

Лозова Т. М.,

д.т.н., проф., професор кафедри товарознавства і технологій виробництва харчових продуктів, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

## АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

**Анотація.** Розглянуто проблему процесів окислювального характеру як найбільш поширеного виду псування харчових жирів. Викладено аспекти пошуку та дослідження антиоксидантних властивостей інноваційних інгредієнтів для виробництва харчових продуктів. Встановлено можливість збереження якості жирової основи шляхом використання природних інгредієнтів рослинного походження. Наведені результати дослідження антиоксидантного впливу на сповільнення утворення та накопичення первинних і вторинних продуктів окислення жиру. Показано, що застосування порошоків квітів липи серцелистої, квітів бузини чорної та плодів журавлини звичайної обумовлюють сповільнення росту пероксидного числа в 1,3-1,9 разів. Спектрометричним методом доведено високу антиоксидантну активність добавок, які гальмують збільшення кількості вторинних продуктів окислення за реакцією з TBARS у 1,2-1,3 разів. Обґрунтовано використання досліджених добавок як інноваційних інгредієнтів у виробництві харчових продуктів.

**Ключові слова:** антиоксидантні властивості, інноваційні інгредієнти, добавки, продукти окислення, якість, збереження.

Lozova T. M.,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Research and Technologies of Food Production, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

## ANTIOXIDANT PROPERTIES OF INNOVATIVE INGREDIENTS FOR FOOD PRODUCTS

**Abstract.** The problem of oxidative processes character as the most common type of esculent fats spoilage is considered. Expounded the aspects of search and study of antioxidant properties of innovative ingredients for food production. The possibility of quality preservation of fat basis by using natural ingredients of vegetable origin is determined. The results of the study of the antioxidant effect on slowing the formation and accumulation of primary and secondary products of fat oxidation are defined. It is shown that the use of powdered linden tree flowers, black elderberry flowers and cranberry fruits contribute slowdown of peroxidation number in 1,3-1,9 times. Spectrometric method proved high antioxidant activity of additives hampering the increase in the number of secondary oxidation products by the reaction with TBARS in 1,2-1,3 times. The application of the studied additives as innovative ingredients in food production is substantiated.

**Keywords:** antioxidant properties, innovative ingredients, additives, oxidation products, quality, preservation.

**Постановка проблеми.** Найважливішими показниками конкурентоспроможності харчових продуктів є високі органолептичні показники та подовжений термін придатності до споживання. Домінуючими процесами під час товароруку слід вважати ті, які є критичними, що призводять до суттєвих і помітних змін якості продукції, зокрема окислювальні. Показники якості під час зберігання піддаються змінам залежно від кінетики відповідних хімічних та біохімічних реакцій. Якість товару визначається рівнем найбільш лабільного показника його якості, а іноді – інтегральним показником низки лабільних характеристик. Забезпечивши високий вихідний рівень найбільш лабільних показників якості або сповільнення темпів їх зниження в процесі зберігання, можна суттєво впливати на якість товарів і

тривалість їх життєвого циклу. Критичні показники якості служать індикаторами процесів, які відбуваються в товарах під час зберігання.

Фундаментальні принципи окислення ліпідів викладено в чисельних роботах. Про участь вільних радикалів у формуванні патологічних змін в організмі відомо давно. Вільнорадикальні частки, які утворюються у процесі біохімічних реакцій в організмі, ініціюють початок окисних процесів, що врешті призводять до пошкоджень клітин спадкового матеріалу, і є підставою різного роду захворювань. Процес вільнорадикального окислення вважають однією з причин старіння. Окислювальне прогіркання – найбільш поширений вид псування жирів. Розвиток окислювальних процесів призводить до виникнення в жирах і жировмісних продуктах сполук

перекисного характеру, альдегідів, кетонів, низькомолекулярних кислот, оксикислот та ін. Завдяки цьому жири втрачають свою харчову цінність, стають токсичними. Задовго до виникнення чітких ознак псування жири починають втрачати свою біологічну цінність.

