

DOI: 10.31617/2.2023(46)07  
УДК 664.683.9=111

**Роксолана БОЙДУНИК**

к. т. н., ст. викладач кафедри  
товарознавства,  
митної справи та управління якістю  
Львівського торговельно-економічного  
університету  
вул. Туган-Барановського, 10, м. Львів,  
79005, Україна  
*boidrok@gmail.com*

**Roksolana BOIDUNYK**

PhD (Technical Sciences), Senior Lecturer  
at the Department of Merchandising,  
Customs and Quality Management  
Lviv University of Trade and Economics

10, Tugan-Baranovsky St., Lviv, 79005,  
Ukraine  
ORCID: 0000-0003-3863-1775

**АНТИОКСИДАНТНІ  
ВЛАСТИВОСТІ ІВАН-ЧАЮ  
(*CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM* (L.))****ANTIOXIDANT PROPERTIES  
OF IVAN-TEA (*CHAMAENERION  
ANGUSTIFOLIUM* (L.))**

**Вступ.** Подовження строків зберігання кондитерських виробів зі збереженням їхньої якості – одне з основних завдань фахівців харчової галузі.

**Проблема.** Вафельні торти з жировими начинками містять значну кількість жирів з обмеженою стійкістю до окиснення, що призводить до погіршення їхньої якості та скорочення строків зберігання. Для гальмування згаданих вище процесів використовують антиоксиданти.

**Мета** дослідження – обґрунтування використання іван-чаю (*Chamaenerion angustifolium* (L.)) окремо та в поєднанні з бурштиновою кислотою для подовження строку зберігання жирових начинок вафельних тортів.

**Методи.** Досліджено антиоксидантні властивості порошку іван-чаю (0.5 та 1 %) окремо і в поєднанні з бурштиновою кислотою (0.2 %) на кондитерському жирі для вафельних та прохолоджувальних начинок нелауринового типу серії "Віюлія" прискорено-кінетичним методом за температури  $80 \pm 2$  °C з вільним доступом кисню повітря. Зміну якості досліджуваних зразків жиру визначено за нагромадженням пероксидних, карбонільних сполук і вільних жирних кислот.

**Результати дослідження.** Під час зберігання відбувалося прискорене накопичення первинних продуктів окиснення і тільки наприкінці зберігання спостерігалось помітне сповільнення швидкості цього процесу, що зумовлено нестійкістю гідроперексидів до дії високих температур з частковим перетворенням первинних продуктів окиснення на вторинні. Оптимальною з погляду сповільнення процесу окиснення виявилася добавка порошку іван-чаю в кількості

**Introduction.** Extending the shelf life of confectionery products while maintaining their quality is one of the main tasks of food industry specialists.

**Problem.** Wafer cakes with fat fillings contain a significant amount of fats with limited resistance to oxidation, which leads to a deterioration in their quality and a reduction in shelf life. Antioxidants are used to inhibit the above-mentioned processes.

**The aim of the study** – to justify the use of ivan-tea (*Chamaenerion angustifolium* (L.)) alone and in combination with succinic acid to extend the shelf life of fat fillings of wafer cakes.

**Methods.** The antioxidant properties of ivan-tea powder (0.5 and 1 %) alone and in combination with succinic acid (0.2 %) on the confectionery fat for wafer and cooling fillings of non-laurin type "Violia" series were studied by accelerated-kinetic method at temperature  $80 \pm 2$  °C with free access of air oxygen. The change in the quality of the studied fat samples was determined by the accumulation of peroxide, carbonyl compounds and free fatty acids.

**Results.** During storage the accelerated accumulation of primary oxidation products occurred, and only at the end of storage a noticeable slowdown in the speed of the process was observed, which is due to the volatility of hydro peroxides to high temperatures with a partial conversion of primary oxidation products into the secondary ones. The addition of ivan-tea powder in the amount of 1 % in combination with succinic acid in the amount of 0.2 % turned out to be optimal in terms of slowing down the oxidation process.



Copyright © Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

1% у поєднанні з бурштиною кислотою в кількості 0.2%.

