

УДК 664.1:615.9:614.8:543

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.1.2.19>

## ХІМІЧНІ КОНТАМІНАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗПЕЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

**Приліпко Т. М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
завідувач кафедри харчових технологій виробництва  
й стандартизації харчових продуктів  
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-8178-207X

**Коваль Т. В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
доцент кафедри хімії  
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»  
ORCID ID: 0000-0002-7132-5887

У статті розглянуто один із актуальних напрямів науки про харчування та харчової гігієни, що стосується дослідження токсикологічної безпечності харчових продуктів і наявності в них контамінантів хімічної природи. Актуальність проблеми зумовлена зростанням рівня техногенного забруднення довкілля, що безпосередньо впливає на якість і безпечність харчової сировини та готової харчової продукції. За умов недостатнього контролю використання стійких хімічних сполук вони можуть акумулюватися в продуктах харчування, включатися в харчові ланцюги та чинити потенційно небезпечний вплив на організм людини. Результати показали, що пестициди здебільшого зустрічалися в рослинній сировині – овочах, фруктах і зернових, а також у жирних продуктах тваринного походження. Особливо суттєвими є забруднення водних ресурсів ртутью органічними сполуками, які можуть потрапляти у водні екосистеми внаслідок промислових викидів, зокрема у целюлозно-паперовій та хімічній промисловості. З води ці сполуки через планктон переходять в організм риб і морських тварин. Аналіз зразків риб показав часте виявлення метилртуті, хоча залишкові концентрації були невисокими і в середньому становили 0,02 мг/кг для риби та менше для інших морепродуктів. Свинець виявлений у всіх досліджуваних продуктах, і вміст його складає 0,07–0,13 мг/кг. Отримані значення вмісту свинцю в рослинних продуктах можуть бути в цілому порівняні з орієнтовними максимально допустимими рівнями, рекомендованими міжнародними нормами FAO/WHO та Codex Alimentarius ( $\approx 0,1$  мг/кг для овочів і фруктів), проте окремі виміряні концентрації незначно перевищували цю межу. У варених ковбасах та сосисках диметилнітрозамін виявлявся у 25–54% досліджених зразків, при цьому середній рівень його вмісту не перевищував 3,3 мг/кг. Частота виявлення та концентрації діетилнітрозаміну й нітрозопіперидину були суттєво нижчими. У копчених і напівкопчених ковбасних виробках зафіксовано значно вищі рівні нітрозамінів, причому максимальні значення спостерігалися у ковбасі типу «Ковбаса домашня».

**Ключові слова:** концентрація, зразки, харчові продукти, фрукти, м'ясні продукти, риба, нітрозаміни.

### ***Prylipko T. M., Koval T. V. Chemical contamination and technological aspects of safe food production***

*The article deals with one of the current trends in the science of nutrition and food hygiene, which concerns the study of the toxicological safety of food products and the presence of chemical contaminants in them. The relevance of the problem is due to the growing level of man-made environmental pollution, which directly affects the quality and safety of food raw materials and finished food products. Under the conditions of insufficient control of the use of*

© Приліпко Т. М., Коваль Т. В., 2026



Стаття поширюється на умовах відкритої ліцензії CC BY 4.0

*persistent chemical compounds, they can accumulate in food products, be included in food chains and have a potentially dangerous effect on the human body. The results showed that pesticides were mostly found in vegetable raw materials – vegetables, fruits and cereals, as well as in fatty products of animal origin. Pollution of water resources by mercury organic compounds that can enter water ecosystems as a result of industrial emissions, in particular in the pulp and paper and chemical industry, is particularly significant. From water, these compounds pass through plankton into the body of fish and marine animals. Analysis of fish samples showed frequent detection of methylmercury, although residual concentrations were low and averaged 0.02 mg/kg for fish and less for other seafood. Lead was found in all the studied products, and its content is 0.07–0.13 mg/kg. The obtained values of lead content in vegetable products can be generally compared with the approximate maximum permissible levels recommended by the international standards of FAO/WHO and Codex Alimentarius ( $\approx 0.1$  mg/kg for vegetables and fruits), however, individual measured concentrations slightly exceeded this limit. In cooked sausages and sausages, dimethylnitrosamine was detected in 25–54% of the tested samples, while the average level of its content did not exceed 3.3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . The detection frequency and concentrations of diethylnitrosamine and nitrosopiperidine were significantly lower. Significantly higher levels of nitrosamines were recorded in smoked and semi-smoked sausage products, with the highest values observed in "Homemade Sausage" sausage.*