Проблема пошуку та дослідження природних харчових інгредієнтів з антиоксидантними властивостями була і залишається на сьогодні досить вагомим та актуальною, адже такі добавки, які мають здебільшого рослинне походження, призводять до збагачення харчових продуктів біологічно активними сполуками з профілактичною дією щодо можливих різноманітних функціональних порушень в організмі людини, а також характеризуються здатністю сповільнювати окислювальні перетворення. Застосування антиоксидантів у деяких випадках є одним із найкращих методів стабілізації жирів та жиромісних продуктів.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Теоретичні та практичні аспекти виявлення антиокислювальних властивостей рослинних добавок мають своє відображення в працях зарубіжних і вітчизняних вчених. Серед антиоксидантів у харчовій промисловості застосовують токофероли, аскорбінову кислоту і пальмітат аскорбінової кислоти, бутилоксианізол (БОА), бутилокситолуол (БОТ), ефіри галоїдної кислоти [1]. Аскорбінова кислота слабкорозчинна в оліях, тому її використовують тільки у водному середовищі. Пальмітат аскорбінової кислоти, незважаючи на добру розчинність в оліях, виявляє антиокислювальні властивості лише як ізолюючий агент. Його застосовують самостійно, але частіше в суміші з токоферолами. БОА (E320) і БОТ (E321) – синтетичні антиоксиданти – мають майже однакову дію. Вони розчинні в оліях, слугують добрими антиоксидантами також для тваринних жирів.

З метою підвищення стійкості купажів рослинних олій з оптимізованим жирнокислотним складом перспективним є введення жиророзчинних органічних форм селену [2]. Еталонним антиоксидантом вважається дигідрокверцетин [3], який належить до класу поліфенолів і не має жодної мутагенної активності для людини. За антиоксидантною та капіляропротекторною діями він перевищує відомі на сьогодні препарати в 3-5 разів. І. М. Демидовим, А. О. Демидовою, Л. В. Пешуком досліджено механізм та встановлено антиоксидантний вплив соняшникового фосфатидного концентрату на окиснення соняшникової олії [4]. До антиоксидантів також належать поширені в рослинному світі біологічно активні сполуки:  $\alpha$ -токофероли,  $\beta$ -каротин, природні поліфеноли [5-7]. Останніми роками науковцями доведено, що антиокислювальні властивості цих речовин у присутності аскорбінової кислоти і селену підвищуються.

Для збагачення продукції антиоксидантами доцільно використовувати натуральну рослинну сировину замість синтетичних антиоксидантів [8]. Досліджена здатність вловлювати вільні стабільні

радикали екстрактами винограду DPPH (2,2-дифеніл-1-пікрілгідразил), який є одним з давніх методів вивчення АА та широко використовується на сьогодні за кордоном для оцінювання як індивідуальних фенольних речовин, так і для харчових систем загалом [9]. Пропонується застосовувати як антиоксиданти в харчових виробках токофероли, кардамон, коріандр, імбир, кріп, фенхель, шавлію, мускат, кверцетин [10]. Кверцетин – природний флавоноїдний антиоксидант, який отримують із кори дуба та деяких рослин. Його висока антиоксидантна активність пов'язана зі здатністю утворювати міцні хелатні комплекси з важкими металами, які служать каталізаторами окислювальних процесів у жирах. Доведено антиоксидантну активність екстрактів із плодів шипшини, гвоздики, м'яти й ехінацеї, південноамериканської журавлини, чорної смородини [11]. Такі добавки поповнюють нестачу БАР антиоксидантної дії. Встановлено, що етанольні екстракти стеблини рослини ентади [12], плоди пальми jussara [13], насіння кенафа [14] та інші рослинні інгредієнти мають значну антиоксидантну активність і можуть розглядатися як джерело природних антиоксидантів. Особливе значення становлять біофлавоноїди, які мають антиканцерогенні, антисклеротичні, протизапальні й антиалергенні властивості.