**Висновки.** Встановлено, що речовини іван-чаю у поєднанні з бурштиною кислотою сповільнюють окиснювальні процеси в кондитерському жирі для вафельних начинок під час зберігання, що підтверджує антиоксидантні властивості цих речовин. Обґрунтовано використання порошку іван-чаю (0.5 та 1%) окремо та в поєднанні з бурштиною кислотою (0.2%) для подовження строку зберігання жирових начинок вафельних тортів.

*Ключові слова:* антиоксиданти, вафельні торти, кондитерський жир, іван-чай, окиснення, пероксидне число, кислотне число, бензидинове число.

**Conclusions.** It was established that the ivan-tea powdery substances in combination with succinic acid slow down the oxidative processes in confectionery fats for waffle fillings during storage, which confirms the antioxidant properties of these substances. The use of ivan-tea powder (0.5 and 1%) alone and in combination with succinic acid (0.2%) to extend the shelf life of fat fillings of wafer cakes is substantiated.

*Keywords:* antioxidants, wafer cakes, confectionery fat, ivan-tea, oxidation, peroxide number, acid number, benzidine number.

JEL Classification: L60, L66

**Вступ.** Подовження строків зберігання кондитерських виробів зі збереженням їхньої якості – одне з основних завдань фахівців харчової галузі.

Загальновідомо, що кондитерські вироби піддаються не тільки мікробіологічному псуванню, але й окиснювальному. При цьому чим більше жирів містить продукт, тим швидше він піддається негативним змінам під час зберігання. Утворення й накопичення первинних продуктів розпаду ліпідів відчутно не змінює органолептичних і функціонально-технологічних властивостей виробів, проте токсично впливає на людину. Подальше утворення вторинних продуктів розпаду ліпідів надає кондитерським виробам специфічного присмаку прогірклості.

**Проблема.** Вафельні торти з жировими начинками містять значну кількість жирів з обмеженою стійкістю до окиснення, що призводить до погіршення їхньої якості та скорочення строків зберігання. Для гальмування згаданих вище процесів використовують антиоксиданти.

Найбільш перспективними вважаються антиоксидантні препарати рослинного походження. Порівняльна оцінка ефективності використання натуральних рослинних та синтетичних добавок показала, що за правильного підбору перших готові вироби нічим не поступаються за показниками якості контрольним зразкам зі синтетичними добавками [1]. Натуральні рослинні антиоксиданти містять фенольні й поліфенольні сполуки, каротиноїди, які швидко реагують з пероксидними радикалами, руйнують гідропероксиди без утворення вільних радикалів, що сповільнює швидкість окиснення. Крім того, використання натуральних рослинних препаратів підвищує харчову й біологічну цінність продукту, тому використання антиоксидантів рослинного походження є актуальним для кондитерської промисловості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх досліджень показав, що на сьогодні актуальним є пошук нових рослинних антиоксидантів, що можуть використовуватися в харчових продуктах.

Одним із перспективних напрямів є дослідження антиоксидантної активності лікарської рослинної сировини. Їхня антиоксидантна дія зумовлена високою кількістю фенольних та поліфенольних сполук, а також сполук флавоноїдної будови, каротиноїдів (провітамін А), мікроелементів (Селен і Цинк), вітамінів А, Е ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  токофероли), С (аскорбінова кислота, її солі й ефіри) та Р (рутин, аскорутин, урутин, кверцетин) [2]. Антиоксидантну активність проявляють біологічно активні сполуки – терпеноїди фенольного ряду, як-от карнозол, хамазулен, кумарин, кверцетин та інші. Дія антиоксидантів значно підсилюється за умов одночасного застосування пектинів, аскорбінової кислоти і Селену [3], а також природних адаптогенів, які містяться в женьшені, родіолі рожевій, ехінацеї, суцвіттях липи тощо.

Під керівництвом І. В. Сирохмана досліджено антиокислювальну дію звіробію звичайного, деревію, череди, арніки, барвника чайного коричневого, ефіророзчинних екстрактів суцвіття вільхи, насіння лимоннику на жирах та борошняних кондитерських виробках. За дослідженнями Т. М. Лозової, високу антиоксидантну здатність мають липовий цвіт, фіалка триколірна та листя бадану товстолистого. Значний стабілізуювальний ефект є у порошку любистку лікарського [4].

Доведено антиоксидантну активність айланта високогірного [5], трави чебрецю [6] та листя сливи [7].

