реалізується цими підприємствами з урахуванням відповідних термінів зберігання. Олію з більш високим перекисним числом доцільно направляти на технічну переробку.

В умовах прискорено-кінетичного окислення за температури 98 ± 2 °С гідратованих олій соняшnikової, соєвої, ріпакової, а також суміші гідратованих олій соняшnikової і соєвої, соняшnikової і ріпакової в рівних частинах і соняшnikової рафінованої дезодорованої встановлені характерні особливості. Сторонній запах виявлений тільки у рафінованій олії після трьох діб зберігання. Наступної доби в цьому зразку відчувалася слабка прогірклість, а в олії соєвої гідратованій – сторонній запах і присмак. Подальше зберігання зумовило згіркнення і решти зразків олій.

Більш помітна різниця в автоокисленні дослідних олій виявлена у накопиченні перекисних спо-

ріпаковій олії зумовили її підвищену стійкість до окислення. Водночас високий вміст поліненасиченої лінолевої кислоти (52,5%) у складі соняшnikової олії обмежив її стабілізуючий ефект.

Змішування олій соняшnikової та ріпакової гідратованих суттєво вплинуло на автоокислення, що особливо помітно після шести діб. Хоч суміш окислювалася швидше ніж олія ріпакова, але в 1,3-1,6 рази повільніше від олій соняшnikової гідратованої. Ця різниця різко зросла в кінці зберігання (13 діб).

Стійкість олій та їх сумішей підтверджувалася також накопиченням продуктів окислення які реагують із бензидином. У олії соєвої гідратованій містилося цих сполук 1,9-2,3 рази більше, ніж в олії соняшnikовій гідратованій. Бензидинове число останньої було в 1,5-2,0 рази нижчим від показника олій соняшnikової рафінованої, а суміші олій гідратованої соняшnikової і соєвої – в 1,6-1,8 рази вищим від показника олій соняшnikової гідратованої.

Зміна вмісту вільних жирних кислот у дослід-

Таблиця

Зміна кислотного числа олій за температури 98 ± 2 °С, мг КОН

Вид олій і спосіб очищення	Тривалість зберігання, діб			
	0	6	10	17
Соняшnikова гідратована	1,83	1,95	2,23	4,30
Соняшnikова рафінована дезодорована	0,81	0,90	0,98	3,02
Соєва гідратована	1,87	1,15	2,78	5,15
Ріпакова гідратована	1,89	2,11	1,96	2,36
Соняшnikова і соєва гідратовані, 1:1	1,85	2,35	2,13	2,72
Соняшnikова і ріпакова гідратовані, 1:1	1,84	2,26	2,15	3,20

них зразках олій була менш вираженою (див. табл.).

Наведені дані свідчать про те, що низький вміст вільних жирних кислот у складі олій соняшnikової рафінованої не був визначальним в її стійкості до автоокислення. Разом з тим, протягом інтенсивного розгалуження ланцюгових радикальних реакцій (до 10 діб) кислотне число олій мало змінювалося. Тривале зберігання (17 діб) зумовило значне накопичення вільних жирних кислот, що можна пояснити більш глибоким перетворенням вторинних продуктів окислення. За період із десяти до сімнадцяти діб найбільш інтенсивно підвищувалося кислотне число в олії соняшnikовій рафінованій дезодорованій (3,1 рази).

Виходячи з особливостей жирно-кислотного складу і вмісту природних інгібіторів, окислення твердих рослинних олій відбувалося повільніше. Ефективність синтетичних антиокислювачів у них була значно вищою. Колір пальмової олій без добавок після 35 став блідно-жовтим із зеленуватим відтінком, тоді як з іонолом – після 54 діб, а з іонолом і аскорбіновою кислотою (0,02%+0,1%) після 94 діб залишився світло-оранжевим. В середньому іонол підвищив стійкість до автоокислення