Отже, науковцями розглядаються можливості використання різних добавок з метою сповільнення окислювальних процесів у жиромісних харчових продуктах. У цьому спрямуванні ведуться пошуки щодо виявлення рослинної сировини з вмістом компонентів, зокрема фенольних сполук, ефірних олій, аскорбінової кислоти та інших, які мають антиоксидантну дію. Доцільно поєднувати сполуки, яким властивий різний механізм антиокислювальної і синергетичної дії. Активність більшості антиокислювачів базується на їх здатності реагувати з вільними радикалами з утворенням малоактивних сполук.

**Постановка завдання.** Метою статті є дослідження антиокислювальних властивостей рослинних інгредієнтів на основі фітодобавок (порошки квітів липи серцелистої, квітів бузини чорної, плодів журавлини звичайної) визначенням пероксидного числа та застосуванням спектрофотометричного методу визначення тіобарбітурового числа з TBARS.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для сповільнення процесів окислення в кондитерський жир вносили у вигляді порошоків квіти липи серцелистої, квіти бузини чорної та плоди журавлини звичайної. Концентрація добавок становила 1% і 2% з врахуванням вмісту біологічно активних сполук. Контролем слугував жир без добавок. Експеримент здійснювався в модельних умовах прискорено-кінетичним методом за температури (90±2)°C.

Відповідно до результатів досліджень, накопичення продуктів окислення в контрольному зразку жиру та зразках жиру з фітодобавками виражалось насамперед у зростанні пероксидного числа. Причому криві, що характеризують динаміку окислення жиру без добавок, мали більш високі темпи зростання.

Серед досліджених фітодобавок порошок квітів бузини в концентрації 1,0% до маси жиру забезпечив зниження величини пероксидного числа в 1,3-1,55 раза (рис. 1).

2,0% порошку квітів липи все ж таки кількість пероксидів вдалося знизити в 1,39-1,83 раза порівняно з 1,0% цієї добавки. Відмінності у величинах пероксидних чисел зразків жиру з добавками бузини та

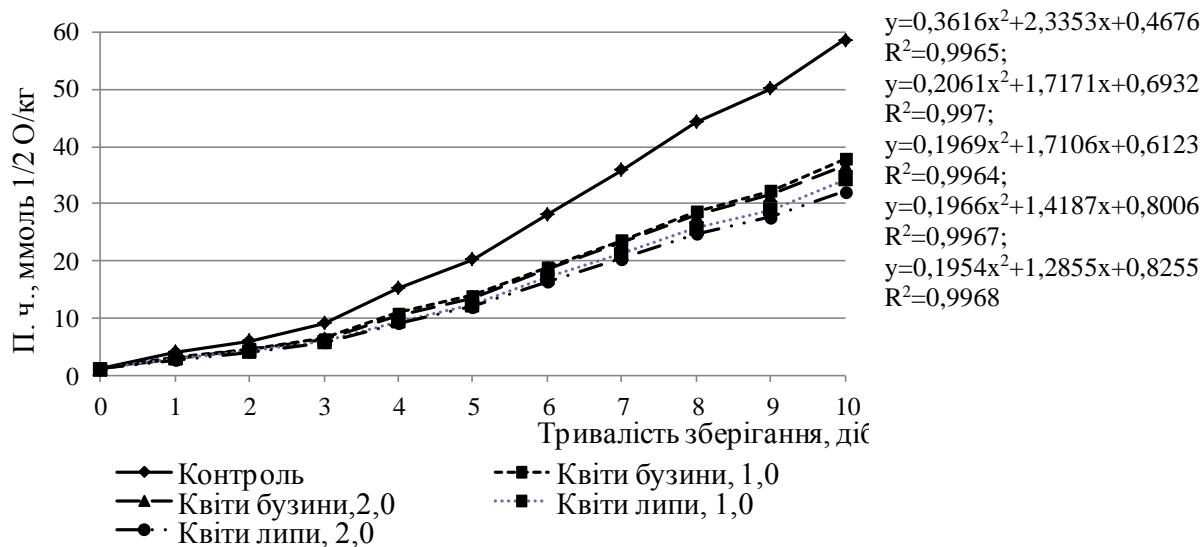


Рис. 1. Динаміка пероксидного числа кондитерського жиру з фітодобавками (%) у процесі зберігання в модельних умовах