Перспективною сировиною природних антиоксидантів, зокрема флавоноїдів, а також цінним джерелом мінеральних речовин є кора вільхи, дуба та сосни. Підтверджено високу ефективність екстракту кори дуба у гальмуванні вільнорадикальних процесів. Проаналізовано вміст фенольних сполук у корі дуба, який становить 7.2–8.4 мг/г [8]. Колективом дослідників розроблено антиоксидантний комплекс, що здатен запобігати окисненню жирівмісних продуктів, зберігаючи їхню високу поживну цінність. Він містить екстракти з кори дуба, листя евкаліпта та листя зеленого чаю. Такий комплекс підвищує період індукції модельної речовини (олії соняшникової) у 2.7 рази [9].

Для стабілізації якості вафельних виробів під час зберігання розроблено пасти та порошкоподібні концентрати з кропиви і шипшини, використання яких дає змогу підвищити збереженість вафель із жировими начинками в 1.5 рази. Встановлено, що флавоноїди шипшини мають активну антирадикальну дію, а її інтенсивність залежить від їхньої концентрації [10].

Як перспективну сировину можна розглядати соняшниковий шрот. Це вторинний продукт олійно-жирових виробництв, який у нашій країні виробляється у великій кількості. Він є джерелом цінних природних компонентів, як-от соняшниковий білок, хлорогенова та каваова кислоти.

Білок соняшникового шроту можна використовувати для створення харчових продуктів функціонального призначення, а хлорогенову та кавову кислоти, які є поліфенольними сполуками, – як потужні природні антиоксиданти [11].

Хамеріон вузьколистий (*Chamaenerion angustifolium* (L.)), або іван-чай, – багаторічна трав'яниста рослина, доволі широко поширена на території України. Порошок іван-чаю має багатий хімічний склад і містить, %: білки (12–17), клітковину (13–20), дубильні речовини (6–10), лігнін (8–14), слиз (8–20), антоціани (1–2), а також, мг/100 г: каротин (4–8), вітамін С (56–340), рутин (1–2) [12]. Доведено високий вміст аскорбінової кислоти у листі, бутонах і квітах *Chamaenerion angustifolium* (L.). Варто зазначити, що листя рослини в початковій стадії фази вегетації (h = 20–30 см) має найвищий рівень аскорбінової кислоти у порівнянні з іншими її частинами –  $183.4 \pm 4.18$  мг на 100 г сухого зразка [13].

Загальновідомо, що аскорбінова кислота – вітамін, у якому організм найчастіше відчуває потребу. Завдяки антиоксидантним властивостям вона ефективно нейтралізує процеси вільнорадикального окиснення. Надзвичайно важливим є те, що, на відміну від синтетичної аскорбінової кислоти, яка має низку побічних ефектів, природний комплекс *Chamaenerion angustifolium* (L.) у складі вітамін С + флавоноїди не має ізомерної структури, його практично неможливо передозувати: цей комплекс використовується організмом за потребою [13].

Виявлення значного вмісту вітаміну С в іван-чаї свідчить про перспективність рослини як природного джерела аскорбінової кислоти.

**Мета** дослідження – обґрунтування використання іван-чаю (*Chamaenerion angustifolium* (L.)) окремо і в суміші з бурштиновою кислотою для збільшення строку зберігання жирових начинок вафельних тортів.

