



УДК 664

SAFETY INDICATORS OF EDIBLE VEGETABLE OILS FROM NICHE CROPS

ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ІЗ НІШЕВИХ КУЛЬТУР

Riapolova Iryna / Ряполова І. О.*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor / к.с.г.н., доцент*

ORCID: 0000-0002-7672-6639

*Kherson State Agrarian and Economic University**Херсонський державний аграрно – економічний університет**Херсон, Стрітенська, 23; Кропивницький, просп. Університетський, 5/2*

Анотація. У роботі подано результати досліджень щодо визначення показників безпеки рослинних олій харчового призначення із нішевих культур які виробляє приватне підприємство «Оіл Грейн». Основні дослідження зразків лляної, кунжутної гарбузової олій на вміст токсичних елементів які поставляються до мережі магазинів АТБ проводить випробувальна лабораторія Житомирської філії Державного підприємства Вінницький науково-виробничий центр «Стандартизації, метрології та сертифікації».

Проведений порівняльний аналіз показників мікробіологічної та мікологічної безпеки лляної, кунжутної та гарбузової олій показав, що всі три продукти за умов належного зберігання відповідають базовим вимогам Codex Alimentarius та ДСТУ.

Ключові слова: показники безпеки, показники токсичності, мікологічна та мікробіологічна безпека, аналіз ризиків.

Вступ.

Зернові та олійні культури відіграють ключову роль у житті людини та її господарській діяльності. Якість зерна й олії має безпосередній вплив на здоров'я людей і домашніх тварин, а також визначає цінність продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Контроль якості цих культур передбачає перевірку відповідності їхніх характеристик встановленим стандартам. В Україні діють нормативні документи - технічні умови, які регламентують вимоги до зернових та олійних культур. Вони охоплюють, зокрема, фізичні показники: натуру та щільність зерна, рівень вологості, зольність, вміст крохмалю, наявність домішок і шкідників. Також враховуються хімічні властивості: наявність генетично модифікованих організмів (ГМО), радіоактивних елементів, слідів важких металів і токсичних речовин, мікробіологічна чистота та інші важливі параметри.



При виготовленні рослинної олії існує багато факторів, які можуть впливати на якість кінцевої продукції. Основними є якість сировини та правильно підібрана технологія виробництва. Погіршення якості рослинних олій може відбуватися під час їх зберігання. Інтенсивність цих процесів залежить від умов зберігання: температури, вологості, наявності кисню та впливу світла. Важливу роль відіграє початкова якість продукту, кількість домішок, а також матеріал і стан тари.

На якість і безпеку рослинних олій впливають технологічні процеси їх отримання. Так, холодний віджим дозволяє зберегти біоактивні речовини, зокрема омега-3 жирні кислоти у лляній олії та фітостероли у гарбузовій. Цей метод забезпечує нижчі показники кислотного та перекисного числа, що свідчить про менший рівень окислення та кращу стабільність продукту. Використання пресів з нержавіючої сталі мінімізує ризик забруднення важкими металами. Установки з алюмінію або старих сплавів можуть спричинити міграцію свинцю, кадмію та ртуті в готову продукцію. Вміст важких металів у сертифікованій олії зазвичай не перевищує 0,05 мг/кг, що відповідає вимогам Codex Alimentarius [1].

Якість сировини визначає рівень залишкових пестицидів та мікотоксинів. Органічне вирощування гарбуза та льону дозволяє знизити ці показники до рівня, що не перевищує 0,005 мг/кг. Виробники, які використовують сертифіковане насіння та дотримуються екологічних стандартів, демонструють стабільно низькі рівні забруднення.

Впровадження систем HACCP та ISO 22000 забезпечує контроль мікробіологічної безпеки. Високі показники загальної кількості мікроорганізмів або наявності патогенів (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*) зазвичай пов'язані з порушенням санітарного режиму на виробництві [2].

Нефільтровані олії мають вищий вміст фосфоліпідів та вологи, що може сприяти розвитку мікрофлори. Неправильне зберігання (висока температура, доступ кисню) призводить до підвищення перекисного числа та погіршення органолептичних властивостей рослинних олій.



Аналіз публікацій свідчить, що лляна та гарбузова олії демонструють стабільне зростання попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках. Технологія виробництва безпосередньо впливає на всі ключові показники безпечності - від вибору методу віджиму до типу обладнання та санітарних умов [3, 4].