**Key words:** concentration, samples, food products, fruits, meat products, fish, nitrosamines.

**Постановка проблеми.** Наука про харчування вивчає процеси перетворення, обміну та асиміляції поживних речовин в організмі – білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних та інших компонентів. В цих дослідженнях використовуються принципи та методи різних теоретичних дисциплін – біохімії, фізіології, молекулярної біології [1, с. 72; 2, с. 78]. Складний процес асиміляції включає травлення в порожнині шлунково-кишкового тракту, всмоктування продуктів перетравлювання у внутрішнє середовище організму, клітинне живлення в результаті біохімічних реакцій у внутрішньоклітинних структурах. Отже, сучасне уявлення про харчування включає увесь ланцюг біологічних явищ, пов'язаних з надходженням, перетворенням поживних речовин їжі в організмі та забезпеченням енергією і структурними компонентами всіх фізіологічних функцій, які забезпечують життєдіяльність організму [7, с. 102].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Узагальнення даних теоретичних досліджень щодо перетворення поживних речовин служить вихідною позицією для визначення потреби різних груп населення в поживних речовинах та енергії і рекомендацій норм харчування. Отримані результати теоретичних досліджень служать також основою для розробки профілактичних раціонів і лікувальних дієт, продуктів підвищеної біологічної цінності і створення спеціалізованих продуктів [5, с. 43].

Наука про харчування детально вивчає хімічний склад харчових продуктів, їх смакову, харчову і технологічну цінність. Особлива увага приділяється дослідженню токсикологічних властивостей продуктів харчування [3, с. 83].

Шкідлива для людини дія їжі пов'язана з присутністю в ній двох груп чужорідних речовин – речовин природного походження і речовин, які надходять в зовнішнє середовище в результаті діяльності людини. Забруднення продуктів харчування численними хімічними речовинами, які використовуються в сільському господарстві і промисловості, при відсутності необхідних засобів захисту може досить швидко отримати широке поширення [4, с. 271].

Серед токсичних факторів їжі, які зустрічаються в продуктах харчування в природних умовах, заходяться такі групи сполук як мікотоксини, алергени, гемаглютиніни, інгібітори ферментів, демінералізуючі речовини. Прояв дії мікотоксинів включає широкий круг симптомів – від шкірних подразнень і канцерогенної дії до гострого токсичного ефекту з летальним кінцем. Алергічні реакції,

пов'язані з вживанням звичайних харчових продуктів (молока, яєць, риби, горіхів, шоколаду) характеризуються проявом висипів, ангіонабряків, шлунково-кишкових порушень, астми, анафілактичного шоку. Слід зазначити, що і деякі штучні речовини, які використовуються в харчовій промисловості, наприклад, барвники, є алергенами [3, с. 85; 6, с. 122].

Можлива небезпека для здоров'я людей пов'язана і з такими речовинами, які утворюються в харчових продуктах, як біогенні (пресорні) аміни, які чинять гіпертензійну дію в умовах лікування хворих препаратами інгібіторів моноамінооксидази. Ряд психотропних речовин, які містяться, наприклад, в мускатному горіху, може бути причиною галюцинацій [3, с. 86]. Утворення в результаті взаємодії нітритів з вторинними амінами, які є потенційними канцерогенами, є прикладом чужорідних і небезпечних для здоров'я сполук в харчових продуктах. Гемаглютиніни та інгібітори ферментів в активній формі чинять токсичну дію на людину, яка, однак, майже повністю знімається тепловою обробкою їжі [4, с. 274].