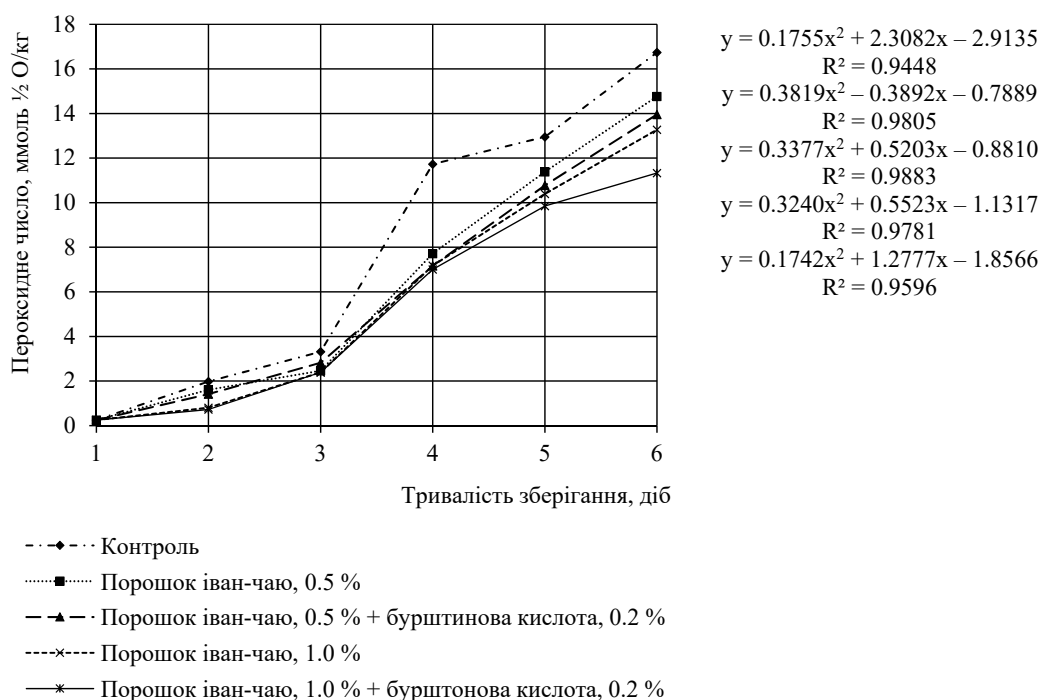
**Методи.** Досліджено антиоксидантну активність порошку іван-чаю (*Chamaenerion angustifolium* (L.)) під час зберігання кондитерського жиру для вафельних і прохолоджувальних начинок нелауринового типу серії "Віолія" (ПАТ "Вінницький олійно-жировий комбінат", Україна) прискорено-кінетичним методом за температури  $80 \pm 2$  °С з вільним доступом кисню повітря [14]. Додатки вводили в кількості 0.5 і 1.0 % до маси жиру окремо та в поєднанні з 0.2 % бурштинової кислоти, що використана як синергіст для посилення дії антиоксидантів. Контролем слугував жир кондитерський для вафельних і прохолоджувальних начинок нелауринового типу серії "Віолія", виготовлений згідно з ТУ У 15.4-00373758-007-2002.

Зміну якості досліджуваних зразків жиру контролювали за накопиченням пероксидів – йодометричним методом (пероксидне число) [15], вільних жирних кислот – методом титрування (кислотне число) [16] та карбонільних сполук, які реагують із бензидином (бензидинове число), а також за органолептичними показниками [17].

**Результати дослідження.** У розтопленому стані свіжий кондитерський жир був прозорим, із типовим смаком і запахом. Початкове значення пероксидного числа кондитерського жиру становило 0.8824 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/кг.

Під час зберігання спостерігалось погіршення органолептичних властивостей контрольного зразка жиру. На п'яту добу в ньому з'явився запах прогірклого жиру, тоді як у зразках із добавками іван-чаю це проявилось лише на восьму добу зберігання.

Вплив добавок порошку іван-чаю (0.5 і 1 %) окремо та в суміші з бурштиною кислотою (0.2 %) на накопичення первинних продуктів окиснення наведено на *рисунку*.



Вплив сполук іван-чаю на зміну пероксидного числа кондитерського жиру під час зберігання

Під час зберігання відбувалося прискорене накопичення пероксидів і тільки наприкінці спостерігалось помітне сповільнення цього процесу, що можна пояснити нестійкістю гідрпероксидів до дії високих температур з частковим перетворенням первинних продуктів окиснення на вторинні. Найвищу антиоксидантну дію мала суміш 1 % порошку іван-чаю з 0.2 % бурштинової кислоти, яка майже в 1.5 раза підвищила стійкість жиру до окиснення.

Активні сполуки іван-чаю впливали на зміну кількості вільних жирних кислот, про що свідчать значення кислотного числа (*табл. 1*).