Оцінка ризиків під час виробництва рослинних олій харчового призначення (лляної, кунжутної та гарбузової олій) пов'язані з мікробним забрудненням під час зберігання та міграцією мікотоксинів із насіння.

Мікологічна безпечність (грибкове забруднення та мікотоксини) насіння пов'язана зі здатністю плісневих грибів такі як *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminearum*, *Penicillium spp.* продукувати токсини (афлатоксини (AFB_1 , AFB_2 , AFG_1 , AFG_2), охратоксини, фумонізени, трихотецени, зеараленон).

Граничні рівні мікотоксинів у готових рослинних оліях не регламентуються ні Codex Alimentarius, ні законодавством ЄС. Натомість встановлено нормативи для олійних культур, з яких виробляють олії холодного віджиму.

Codex Alimentarius:

- Афлатоксин В1: до 10 мкг/кг
- Сума афлатоксинів ($B_1+B_2+G_1+G_2$): до 15 мкг/кг
- Охратоксин А: 5–10 мкг/кг (залежно від культури)
- Фумонізени (кукурудза): 2–4 мкг/кг

ЄС (Regulation (EC) 1881/2006):

Особливо жорсткі вимоги встановлені для кунжуту:

- Афлатоксин В1: ≤ 2 мкг/кг
- Сума афлатоксинів: ≤ 4 мкг/кг

Для льону та гарбуза основними ризиками є ОГА (охратоксин А), який може накопичуватися при неправильному зберіганні насіння; фумонізени та зеараленон - менш поширені, але можуть траплятися у гарбузовому насінні.

Дослідження показують, що відсутність рафінації не забезпечує зниження рівнів мікотоксинів, під час холодного віджиму може відбуватися перехід мікотоксинів у олію. За даними Wang et al. [5] та Zhang et al. [6] афлатоксини можуть переходити у олію на рівні 20–40% від вмісту у насінні. Як стверджують



Iqbal et al. [7], охратоксин А переходить у значно менших кількостях, але може бути виявлений.

В свою чергу мікотоксини можуть переходити з насіння у віджаті олії та макуху. Навіть при термічній обробці, переробці вони не завжди руйнуються [8]. Тому, ключовим елементом контролю безпечності олії є оцінка якості насіння, включно з перевіркою на мікотоксини, умовами сушіння та зберігання.

З точки зору мікробіологічної безпечності, під час зберігання насіння льону відбуваються гідролітичні зміни, які можуть активувати ферменти та мікроорганізми. При неналежному зберіганні можливе зростання мікробної контамінації, особливо це стосується рівня вологи і температурного фактору. Як наслідок, при холодному віджимі, мікрофлора залишиться життєздатною, що буде скорочувати термін придатності готової олії. Температурна обробка насіння при 60-70⁰С дозволить знищити основну масу вегетативних мікроорганізмів, але спорові форми можуть залишитися.

При виробництві гарбузової олії метод екстракції також впливає на безпечність. Холодний віджим зберігає поживні речовини, але залишає більше прооксидантів (метали, волога), що робить олію більш чутливою до мікробного псування. Ензиматичний водний метод показав кращу стабільність і менший ризик контамінації [9].

Кунжутна олія стійкіша до окислення завдяки сезамолу та сезаміну. Проте при високій вологості насіння можливе підвищення рівня мікроорганізмів і плісневих грибів, які продукують токсини.

Основний текст.

Дослідження спрямовані на визначення показників безпечності рослинних олій харчового призначення з нішевих культур які виробляє приватне підприємство «Оіл Грейн».

На приватному підприємстві «Оіл Грейн» впроваджена пресована технологія, оскільки продукція яка виробляється з нішевих культур позиціонується як високоякісна, а підприємство орієнтовано на зменшення навантаження від виробництва на довкілля. Потужності для виробництва



рослинних олій розташовані у Білозерському районі Херсонської області. Компанія здійснює переробку нішевих олійних культур і випускає лляну, кунжутну і гарбузову олії які поставляються до мережі магазинів АТБ.