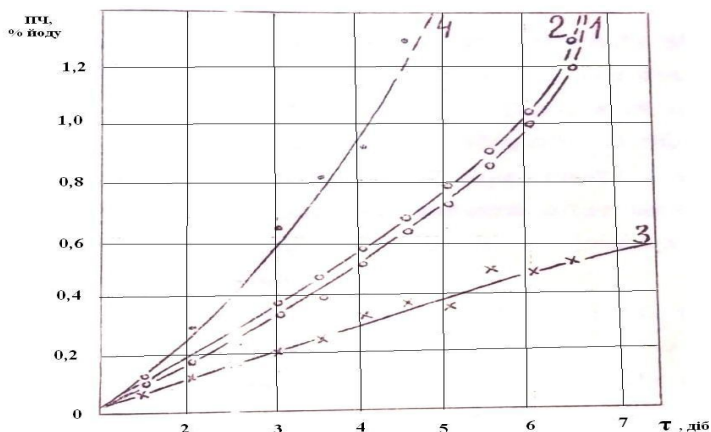


Рис. 1. Зміна перекисного числа рослинних олій за температури 98 ± 2 °С: 1 – соняшnikової гідратованої; 2 – соєвої гідратованої; 3 – ріпакової гідратованої; 4 – соняшnikової рафінованої дезодорованої.

лук (рис. 1).

Найбільш інтенсивно відбувалося зростання перекисного числа в олії соняшnikовій рафінованій дезодорованій, хоч на початку дослідження виявлялося близьким до показника олій соняшnikової гідратованої. Протягом десяти діб дослідження перекисне число олій соняшnikової рафінованої було в 1,7-2,2 рази вище, ніж в олії соняшnikовій гідратованій. На більш пізніх стадіях зберігання різниця поступово скорочувалася. За цим показником олія ріпакова гідратована була стійкішою до автоокислення, ніж соняшnikова гідратована: до шести діб у 1,4-1,6 рази, а пізніше – 1,9-2,5 рази. Отже, висока частка олеїнової та ерукової кислот у

олії пальмової більш ніж у два рази. Аскорбінова кислота забезпечила зростаючу синергетичну активність із іонолом протягом 74 діб.

Іонол підвищив стійкість до автоокислення олії кокосової рафінованої більш ніж у 2,5 рази. Завдяки цій добавці вона містила 1,7-3,2 рази менше карбонільних сполук, які реагують із бензидином, ніж контроль.

Синергізм аскорбінової кислоти з іонолом на олії кокосові нерафіновані підвищився з двох (27 діб) до п'яти разів (94 доби). В олії кокосовій рафінованій ефективність її була нижчою – 1,5-2,2 рази. Тривале зберігання олії кокосової нерафінованої (96 діб) з додаванням іонолу та аскорбінової кислоти не виявило накопичення діальдегідів, які реагують із 2-тіобарбітуровою кислотою (2-ТБК) (рис. 2).

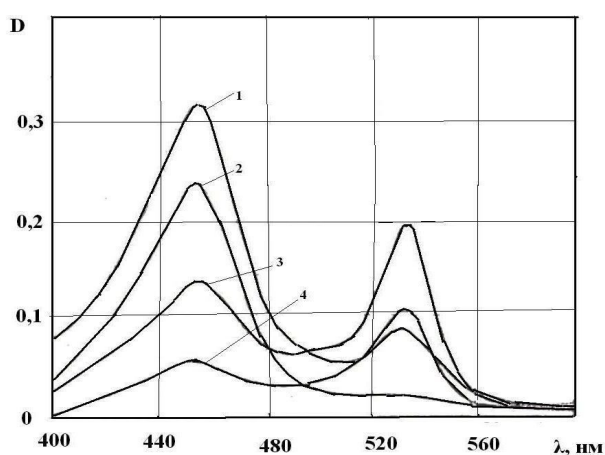


Рис. 2. Спектрограми продуктів окислення кокосової олії з 2-ТБК, яка зберігалася 96 діб за температури 60 °С: 1,2 – нерафінована; 3,4 – рафінована; 1,3 – з БОТ, 0,02%; 2,4 – з БОТ і аскорбіновою кислотою, 0,02% + 0,1%.

Між вмістом пероксидів, діальдегідів та інгібуючою дією іонолу встановлена пряма залежність. Завдяки наявності природних антиокислювачів в олії кокосовій нерафінованій протягом 51 доби утворилася мала кількість пероксидів і не виявлено суттєвої різниці між контролем та дослідним зразком, тоді як в олії рафінованій вона досягала 5,2 рази.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Таким чином, є необхідність дослідження встановлення залежності між стабільністю у зберіганні різних видів олій із урахуванням їх жирно-кислотного складу, вмісту природних антиокислювачів, використаних способів очищення й умов рафінації.

Перспективними можна вважати дослідження впливу сполук антиокислювальної дії рослинних продуктів на якість і стабільність рослинних олій, особливо у жировмісних продуктах із урахуванням умов і термінів зберігання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сирохман І. В. Наукові проблеми зберігання жирів та поліпшення споживних властивостей жировмісних продуктів : дисертація на здобуття наукового ступеня докт. техн. наук / Сирохман І. В. - Львів, 1995. – 560 с.