Таблиця 1

**Вплив порошку іван-чаю на зміну кислотного числа кондитерського жиру під час зберігання, мг КОН** $p \leq 0.05; n = 3$ 

Добавка, % до маси жиру	Тривалість зберігання, дів	
	5	10
Контроль	0.9098 ± 0.04	2.4549 ± 0.12
Порошок іван-чаю, 0.5	0.8256 ± 0.04	2.2534 ± 0.11
Порошок іван-чаю, 0.5 + бурштинова кислота, 0.2	0.8109 ± 0.04	2.0659 ± 0.10
Порошок іван-чаю, 1.0	0.8256 ± 0.04	1.6148 ± 0.08
Порошок іван-чаю, 1.0 + бурштинова кислота, 0.2	0.6259 ± 0.03	1.1605 ± 0.06

Початкове значення кислотного числа кондитерського жиру становило 0.7153 мг КОН. У жирі без добавок кислотне число зростало інтенсивніше. Запропоновані варіанти добавок сповільнювали перебіг окиснювальних процесів, а найефективнішою виявилася добавка в кількості 1.0 % порошку з іван-чаю та 0.2 % бурштинової кислоти, що дало змогу сповільнити накопичення вільних жирних кислот у 2.2 раза проти контролю.

Стабілізувальна активність запропонованих добавок підтверджується накопиченням вторинних продуктів окиснення, які взаємодіють із бензидином (табл. 2). Оптичну густина визначали за довжини хвиль 400 нм.

Таблиця 2

**Вплив порошку іван-чаю на зміну бензидинового числа кондитерського жиру під час зберігання, Е 1%/см** $p \leq 0.05; n = 3$ 

Добавка, % до маси жиру	Тривалість зберігання, дів	
	5	10
Контроль	0.006 ± 0.0003	0.017 ± 0.0009
Порошок іван-чаю, 0.5	0.006 ± 0.0003	0.012 ± 0.0006
Порошок іван-чаю, 0.5 + бурштинова кислота, 0.2	0.004 ± 0.0002	0.010 ± 0.0005
Порошок іван-чаю, 1.0	0.005 ± 0.0003	0.011 ± 0.0006
Порошок іван-чаю, 1.0 + бурштинова кислота, 0.2	0.002 ± 0.0001	0.007 ± 0.0004

Найвищу антиоксидантну дію за величиною бензидинового числа після 10 дів зберігання проявила суміш порошку іван-чаю (1 %) та бурштинової кислоти (0.2 %). У цьому зразку жиру накопичилось у 2.4 раза менше карбонільних сполук, які взаємодіють з бензидином, ніж у контрольному. Деяко нижчу ефективність виявила суміш порошку іван-чаю (0.5 %) та бурштинової кислоти (0.2 %).

Стабілізувальні властивості на 10 добу зберігання жирової суміші за температури  $80 \pm 2$  °С продемонстрували усі запропоновані

варіанти добавок, проте вищу антиокислювальну дію мали суміші із синергістом, бурштиновою кислотою.