Збільшення концентрації порошку до 2,0% обумовило створення ефекту антиокислення в 1,34-1,6 раза. За значенням пероксидного числа порошок квітів липи (1,0%) перевищив ефективність квітів бузини (1,0%) в 1,11 раза. В зразку жиру з цією добавкою вміст пероксидів знижено в 1,36-1,72 раза за весь період зберігання. За близької величини ступеня первинного окислення в зразку жиру з добавкою

липи можуть бути пояснені відмінностями в складі біологічно активних сполук. Внесення порошку плодів журавлини (1,0%) продемонструвало сповільнення утворення первинних продуктів окислення в 1,42-1,8 раза, а в концентрації 2,0% – 1,49-1,85 раза (рис. 2).

Необхідно зазначити, що відповідні зразки кондитерського жиру характеризувались злегка вираженим квітковим ароматом бузини та липи, а також

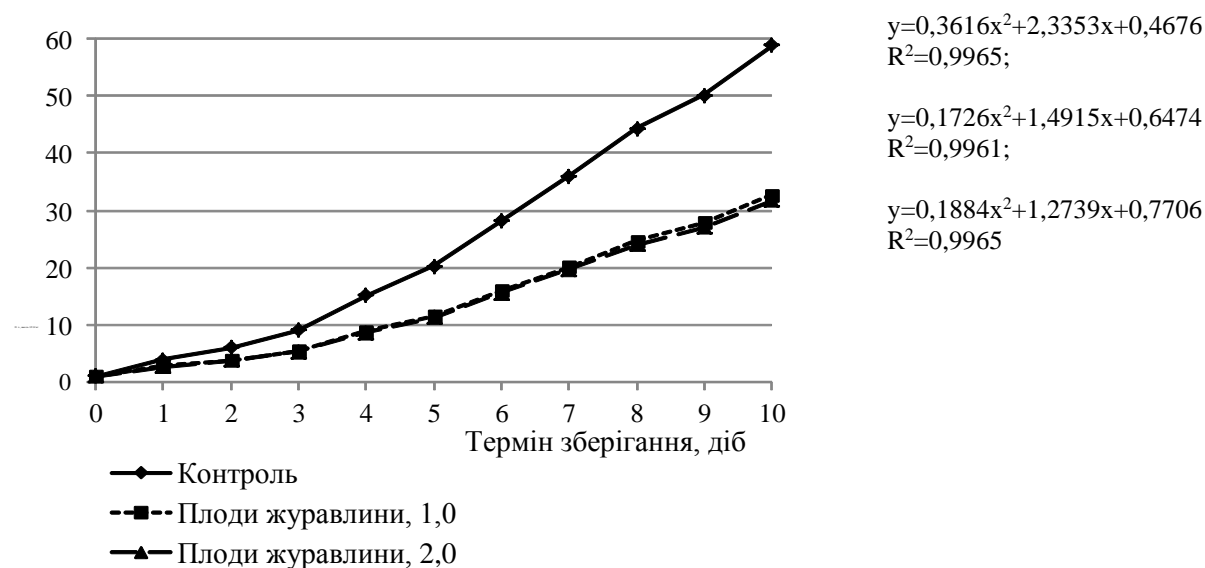
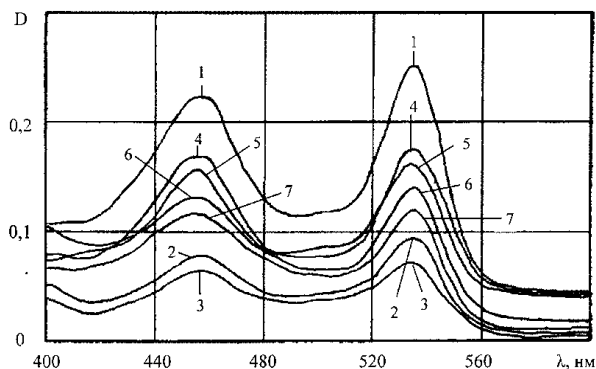