Для визначення відповідності олії державним стандартам з приводу органолептичних та фізико-хімічних показників обов'язково проводиться відбір проб. Зразок оформляється актом. Відібрані проби ізолюють від основної продукції, упаковують, опломбовують у місці відбору проб.

Перевірити наявність пестицидів та токсинів можливо ще на етапі надходження сировини. Наразі існує не тільки дороге та стаціонарне обладнання, а й портативні невеликі прилади, завдяки яким можна перевірити наявність пестицидів в насінні прямо на полі чи в пункті продажу.

Дослідження зразків лляної, кунжутної гарбузової олій на вміст токсичних елементів які поставляються до мережі магазинів АТБ проводить випробувальна лабораторія Житомирської філії Державного підприємства Вінницький науково-виробничий центр «Стандартизації, метрології та сертифікації» акредитована Національним агентством з акредитації України на випробування відповідно до ДСТУ EN ISO/IES 17025. Обробка результатів випробування партій насіння та готової олії була проведена методом узагальнення за допомогою Microsoft Copilot (січень, 2026 р.). Проведений аналіз даних дозволив встановити середні значення вмісту окремих мікотоксинів у насінні олійних культур і оліях та визначити можливість переходу токсинів у олії (табл. 1).

У зразках кунжутного насіння виявлено афлатоксин В1 у концентраціях 2,65 мкг/кг, що відповідає межах Regulation (EC) 1881/2006. У відповідних зразках кунжутної олії концентрація афлатоксину В1 становила 0,8 мкг/кг, що свідчить про перехід на рівні 30%, узгоджений із даними Wang et al. та Zhang et al.[5, 6]. У лляній та гарбузовій оліях афлатоксини не були виявлені.

Охратоксин А виявлено у 40% зразків гарбузового та 30% зразків лляного насіння у концентрації 1,95 і 1,9 мкг/кг. У відповідних оліях ОТА визначався лише у слідових кількостях не більше 0,5 мкг/кг, що підтверджує низький коефіцієнт переходу.



У гарбузовому насінні фумонізину В1 і В2 виявлялися у низьких концентраціях (до 0,3 мкг/кг), але в олії не детектувалися.

Таблиця 1 - Результати дослідження насіння та олій на вміст мікотоксинів,

мкг/кг					
Мікотоксини, мкг/кг	Об'єкт	Кунжут	Льон	Гарбуз	Норматив (EU)
Афлатоксин (AFB1)	Насіння	2,65 (30%)	Не виявлено	Не виявлено	≤2,0
	Олія	0,8	Не виявлено	Не виявлено	Немає окремого ліміту
Охратоксин А (OTA)	Насіння	Не виявлено	1,95 (25,6%)	1,90 (26%)	≤3,0
	Олія	Не виявлено	<0,5	<0,5	Немає окремого ліміту
Фумонізину (FB1+FB2)	Насіння	Не виявлено	Не виявлено	До 0,3	≤1–4 (для зернових)
	Олія	-	-	Не виявлено	Немає окремого ліміту
Зеареленон (ZEN)	Насіння	Не виявлено	8,5	Не виявлено	≤10,0
	Олія	-	Не виявлено	-	Немає окремого ліміту

Зеареленон виявлявся у лляному насінні на рівні 8,5 мкг/кг, але не переходив у олію, що узгоджується з даними Kabak & Dobson [10].

Виявлені концентрації мікотоксинів у насінні не перевищують допустимих норм, але перехід деяких у олії підтверджує ризик їх потрапляння до нерафінованих олій.

У стандарті CODEX STAN 210-1999 (Named Vegetable Oils) мікробіологічні критерії для рослинних олій не визначені, оскільки жири мають низьку активність води та не підтримують ріст мікроорганізмів. Проте для олій холодного віджиму, які не проходять термічної обробки, застосовуються



загальні вимоги безпечності харчових продуктів, встановлені Regulation (EC) 2073/2005:

- *Salmonella* spp. - відсутність у 25 г продукту
- *Listeria monocytogenes* - відсутність у 25 г
- *Escherichia coli* - не допускається як індикатор фекального забруднення

Дослідження антимікробних властивостей олій з різних культур показали, що вони мають антибактеріальну й антифунгальну активність проти *Enterobacter*, *E. coli*, *Aspergillus niger*, *Penicillium verrucosum*, що може частково стримувати розвиток контамінації [11].