**Висновки.** Встановлено, що речовини *Chamaenerion angustifolium* (L.) у поєднанні з бурштиновою кислотою сповільнюють окиснювальні процеси у кондитерському жирі для вафельних та прохолоджувальних начинок під час зберігання, що підтверджує їхні антиоксидантні властивості. Обґрунтовано використання порошку *Chamaenerion angustifolium* (L.) (0.5 і 1 %) окремо та в поєднанні з бурштиновою кислотою (0.2 %) для збільшення строку зберігання вафельних тортів із жировими начинками.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ясінська І., Іванова В. Ефективність та регулювання використання рослинної сировини та екстрактів у якості добавок антиоксидантної дії. *Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні*: Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 30 лист. 2021 р.). Київ: НУХТ, 2021. С. 24-26.
2. Ярошенко Н. Ю. Дослідження флавоноїдних сполук у фітопорошку із гірчака зміїного та можливість його використання в борошняних кондитерських виробках. *Вісн. Львів. торг.-екон. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2022. № 29. С. 77-81. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-29-11>
3. Ситнік Н. С., Федякіна З. П. Дослідження впливу температури на ефективність антиоксидантів біологічного походження. *Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій і косметичній промисловості*: Матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 18-19 лист. 2021 р.). Харків, 2021. С. 158-162.
4. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини: монографія. Львів: ЛТЕУ, 2017. 328 с.
5. Mo Ya-nan, Cheng Feng, Yang Zhen, Shang Xiao-fei, Liang Jian-ping, Shang Ruofeng et al. Antioxidant activity and the potential mechanism of the fruit from *Ailanthus altissima* swingle. *Frontiers Veterinary Sci.* 2021. Vol. 8. P. 1-14. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.784898>
6. Ларіонов В. Б., Цісак А. О., Бенет С. С. Поліфенольний статус та антиоксидантна активність трави *Thymus serpyllum* L. *Вісн. Одеського нац. ун-ту. Хімія*. 2023. Т. 28. № 1 (84). С. 75-84. [https://doi.org/10.18524/2304-0947.2023.1\(84\).277069](https://doi.org/10.18524/2304-0947.2023.1(84).277069)
7. Lenchyk L. V. Determination of Content of Flavonoids, Hydroxycinnamic acids and Volatile compounds in Plum leaves. *IJAPBC*. 2016. Vol. 5. No 2. P. 131-136.
8. Skrypnik L., Grigorev N., Michailov D., Antipina M., Danilova M., Pungin A. Comparative study on radical scavenging activity and phenolic compounds content in water bark extracts of alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), oak (*Quercus robur* L.) and pine (*Pinus sylvestris* L.). *European Journal of Wood and Wood Products*. 2019. No 77 (5). P. 879-890. <https://doi.org/10.1007/s00107-019-01446-3>
9. Bilous O., Sytnik N., Bukhkalov S., Glukhykh V., Sabadosh G., Natarov V., Yarmysh N., Zakharkiv S., Kravchenko T., Mazaeva V. Development of a food antioxidant complex of plant origin. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. No 11 (102). P. 66-73. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442>
10. Куракін О. Б., Чала М. В. Сучасні види сировини та напівфабрикатів для виробництва БКВ у ЗРГ. Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми

- розвитку та регулювання: Матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Черкаси, 19-20 бер. 2020 р.). Черкаси: ЧДТУ, 2020. С. 448-450.
11. Лабейко М. А., Литвиненко О. А., Любченко Н. М., Гладкий Ф. Ф. Про здатність природних антиоксидантів впливати на окиснення харчових рослинних олій. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2019. № 1. С. 78-85. <https://doi.org/10.20998/%25x>
  12. *Хімічний склад іван-чаю*. URL: <http://ivantea.com.ua/articles/article-6>
  13. Gryszczyńska A., Dreger M., Piasecka A., Piotr K., Witaszak N., Sawikowska A., Ożarowski M. et al. Qualitative and quantitative analyses of bioactive compounds from ex vitro *Chamaenerion angustifolium* (L.) (*Epilobium angustifolium*) herb in different harvest times. *Crops Prod.* 2018. No 123. P. 208-220. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.010>
  14. ДСТУ ISO 6886:2003. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначання стійкості до окиснювання (Прискорена проба на окиснювання) (ISO 6886:1996, IDT). Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.
  15. ДСТУ ISO 3960-2001. Жири та олії тваринні і рослинні. Визначання пероксидного числа (ISO 3960:1998, IDT). Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 7 с.
  16. ДСТУ ISO 660:2009. Жири тваринні та рослинні й олії. Метод визначення кислотного числа та кислотності (ISO 660:1996, IDT). Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 11 с.
  17. ДСТУ 4803:2013. Торти і тістечка. Загальні технічні умови. [На заміну ДСТУ 4803:2007]. Київ: Мінекономрозвитку України, 2013. 22 с.