Рис. 2. Динаміка пероксидного числа кондитерського жиру з фітодобавками (%) у процесі зберігання в модельних умовах

плодів журавлини, що здебільшого обумовлено наявністю ефірних олій. Отже, органолептичні показники жиру набули оригінальних поліпшених властивостей. Навіть на завершення тривалості експериментального зберігання зразкам були притаманні приємні органолептичні характеристики, які нівелювали прогірклий запах жиру.

Результати проведених досліджень свідчать про високі антиоксидантні властивості фітодобавок за реєстрацією вторинних продуктів окислення. Після 2-х діб зберігання кількість як моно-, так і діальдегідів загалом була дуже незначною, а діальдегіди практично відсутні. Проте і на цьому етапі проявилася гальмувальна дія добавок, особливо плодів журавлини. В жирі з цією добавкою вторинні продукти окислення накопичились у дуже малій кількості. Основний показник активності досліджуваних антиоксидантів – різниця значень ТБЧ у зразках з їх додаванням і контрольного зразка – визначений також після 4-х діб (рис. 3).



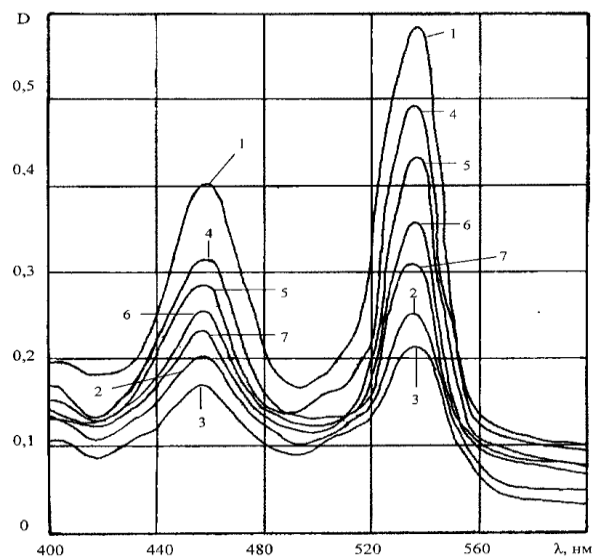
**Рис. 3.** Спектрограми продуктів окислення кондитерського жиру з TBARS після 4-х діб зберігання в модельних умовах з фітодобавками:

- 1 – контроль; 2 – плоди журавлини (1%);
- 3 – плоди журавлини (2%); 4 – квіти бузини (1%);
- 5 – квіти бузини (2%); 6 – квіти липи (1%);
- 7 – квіти липи (2%)

Цей показник у контролі та зразках жиру з додаванням порошку плодів журавлини звичайної розрізнявся в 2,85 (1% добавки) та 3,47 раза (2% добавки) для моноальдегідів, і в 2,7 та 3,54 раза – для діальдегідів. Вивчення властивостей порошоків квітів бузини та квітів липи продемонструвало певні переваги останньої добавки. Під впливом дії сполук порошку квітів бузини вміст моноальдегідів знизився в 4,2 (1% добавки) і в 1,42 раза (2% добавки), а діальдегідів – в 1,43 та 1,55 раза відповідно. Порошок квітів липи (1% добавки) сприяв зниженню швидкості накопичення досліджуваних продуктів окислення в 1,71 та в 1,77 раза. Збільшення концентрації добавки до 2% призвело до зменшення їх кількості в 1,95 та 2,1 раза. Аналогічні результати отримано після 10-денного зберігання модельних зразків (рис. 4).