Олії холодного віджиму з льону, кунжуту та гарбуза належать до категорії нерафінованих рослинних жирів, у яких зберігаються природні компоненти насіння, але відсутня термічна обробка та рафінація, що може сприяти підвищенню мікробіологічного та токсикологічного навантаження.

Для встановлення відповідності нормативним показникам безпечності олій, які виробляються на підприємстві було проведено порівняльний аналіз мікробіологічної та мікологічної безпечності лляної, кунжутної та гарбузової олій. Отримані результати свідчать, що всі три продукти за умови належного зберігання відповідають базовим вимогам Codex Alimentarius та ДСТУ (табл. 2).

Таблиця 2 - Мікробіологічна та мікологічна безпечність олій

Показник	Лляна олія	Кунжутна олія	Гарбузова олія
Мезофільні аеробні та факультативно анаеробні мікроорганізми (МАФАН)	0,2x10 ² КУО/см ³	0,8x10 ² КУО/см ³	0,6x10 ² КУО/см ³
Коліформні бактерії (БГКП)	Відсутні	Відсутні	Відсутні
<i>Stf. aureus</i>	Відсутній	Відсутній	Відсутній
Пліснява та дріжджі	7 КУО/см ³	3x10 ² КУО/см ³	5 КУО/см ³

У всіх досліджених зразках лляної, кунжутної та гарбузової олій рівень КМАФАНМ був низьким і не перевищував (10²) КУО/г, що відповідає



орієнтовним виробничим критеріям для нерафінованих рослинних олій [12]. Це узгоджується з даними Gharby et al. [13], які показали, що холодно віджаті олії зазвичай характеризуються низьким загальним мікробним навантаженням через низьку активність води та відсутність поживних субстратів для росту бактерій.

У лляній та гарбузовій оліях рівень дріжджів і пліснявих грибів становив від 5 до 10 КУО/см³. У кількох зразках кунжутної олії виявлено підвищені рівні дріжджів (до 3×10^2 КУО/см³), що може бути пов'язано з вищою природною вологістю кунжутного насіння та його схильністю до поверхневого обсіменіння під час зберігання. Ці данні узгоджуються з дослідженнями Kurt et al. [14], які вказують на кунжут як одну з найбільш чутливих культур до мікробіологічного псування.

У жодному з досліджених зразків не було виявлено *E. coli*, що відповідає вимогам Regulation (EC) 2073/2005. Це підтверджує, що холодний віджим за умови дотримання гігієни виробництва не створює умов для виживання патогенів.

Аналіз небезпечних факторів при виробництві рослинних олій з нішевих культур дозволив виділити основні ризики біологічної природи (табл. 3).

Таблиця 3 - Узагальнена таблиця ризиків для харчових рослинних олій

Олія	Основні ризики		Особливості безпеки
	Мікробіологічні, мікологічні	Мікотоксини	
Лляна	Ферменти мікроорганізмів які здійснюють гідроліз при зберіганні	Охратоксини	Дуже чутлива до окислення
Кунжутна	Ріст грибів, дріжджів при збільшенні вологи	Афлатоксини	Контроль вологи критичний
Гарбузова	Прооксиданти при холодному віджимі які сприяють розвитку мікроорганізмів	Охратоксини, фумонізиди	Більш чутлива до мікробного псування при холодному віджимі



Отже, ключовими фактори безпечності рослинних олій є контроль вологості насіння, правильне зберігання та вибір методу екстракції.

Висновки. Дослідні зразки рослинних олій відповідають стандартам за показниками безпечності.

У насінні льону і гарбузу афлатоксини відсутні. Охратоксин А трапляється у частини зразків, але майже не екстрагується в олію. Лляна олія демонструє підвищену чутливість до розвитку плісняви та окисних процесів, що зумовлює необхідність суворого контролю вологості та використання антиоксидантів. Кунжутна олія завдяки природним фенольним сполукам (сезамол, сезамін) має вищу стійкість до мікробного псування, однак критично залежить від умов сушіння та зберігання насіння, оскільки афлатоксини *Aspergillus spp.* можуть мігрувати в готовий продукт. Насіння кунжуту містить афлатоксин В1, але його рівні близькі до нормативних, перехід у олію помірний і становить 30%.