2. Новые виды подсолнечного масла с измененным жирнокислотным составом / С. Г. Ефименко, С. К. Ефименко, С. Ф. Быкова, Е. К. Давиденко // Масложир. пром-сть. – 2012. – № 4. – С. 16-18.

3. Петрова А. Н. Технология получения высокоолеинового соевого масла / Петрова А. Н. // Масла и жиры. – 2012. – № 8. – С. 10-12.

4. Демурич Я. Н. Окислительная стабильность масла как селекционный признак подсолнечника / Демурич Я. Н., Борисенко О. М., Перетягина Т. М. // Масла и жиры. – 2012. – № 4. – С. 6-7.

5. Никонович Ю. Н. Многокомпонентные смеси растительных масел функционального назначения / Никонович Ю. Н., Никонович С. Н. // Молодежь и наука: реальность и будущее : материалы 5 Междунар. научно-практической конф. – Невинномысск. – 2012. – Т. 3. – С. 268.

6. Szydłowska-Czerniak Aleksandra. Effect of refining processes on antioxidant capacity, total contents of phenolics and carotenoids in palm oils. Влияние процесса рафинации на антиокислительную активность, общее содержание фенольных соединений и каротиноидов в пальмовом масле / Szydłowska-Czerniak Aleksandra, Trokowski Konrad, Karlovits Gyorgy, Szlyk Edward // Food Chem. – 2011. – 129, № 3. – P. 1187-1192.

7. Michotte D. Linseed oil stabilisation with pure natural phenolic compounds. Стабилизация льняного масла чистыми природными фенольными соединениями / D. Michotte, H. Rogez, R.Chirino [et al] // Food Chem. – 2011. – 129, № 3. – P. 1228-1231.

8. Pradhan Rama Chandra. Supercritical CO₂ extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processes / Pradhan Rama Chandra, Meda Venkatesh, Rout Prasant Kumar [et al]. // J. Food Eng. – 2010. – 98, № 4. – С. 393-397.

9. Влияние семян и технологических приемов возделывания льна на качество льняного масла / [Г. В. Рошка, А. Н. Ермолович, Ю. П. Гинька и др.] // Пищевая промышленность: наука и технология (Беларусь). – 2010. – № 4. – С. 13-20.

10. Karabulut İnsan. Effects of α -tocopherol, β -carotene and ascorbil palmitate on oxidative stability of butter oil triacylglycerols. Влияние α -токоферола, β -каротина и аскорбилпальмитата на стойкость к окислению триацилглицеролов масла / İnsan Karabulut // Food Chem. – 2010. – 123, № 3. – P. 622 – 627.

11. Marinova E. M. Oxidative changes in some vegetable oils during heating at frying temperature. Окислительные изменения различных растительных масел при прогревании при температуре обжаривания. / E.M. Marinova, R.A. Seisova, I.R. Totseva,

S.S. Panayotova [et al] // Bulg. Chem. Commun. – 2012. – 44, № 1. – P. 57– 63.

12. Azadmard-Damirchi Sodeif. Effekt of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. Azadmard-Damirchi Sodeif, Habibi-Nodeh Fatemeh, Hesari Javad [et al] // Food Chem. – 2010. – 121, № 4. – P. 1211-1215.

13. Khattab Rabie, Goldberg Erin, Lin Lin, Thiyam Usha. Quantitative analysis and freeradical-scavenging activity of chlorophyll, phytic acid, and condensed tannins in canola. // Food Chem. – 2010. – 122, № 4. – P. 1266-1272.

14. Caponio F. Influenza della temperatura di deodorazione sulla degradazione ossidativa di olio di oliva raffinato / F. Caponio, V. Paradiso, V. Durante, C. Summo, T. Gomes // Riv. ital. sostanze grasse. – 2012. – 89, № 4. – P. 263-268.

15. Химический состав и окислительная стабильность пищевого льняного масла / [В. В. Ладыгин, Л. Т. Прохорова, Л. Н. Журавлева и др.]. // Масло-жир. пром. – 2011. – № 5. – С. 12-15.

REFERENCES

1. Syrokhman I. V. Naukovi problemi zberigannya zhiriv ta polipshennja spozhivnih vlastivostej zhirovnisnih produktiv : disertacija na zdobuttja naukovogo stupenja dokt. tehn. nauk. - L'viv, 1995. – 560 s.