Внесенням порошку плодів журавлини в жирі досягнуто зниження величини максимуму поглинання з довжиною хвилі 448-452 нм у 1,98 та 2,35 раза з

врахуванням концентрації добавки, а з довжиною хвилі 532-535 нм – у 2,3 і 2,74 раза. Співвідношення цих показників порівняно з контролем у зразку жиру з порошком бузини становило 1,27 та 1,19, а з порошком липи – в 1,55 та 1,63 раза. Збільшення концентрації до 2% порошку журавлини дозволило посилити його ефективність на 19%, порошку квітів бузини – на 11% і 13% щодо накопичення моно- та діальдегідів, порошку квітів липи – на 11% і 15%.



**Рис. 4.** Спектрограми продуктів окислення кондитерського жиру з TBARS після 10-денного зберігання в модельних умовах з фітодобавками: 1 – контроль; 2 – плоди журавлини (1%); 3 – плоди журавлини (2%); 4 – квіти бузини (1%); 5 – квіти бузини (2%); 6 – квіти липи (1%); 7 – квіти липи (2%)

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Доведено високу антиокислювальну ефективність фітодобавок з квітів липи серцелистої, квітів бузини чорної та плодів журавлини звичайної у вигляді порошоків, які призводять до помітного гальмування утворення й накопичення продуктів окислення. Антиоксидантний ефект добавок на кондитерському жирі зменшувався в порядку: плоди журавлини > квіти липи > квіти бузини. Спектрофотометричним методом за глибиною процесів окислення та його інгібування підтверджено антиоксидантний вплив природних добавок. У результаті вивчення їх спектрів поглинання доведено, що в ліпідній фракції накопичується моноальдегідів до 1,24-11 та діальдегідів – до 1,83-13 разів менше, ніж у контрольному зразку.

Це обґрунтовує можливість і доцільність використання досліджених природних добавок як інноваційних інгредієнтів у виробництві харчових продуктів з метою підвищення їх біологічної цінності та суттєвого сповільнення окислювальних процесів під час товароруку, усунення негативної дії вільних радикалів на організм.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Karabulut I. Effect of  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and ascorbul palmitate on oxidative stability of butter oil triacylgcerols / I. Karabulut // *Food Chem.* – 2014. – 123, № 3. – P. 622-627.
2. Табакаева О. В. Сравнение стойкости к окислению и гидролизу купажированных растительных масел / О. В. Табакаева // *Масложировая промышленность.* – 2009. – № 2. – С. 13-15.
3. Бабий Н. В. Дигидрокверцетин – природный антиоксидант XXI века / Н. В. Бабий, Д. Б. Пеков // *Хранение и переработка сельхозсырья.* – 2009. – № 7. – С. 46-47.
4. Демидов І. М. Дослідження механізму антиоксидантного впливу соняшникового фосфатидного концентрату на окиснення соняшникової олії / І. М. Демидов, А. О. Демидова, Л. В. Пешук // *Харчова промисловість.* – 2010. – № 9. – С. 7-10.
5. Terpinc P. Antioxidant properties of 4-vinil derivatives of hydroxycinnamic acids / P. Terpinc, T. Polak, N. Šegatin // *Food Chem.* – 2014. – 128, № 1. – P. 62-69.
6. Catel Y. Radical Scavenging Activity and Performance of Novel Phenolic Antioxidants in Oils / Y. Catel, F. Aladedunye, R. Przybylski // *J. Amer. Oil Chem. Soc.* – 2015. – 89, № 1. – P. 55-66.
7. Shi Y. Dietary phytophenols act as scavengers of reducing radicals / Y. Shi, S. Yao, Z. Jia // *Food Chem.* – 2014. – 24, № 4. – P. 1322-1327.
8. Яшин Я. И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека / Я. И. Яшин, В. Ю. Рыжнев, А. Я. Яшин. – М.: Транслит, 2009. – 212 с.
9. Батькова И. А. Получение экстрактов из выжимок и семян винограда с высокой антиокислительной активностью / И. А. Батькова, Н. В. Макарова, И. А. Яшина // *Пищевая промышленность.* – 2014. – № 2. – С. 68-66.
10. Lu M. Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China / M. Lu, B. Yuan, M. Zeng // *Food Res. Int.* – 2011. – 44, № 2. – P. 530-536.
11. Antioxidant and antiradical properties of cranberry juice and extracts / S. Caillet, J. Côte, G. Doyon, J.-F. Sylvain // *Food Res. Int.* – 2011. – 44, № 5. – P. 1408-1413.
12. Antioxidant of phenolic compounds from the stems of *Entada phaseoloides* / Y. Dong, H. Yang, Y. Peng, M. Wang // *Chem. and Biodivers.* – 2012. – 9, № 1. – P. 68-79.
13. Da Silva C. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara fruit from Atlantic Forest in southern Brazil / C. Da Silva, V. Kunradi, C. Copetti // *Food Res Int.* – 2014. – 44, № 7. – P. 2128-2133.
14. Antioxidant activity of phenolic extracts from kenaf seedcake / A. Mariod, R. Ibrahim, M. Ismail, N. Ismail // *Grasas y aceites.* – 2014. – 63, № 2. – P. 167-174.