#### REFERENCES

1. Yasinska, I., & Ivanova, V. (2021). Efficiency and regulation of the use of plant raw materials and extracts as antioxidant supplements. *Problems and Practical Approaches to the Production and Regulation of Food Additives in the European Union and Ukraine: Proceedings of the I intern. scient. and pract. conf.* (pp. 24-26). Kyi'v: NUHT [in Ukrainian].
2. Yaroshenko, N. Iu. (2022). Investigation of flavonoid compounds in snake oil herbal powder and the possibility of its use in flour confectionery products. *Bulletin of Lviv University of Trade and Economics. Series: Technical sciences*, 29, 77-81. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-29-11> [in Ukrainian].
3. Sytnik, N. S., & Fediakina, Z. P. (2021). Study of the effect of temperature on the effectiveness of antioxidants of biological origin. *Chemistry, bio- and nanotechnology, ecology and economics in the food and cosmetics industry: Proceedings of the IX intern. scient. and pract. conf.* (pp. 158-162). Kharkiv [in Ukrainian].
4. Lozova, T. M., & Syrokhman, I. V. (2017). *Scientific substantiation of improving the consumer properties of flour confectionery products using natural non-traditional raw materials*. Lviv: LTEU [in Ukrainian].
5. Mo, Ya-nan, Cheng, Feng, Yang, Zhen, Shang, Xiao-fei, Liang, Jian-ping, Shang, Ruo-feng et al. (2021). Antioxidant activity and the potential mechanism of the fruit from *Ailanthus altissima* swingle. *Frontiers Veterinary Sci.* (Vol. 8), (pp. 1-14). <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.784898> [in English].
6. Larionov, V. B., Tsisak, A. O., & Bieniet, S. S. (2023). Polyphenolic status and antioxidant activity of the herb *Thymus serpyllum* L. *Bulletin of Odesa National University. Chemistry*. Vol. 28, 1 (84), 75-84. [https://doi.org/10.18524/2304-0947.2023.1\(84\).277069](https://doi.org/10.18524/2304-0947.2023.1(84).277069) [in Ukrainian].
7. Lenchyk, L.V. (2016). Determination of Content of Flavonoids, Hydroxycinnamic acids and Volatile compounds in Plum leaves. *IJAPBC*. Vol. 5, 2, 131-136 [in English].



8. Skrypnik, L., Grigorev, N., Michailov, D., Antipina, M., Danilova, M., & Pungin, A. (2019). Comparative study on radical scavenging activity and phenolic compounds content in water bark extracts of alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), oak (*Quercus robur* L.) and pine (*Pinus sylvestris* L.). *European Journal of Wood and Wood Products*, 77 (5), 879-890. <https://doi.org/10.1007/s00107-019-01446-3> [in English].
9. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhhalo, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V. et al. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 6, 11 (102), 66-73. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442> [in English].
10. Kurakin, O. B., & Chala, M. V. (2020). Modern types of raw materials and semi-finished products for the production of BKV in the F&B industry. *Tourism and hotel and restaurant business in Ukraine: problems of development and regulation: Proceedings of the XI intern. scient. and pract. conf.* (pp. 448-450). Cherkasy: ChDTU [in Ukrainian].
11. Labeiko, M. A., Lytvynenko, O. A., Liubchenko, N. M., & Hladkyi, F. F. (2019). On the ability of natural antioxidants to influence the oxidation of edible vegetable oils. *Integrated technologies and energy saving*, 1, 78-85. <https://doi.org/10.20998/%25x> [in Ukrainian].
12. *Chemical composition of ivan-tea*. <http://ivantea.com.ua/articles/article-6/> [in Ukrainian].
13. Gryszyńska, A., Dreger, M., Piasecka, A., Piotr, K., Witaszak, N., Sawikowska, A., Ożarowski, M. et al. (2018). Qualitative and quantitative analyses of bioactive compounds from ex vitro *Chamaenerion angustifolium* (L.) (*Epilobium angustifolium*) herb in different harvest times. *Crops Prod.*, 123, 208-220. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.010> [in English].
14. Animal and vegetable fats and oils. Determination of oxidation resistance (Accelerated Oxidation Test). (2003). *DSTU ISO 6886:2003*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].
15. Animal and vegetable fats and oils. Determination of the peroxide number. (2002). *DSTU ISO 3960:2001*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].
16. Animal and vegetable fats and oils. Method for determination of acid number and acidity. (2006). *DSTU ISO 660:2001*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].
17. Cakes and pastries. General technical conditions. (2013). *DSTU 4803:2013*. Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy [in Ukrainian].

---

**Конфлікт інтересів.** Автор заявляє, що вона не має фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не має відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору.

Автор не отримувала прямого фінансування для цього дослідження.

Voidunyk R. Antioxidant properties of ivan-tea (*Chamaenerion angustifolium* (L.)). *International scientific-practical journal "Commodities and markets"*. 2023. № 2 (46). P. 82-90. [https://doi.org/10.31617/2.2023\(46\)07](https://doi.org/10.31617/2.2023(46)07)

Надійшла до редакції 24.05.2023.

Прийнято до друку 29.05.2023.

Публікація онлайн 23.06.2023.