Тому в нашій країні здійснюється широка система заходів, направлених на профілактику захворювань та безпечність використання різних хімічних речовин в сільському господарстві. З цією метою проводяться численні наукові дослідження їх токсикологічних характеристик та розробляються безпечні рівні можливого надходження в організм з харчовими продуктами [7, с. 105].

Серед пестицидів, що надходять у харчові продукти, особливу увагу привертають хлорорганічні, які характеризуються високою ліпофільністю та стійкістю до деградації, які маючи значну стійкість, не руйнуються в зовнішньому середовищі. Більш того, при надходженні з їжею в організм людини, накопичуються в його тканинах, оскільки швидкість перетворення та виведення з організму недостатньо висока [6, с. 123].

**Постановка завдання.** Актуальним напрямком науки про харчування та харчової гігієни є дослідження токсикологічної безпечності харчових продуктів і наявності в них контамінантів хімічної природи.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження наявності залишкових пестицидів у харчових продуктах проводилися із застосуванням стандартизованих методик. Об'єктами аналізу були як сирі продукти, так і ті, що піддавалися кулінарній обробці, а також готові раціони, виготовлені з цих продуктів.

Результати показали, що пестициди здебільшого зустрічалися в рослинній сировині – овочах, фруктах і зернових, а також у жирних продуктах тваринного походження. У більшості випадків концентрації залишкових речовин не перевищували встановлені гігієнічні норми, проте вони виявлялися регулярно.

У овочах та фруктах виявлялися переважно фосфорорганічні інсектициди та піретроїди, з концентраціями 0,01–0,2 мг/кг, інколи до 0,5 мг/кг. У зернових культурах та продуктах їх переробки залишкові кількості гербіцидів і фунгіцидів зазвичай становили 0,02–0,3 мг/кг.

Серед продуктів тваринного походження (молоко, м'ясо, риба) найбільш поширеними були ліпофільні хлорорганічні пестициди. Вміст цих сполук у м'ясі та рибі коливався від 0,005 до 0,05 мг/кг, у молоці – від 0,002 до 0,02 мг/кг, при цьому на жирову фазу ці показники були значно вищими.

Кулінарна обробка (миття, очищення, теплове оброблення) сприяла зниженню рівнів пестицидів на 30–70%, особливо для фосфорорганічних та карбаматних сполук. Для хлорорганічних пестицидів зменшення концентрації було менш суттєвим через їхню стійкість та здатність до накопичення в жировій тканині.

Поряд із пестицидами харчові продукти можуть містити й інші хімічні забруднювачі, що становлять потенційну загрозу для здоров'я людини. До числа таких сполук

належать важкі метали, які здатні накопичуватися в організмі та чинити токсичну дію навіть у невеликих концентраціях. Серед важких металів, що найчастіше потрапляють у харчові продукти, виділяють свинець (Pb), кадмій (Cd), ртуть (Hg) та миш'як (As). Вони здатні накопичуватися у різних органах і тканинах людини: свинець і кадмій – у нирках та кістковій тканині, ртуть – у нервовій системі та печінці, миш'як – у печінці та шкірі. Джерелами надходження важких металів у продукти харчування є забруднення ґрунту, води, атмосферного повітря, а також промислової та сільськогосподарської діяльності. На відміну від багатьох пестицидів, вони не піддаються розкладу при кулінарній обробці і можуть довго зберігатися у тканинах людини.

Особливо суттєвими є забруднення водних ресурсів ртуть органічними сполуками, які можуть потрапляти у водні екосистеми внаслідок промислових викидів, зокрема у целюлозно-паперовій та хімічній промисловості. З води ці сполуки через планктон переходять в організм риб і морських тварин.