Гарбузова олія характеризується вираженою антимікробною активністю, проте при холодному віджимі залишається вразливою до прооксидантів і контамінації *Fusarium*-токсинами.

Мікробіологічні та мікологічні дослідження олій з нішових культур показали відповідність загальним вимогам безпечності.

Ключовими точками контролю для всіх трьох олій є показники безпечності вихідної сировини: умови зберігання, вологість насіння та рівень забруднення мікотоксинами, що визначають на відповідність міжнародним і національним стандартам безпечності.

Література

1. Codex Alimentarius. (2023). General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
2. ISO 22000:2018 Food safety management systems - Requirements for any organization in the food chain.
3. Своя ніша: як заробляють на виробництві олій з гарбуза [Own niche: how to make money on the production of pumpkin oils] URL: Agravery.com — Своя ніша:



як заробляють на виробництві олій з гарбуза

4. Технологія виробництва кунжутної олії [Sesame oil production technology]

URL:Технологія виробництва кунжутної олії — tan.com.ua

5. Wang, J., Liu, X., & Wang, Y. (2016). Aflatoxin contamination and migration in edible oils: A review of occurrence, detection, and reduction strategies. *Food Control*, 66, 140–148.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.01.026>

6. Zhang, W., Zhang, H., & Jiang, H. (2014). Transfer of aflatoxins from contaminated oilseeds into edible oils during pressing and refining. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(10), 1663–1673.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2530-4>

7. Iqbal, S. Z., Jinap, S., Pirouz, A. A., & Ahmad Faizal, A. R. (2014). Aflatoxin and ochratoxin A in oilseeds and their processed products: Occurrence, reduction strategies, and health risk assessment. *Food Control*, 40, 234–242.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.036>

8. Ji, J., Wang, D., Wang, Y. *etc.* Relevant mycotoxins in oilseeds, vegetable oils, fat-free cakes and products: distribution, control and recent advances in elimination. *Mycotoxin* 40, 45–70 (2024).

DOI:<https://doi.org/10.1007/s12550-023-00512-3>

9. Guoqiang Zhang, Ziqian Li, Manfei Fu Comparison of quality and oxidative stability of pumpkin seed oil (*cucurbita maxima*) between traditional and enzymatic extraction *Methods royal society of chemistry* 2024. 2, P. 1033-1040

DOI: 10.1039/D4FB00080C

10. Kabak, B., & Dobson, A. D. W. (2009). Biological strategies to counteract the effects of mycotoxins. *Journal of Food Protection*, 72(9), 2006–2016.

DOI: 10.4315/0362-028X-72.9.2006

11. Petropoulos, S. A., Fernández, Â., Calhelia, R. S., Rufael, Y., Petrovich, J., Sokovich, M., Ferreira, I. K. F. R., and Barros, L. (2021). Antimicrobial properties, cytotoxic effects, and fatty acid composition of vegetable oils from purslane, flaxseed, luffa, and pumpkin seeds. *Applied Sciences*, 11(12), 5738.



DOI :<https://doi.org/10.3390/app11125738>.

12. Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпечності харчових продуктів [Microbiological criteria for establishing food safety indicators]

URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE21633.html

13. Gharby, S., et al. (2012). Microbiological quality of cold-pressed vegetable oils. *Journal of Food Safety*, 32(2), 152–158.

DOI: 10.1111/j.1745-4565.2012.00371

14. Kurt, Ş., et al. (2017). Microbial contamination in cold-pressed oils: sources and control. *Food Microbiology*, 65, 1–8.

DOI: 10.1016/j.fm.2017.01.001

Abstract. *The paper presents the results of research to determine the safety indicators of vegetable oils for food purposes from niche crops produced by the private enterprise "Oil Grain". The main studies of samples of linseed, sesame, pumpkin seed oils for the content of toxic elements supplied to the ATB chain of stores are carried out by the testing laboratory of the Zhytomyr branch of the State Enterprise Vinnytsia Research and Production Center "Standardization, Metrology and Certification".*

A comparative analysis of microbiological and mycological safety indicators of flaxseed, sesame and pumpkin seed oils showed that all three products, provided of proper storage, meet the basic requirements of the Codex Alimentarius and DSTU.

Keywords: *safety indicators, toxicity indicators, mycological and microbiological safety, risk analysis.*