## REFERENCES

1. Karabulut, I. (2014), "Effect of  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and ascorbul palmitate on oxidative stability of butter oil triacylgcerols", *Food Chem.*, vol. 3, pp. 622-627.
2. Tabakaeva, O.V. (2009), "Comparison of resistance to oxidation and hydrolysis of vegetable oils blended", *Maslozhirovaja promyshlennost*, vol. 2, pp. 13-15.
3. Babij, N.V. and Pekov, D.B. (2009), "Dihydroquercetin – a natural antioxidant of the XXI century", *Hranenie i pererabotka selhozsyrya*, vol. 7, pp. 46-47.
4. Demidov, I.M. Demidova, A.O. and Peshuk, L.V. (2010), "The study of the mechanism of antioxidant impact sunflower phosphatidic concentrate on oxidation of sunflower oil", *Harchova promislovist*, vol. 9, pp. 7-10.
5. Terpinc, P. Polak, T. and Segatin, N. (2014), "Antioxidant properties of 4-vinil derivatives of hydroxycinnamic acids", *Food Chem.*, vol. 1, pp. 62-69.
6. Catel, Y. Aladedunye, F. and Przybylski, R. (2015), "Radical Scavenging Activity and Performance of Novel Phenolic Antioxidants in Oils", *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, vol. 1, pp. 55-66.
7. Shi, Y. Yao, S. and Jia, Z. (2014), "Dietary phytophenols act as scavengers of reducing radicals", *Food Chem.*, vol. 4, pp. 1322-1327.
8. Jashin, Ja.I. Ryzhnev, V.Ju. and Jashin, A.Ja. (2009), *Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishhevyyh produktah i ih vliyanie na zdorove i starenie cheloveka* [Natural antioxidants. The content in foods and their effect on human health and aging], TransLit, Moscow.
9. Batkova, I.A. Makarova, N.V. and Jashina, I.A. (2014), "Preparation of extracts from grape pomace and seeds with high antioxidant activity", *Pishhevaja promyshlennost*, vol. 2, pp. 68-66.
10. Lu, M. Yuan, B. and Zeng, M. (2011), "Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China", *Food Res. Int.*, vol. 2, pp. 530-536.
11. Caillet, S. Cote, J. Doyon, G. and Sylvain, J.-F. (2011), "Antioxidant and antiradical properties of cranberry juice and extracts", *Food Res. Int.*, vol. 5, pp. 1408-1413.
12. Dong, Y. Yang, H. Peng, Y. and Wang, M. (2012), "Antioxidant of phenolic compounds from the stems of *Entada phaseoloides*", *Chem. and Biodivers.*, vol. 1, pp. 68-79.
13. Da Silva, C. Kunradi, V. and Copetti, C. (2014), "Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara fruit from Atlantic Forest in southern Brazil", *Food Res Int.*, vol. 7, pp. 2128-2133.
14. Mariod, A. Ibrahim, R. Ismail, M. and Ismail, N. (2014), "Antioxidant activity of phenolic extracts from kenaf seedcake", *Grasas y aceites*, vol. 2, pp. 167-174.