2. Efimenko S. G. Novye vidy podsolnechnogo masla s izmenennym zhirnokisljotnym sostavom / S. G. Efimenko, S. K. Efimenko, S. F. Bykova, E. K. Davidenko // Maslozhir. prom-st'. – 2012. – № 4. – S. 16-18.

3. Petrova A. N. Tehnologija poluchenija vysokoleinovogo soevogo masla // Masla i zhiry. – 2012. – № 8. – S. 10-12.

4. Demurin Ja. N., Borisenko O. M., Peretjagina T. M. Okislitel'naja stabil'nost' masla kak selekcionnyj priznak podsolnechnika // Masla i zhiry. – 2012. – № 4. – S. 6-7.

5. Nikonovich Ju. N., Nikonovich S. N. Mnogokomponentnye smesi rastitel'nyh masel funkcional'nogo naznachenija // Molodezh' i nauka: real'nost' i budushhee : mat. 5 Mezhdunar. nauchno-prakticheskij konf. – Nevinnomyssk. – 2012. – T. 3. – S. 268.

6. Szydłowska-Czerniak Aleksandra. Effect of refining processes on antioxidant capacity, total contents of phenolics and carotenoids in palm oils. Vlijanie processa rafinacii na antiokislitel'nuju aktivnost', obsahhe soderzhanie fenol'nyh soedinenij i karotinoidov v pal'movom masle / Szydłowska-Czerniak Aleksandra, Trokowski Konrad, Karlovits Gyorgy, Szlyk Edward // Food Chem. – 2011. – 129, № 3. – R. 1187-1192.

7. Michotte D. Linseed oil stabilisation with pure natural phenolic compounds. Stabilizacija l'njanogo masla chistymi prirodnyimi fenol'nymi soedinenijami / D. Michotte, H. Rogez, R. Chirino [et al] // Food Chem. – 2011. – 129, № 3. – R. 1228-1231.

8. Pradhan Rama Chandra. Supercritical CO₂ extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processes / Pradhan Rama Chandra, Meda Venkatesh, Rout Prasant Kumar [et al] // J. Food Eng. – 2010. – 98, № 4. – S. 393-397.

9. Roshka G. V. Vlijanie semjan i tehnologicheskijh priemov vozdeyvanija l'na na kachestvo l'njanogo masla / G. V. Roshka, A. N. Ermolovich, Ju. P. Gin'ka, O. I. Shadyro [i dr.] // Pishhevaja promyshlennost': nauka i tehnologija (Belarus'). – 2010. – № 4. – S. 13-20.

10. Karabulut Insan. Effects of α -tocopherol, β -carotene and ascorbil palmitate on oxidative stability of butter oil triacylglycerols. Vlijanie α -tokoferola, β -karotina i askorbilpal'mitata na stojkost' k okisleniju triacilglicerilov masla / Insan Karabulut // Food Chem. – 2010. – 123, № 3. – R. 622 – 627.

11. Marinova E. M. Oxidative changes in some vegetable oils during heating at frying temperature. Okislitel'nye izmenenija razlichnyh rastitel'nyh masel pri progrevanii pri temperature obzharivanija / E. M. Marinova, R. A. Seisova, I. R. Totseva, S. S. Panayotova [et al] // Bulg. Chem. Commun. – 2012. – 44, № 1. – R. 57– 63.

12. Azadmard-Damirchi Sodeif. Effekt of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. Azadmard-Damirchi Sodeif, Habibi-Nodeh Fatemeh, Hesari Javad [et al] // Food Chem. – 2010. – 121, № 4. – R. 1211-1215.

13. Khattab Rabie, Goldberg Erin, Lin Lin, Thiyam Usha. Quantitative analysis and freeradical-scavenging activity of chlorophyll, phytic acid, and condensed tannins in canola // Food Chem. – 2010. – 122, № 4. – R. 1266-1272.

14. Caponio F. Influenza della temperatura di deodorazione sulla degradazione ossidativa di olio di oliva raffinato / F. Caponio, V. Paradiso, V. Durante, C. Summo, T. Gomes // Riv. ital. sostanze grasse. – 2012. – 89, № 4. – R. 263-268.

15. Ladygin V. V. Himicheskij sostav i okislitel'naja stabil'nost' pishhevogo l'njanogo masla / V. V. Ladygin, L. T. Prochorova, L. N. Zhuravleva [i dr.] // Maslo-zhir. prom. – 2011. – № 5. – S. 12-15.