Аналіз зразків риб показав часте виявлення метилртуті, хоча залишкові концентрації були невисокими і в середньому становили 0,02 мг/кг для риби та менше для інших морепродуктів (таблиця 1).

Таблиця 1

**Вміст метилртуті в деяких видах риб і продуктах моря**

Об'єкт дослідження	Вміст, мг/кг
Окунь морський	0,021±0,003
Салака	0,005±0,001
Мойва	0,07±0,001
Морські гребінці	0,017±0,001
Кальмари	0,012±0,002
Креветки	0,005±0,001

Варто відзначити, що ці значення перебувають нижче гранично допустимих рівнів, рекомендованих FAO/WHO, що свідчить про їх відносну безпечність для споживання за умов дотримання помірних норм вживання.

Визначення свинцю в деяких видах харчових продуктів (плодах, ягодах) було проведене з допомогою атомно-абсорбційного методу. Як видно з таблиці 2, свинець виявлений у всіх досліджуваних продуктах, і вміст його складає 0,07–0,13 мг/кг. Отримані значення вмісту свинцю в рослинних продуктах можуть бути в цілому порівняні з орієнтовними максимально допустимими рівнями, рекомендованими міжнародними нормами FAO/WHO та Codex Alimentarius ( $\approx 0,1$  мг/кг для овочів і фруктів), проте окремі виміряні концентрації незначно перевищували цю межу.

Таблиця 2

**Вміст свинцю в плодах та ягодах (середнє з 10–14 зразків)**

Об'єкт дослідження	Сира маса, мг/кг
Виноград	0,137±0,014
Абрикоси	0,119±0,013
Вишня	0,100±0,04
Яблука	0,096±0,04
Персики	0,098±0,010
Слива	0,097±0,012
Черешня	0,071±0,006

Нітрозаміни належать до групи хімічних сполук, що становлять потенційну канцерогенну небезпеку для людини та є об'єктом досліджень у багатьох країнах. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що значна частина відомих нітросполук проявляє канцерогенну активність, а їх надходження з харчовими продуктами у концентраціях 0,5–1,0 мг/кг призводить до розвитку злякисних новоутворень у лабораторних тварин. Розвиток високочутливих аналітичних методів суттєво розширив можливості ідентифікації та кількісного визначення нітрозамінів, зокрема у харчових продуктах. Визначення летких N-нітрозамінів у м'ясних продуктах виконували методом газової хроматографії після попередньої екстракції та очистки зразків. Метод дозволяє кількісно оцінювати основні сполуки, зокрема N-нітрозодиметиламін (NDMA), N-нітрозодіетиламін (NDEA) та N-нітрозопіперидин (NPIP) на рівнях, характерних для харчових продуктів.

В таблиці 3 приведені результати визначення вмісту нітрозамінів в м'ясних продуктах.

Таблиця 3

**Вміст нітрозамінів в м'ясі та деяких м'ясних продуктах**

Продукти	К-сть визначень	NDMA		NDEA		NPIP	
		Виявлення, %	Середній вміст	Виявлення, %	Середній вміст	Виявлення, %	Середній вміст
Ковбаса особлива	11	54,5	2,7	45,4	4,2	18,2	1,3
Ковбаса докторська	11	27,3	1,9	18,2	1,6	9,1	0,9
Ковбаса молочна	8	37,5	2,8	37,5	2,4	25,0	1,8
Мясний хліб	9	33,3	2,2	22,2	1,5	33,3	1,4
Ковбаса ліверна	8	25,0	3,0	25,0	1,7	25,0	1,8
Сосиски молочна	9	44,4	3,3	22,2	1,5	33,3	1,1
Ковбаса краковська	13	53,9	3,5	38,4	3,8	30,8	2,4
Ковбаса домашня	12	83,3	5,4	66,6	6,1	75,0	23,4
Ковбаса саламі	7	57,2	2,9	57,2	4,1	42,8	1,6
Колбаса сервілат	7	71,4	3,1	28,6	2,8	57,2	1,7
Окорок домашній	7	28,6	1,5	28,6	1,0	57,2	1,4

У варених ковбасах та сосисках диметилнітрозоамін виявлявся у 25–54% досліджених зразків, при цьому середній рівень його вмісту не перевищував 3,3 мкг/кг. Частота виявлення та концентрації діетилнітрозаміну й нітрозопіперидину були суттєво нижчими. У копчених і напівкопчених ковбасних виробках зафіксовано значно вищі рівні нітрозамінів, причому максимальні значення спостерігалися у ковбасі типу «Ковбаса домашня». Відомо, що наявність нітрозамінів у харчових продуктах у концентраціях 500 мкг/кг і більше асоціюється з розвитком злякисних новоутворень у лабораторних тварин, що

свідчить про потенційну небезпеку підвищеного вмісту цих сполук у м'ясних продуктах.

**Висновки.** 1. Отже, харчові продукти містять залишкові пестициди у невеликих кількостях, які зазвичай не перевищують рекомендовані FAO/WHO MRL, проте при тривалому надходженні можуть мати гігієнічне значення та потребують постійного контролю з боку санітарно-гігієнічних служб.

2. Джерелами надходження важких металів у продукти харчування є забруднення ґрунту, води, атмосферного повітря, а також промислова та сільськогосподарська діяльність. На відміну від багатьох пестицидів, вони не піддаються розкладу при кулінарній обробці і можуть довго зберігатися у тканинах людини.

3. Особливо суттєвими є забруднення водних ресурсів ртуть органічними сполуками, які можуть потрапляти у водні екосистеми внаслідок промислових викидів, зокрема у целюлозно-паперовій та хімічній промисловості. З води ці сполуки через планктон переходять в організм риб і морських тварин.

4. Розвиток високочутливих аналітичних методів суттєво розширив можливості ідентифікації та кількісного визначення нітрозамінів, зокрема у харчових продуктах.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Prylipko T.M., Kostash V. B., Pidlisnyj V.V., Semenov A. M. Improvement of methods of identification of meat types. *The International Scientific Periodical Journal "Modern engineering and innovative technologies"* Karlsruhe, Germany Issue. № 26. Part 1. April 2023. P.72-77.

2. Prylipko T.M., Koval T.V. Method of operational quality control of meat raw materials and meat products. *The International Scientific Periodical Journal "Modern engineering and innovative technologies"* Karlsruhe, Germany Issue. № 26. Part 1. April 2023. P.78-83.

3. Tetiana Prylipko, Volodymyr Kostash, Viktor Fedoriv, Svitlana Lishchuk, Volodymyr Tkachuk. Control and Identification of Food Products Under EC Regulations and Standards. *International Journal of Agricultural Extension*. Special Issue (02). 2021. P.83-91.

4. Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Канцерогенні N-нітрозаміни в харчових продуктах. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон: Видавничий дім «Гельветика». 2024. Вип. 4. С. 271-277.

5. Приліпко Т.М., Федорів В.М. Методи сучасних видів експертизи якості, ідентифікації фальсифікації продовольчої сировини тваринного походження *Вісник Львівського торговельно-економічного університету Технічні науки. Харчові технології*. 2023. №35. С.43-48

6. Толчинський О.В. Походження та наслідки нітратної інтоксикації для людини і тварин. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2013, №2 (55). С. 122-125.

7. Хіцька О.А. Ризик-орієнтована система контролю безпечності харчових продуктів: аналіз міжнародного та національного законодавства. *Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. Ветеринарні науки*. Харків. Вип. 35. Ч. 2, Т. 3. 2018. С. 102–106.

#### REFERENCES:

1. Prylipko T.M., Kostash V. B., Pidlisnyj V.V., Semenov A. M. (2023). Improvement of methods of identification of meat types. *The International Scientific Periodical Journal "Modern engineering and innovative technologies"*. Karlsruhe, Germany. 26. 1. 72-77. [in English].