

# ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.4\(14\).2024.1](https://doi.org/10.32782/2708-4949.4(14).2024.1)

УДК 664

В. О. Грицишин

Вінницький національний аграрний університет

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Метою статті є виявлення аспектів екологічного впливу застосування високочастотного випромінювання у харчовій промисловості. В статті проаналізовано системи контролю над якістю та безпечністю продукції на глобальному ринку та українському зокрема. З'ясовано, що найпоширенішими системами контролю є HARPC (Hazard Analysis and Risk-based Preventive Controls) та GFSI (Global Food Safety Initiative). Крім того виявлено, що на українському ринку харчових продуктів станом на 2018р. відбувається процес впровадження норм HARPC, але без обов'язкової сертифікації. Виявлено відсутність систем та норм, які б регулювали безпечність для екосистеми використання певних технологій у харчовій промисловості. У статті розглянуто екологічні наслідки використання високочастотного випромінювання (ВЧВ) у харчовій промисловості. Описано вплив таких технологій на якість продукції, зменшення використання хімічних добавок, покращення умов зберігання харчових продуктів та їхню безпечність. Авторський внесок дослідника полягає у намаганні виявити вплив ВЧ-випромінювання на екосистему Землі через погляд на технологію як на вид електромагнітного випромінювання. Новизна дослідження міститься у викладених наслідках використання ВЧ-випромінювання. Застосування комплексного підходу до аналізу та оцінки екологічних ефектів, пов'язаних з виробничими процесами та споживачькими шаблонами, дозволив зробити висновок щодо неоднозначної безпечності використання ВЧ-випромінювання у харчовій промисловості. Зокрема, через призму електромагнітного випромінювання за умов наявності певних факторів його вплив може становити значну шкоду для навколишнього середовища. Однак, невисока вірогідність збігу цих чинників наводить приклади позитивного впливу на екологію, зокрема зменшення хімічних та теплових викидів в атмосферу та економії невідроджуваних природних джерел енергії.

**Ключові слова:** високочастотне випромінювання, харчова промисловість, екосистема, екологія.

**Постановка проблеми та її актуальність.** Харчова промисловість, як і будь яка інша, базується на використанні людиною ресурсів природного середовища. Через взаємодію систем навколишнього середовища та промисловості суспільство отримує необхідний продукт для задоволення власних потреб.

Протягом тривалого часу використання природних ресурсів не вимагало контролю та особливого типу екологічної поведінки, тому що людство не простежувало наслідки впливу діяльності соціуму на екосистему, а їх показники негативних змін не були очевидними. Однак концепція «людина – технологія – природне середовище» [9, с. 38], що була сталою протягом останніх століть, виявилась застарілою та потребує змін. Дві складові ланцюжка залишаються перманентними – людина та природа. Щодо технологій – то вони потребують перегляду процесів та підлаштування їх під норми правильної екологічної поведінки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методологічні підходи до екологічної оцінки виробництв та запланованих до впровадження природоохоронних заходів розглянуто групою науковців П. Копачем, В. Романенко, Т. Данько, Н. Горобцем, Н. Таракановою, А. Макаровою [9]; до економічної оцінки природних ресурсів – І. Василенко, Є. Чуприновим, А. Іванченко,

М. Скибою, В. Воробйовою, В. Галишем [3], Б. Габловським, Н. Габловською, Л. Штогрином, Д. Касіяничком, М. Кононенко [13]; В. Македоном, А. Дзевелюком, Ю. Хаустовою, О. Беляковим, І. Назаренком [10].

Дослідження еколого-економічних викликів на державному та всеукраїнському рівнях проведено в роботах М. Багорка, А. Сергієнко [2], О. Степової [6], Д. Адам, Ю. Супріаді, З. Енде Сірегар [1]. Формування концептуальних основ зменшення, використання та переробки відходів виробничого та споживачького характеру висвітили у своїх дослідженнях А. Івашура [7]; М. Санті, Л. Санчінето, В. Насіменто, Дж. Азередо, Е. Ороско, Л. Андраде, Х. Греггер, К. Санті [12]. Практичний досвід з охорони природи регіонів, окремих підприємств, галузей та комплексів проаналізовано в роботах О. Жилінської [5], О. Машкова, Т. Іващенко [11].

Але не зважаючи на великий обсяг досліджень з означеної тематики деякі аспекти залишаються маловивченими, зокрема і вплив використання високочастотного випромінювання у харчовій промисловості на навколишнє середовище, що і зумовило актуальність теми цієї статті.

**Метою статті** є аналіз впливу використання високочастотного випромінювання у харчовій промисловості

на екосистему та розгляд позитивних та негативних його аспектів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Глобальний ринок харчових продуктів постійно змінюється під впливом загальносвітових тенденцій. Сьогодні диктує свої умови та виклики, одним з яких є контроль за безпечністю споживчих товарів з точки зору їх екологічності, що вимагає «гармонізованих та уніфікованих підходів до формування і гарантування їх безпечності для споживача» [4, с. 5].

Саме тому поява концепцій та юридичних документів, що визначають опорні точки контролю у системі харчової промисловості є логічним процесом. Зокрема, у 2011 р. у США було запроваджено концепцію HARPC (Hazard Analysis and Risk-based Preventive Controls), що є відома світові як «Керівництво Codex Alimentarius SAC/RCP 1–1969 “Загальні принципи гігієни харчових продуктів”». Провідні країни світу у запровадженні державного контролю над своїм продовольчим ринком керуються саме її положеннями. Українська система контролю безпечності харчових продуктів теж відштовхується від цих положень, прийнявши їх як обов’язкові. Крім того означена концепція є основою стандартів та схем сертифікації недержавних ринкових способів контролю безпечності харчової промисловості, реалізуючи їх засобом сертифікації СУБХП (систем управління безпечністю харчових продуктів) на підприємствах та подальшим контролем та наглядом за дотриманням їх норм.

Існування «приватних стандартів», що прийняті GFSI (Global Food Safety Initiative) визнаються достатніми та ефективними великою кількістю компаній та у питанні контролю за якістю продукції вимагають наявності саме таких систем управління.

Це призвело до розбіжностей у розвитку концепцій управління безпечністю харчових продуктів. Поруч з концепцією HARPC з більш жорсткими вимогами щодо організації виконання її положень, зокрема впровадження заходів керування небезпечними чинниками, існують більш толерантні VACCP (Vulnerability Assessment Critical Control Point) і TACCP (Threat Assessment Critical Control Point), які спрямовані не на ліквідацію або керування, а на попередження виникнення загроз безпечності харчових технологій.

Щодо українського ринку харчових продуктів, то він відрізняється низьким рівнем контролю з боку держави безпечності для споживача. У 2018 р. лише розпочалося поетапне впровадження концепції HARPC, проте без обов’язкової сертифікації.

Не зважаючи на наявність серйозного інструментарію у контролі якості продуктів виробництва харчової промисловості, проблема з’ясування впливу застосування певних видів технологій на глобальну екологічну систему досі є безконтрольною та залишається невирішеною.

Протягом останніх десятиліть активізувалося використання у харчовій промисловості різних нетипових технологій. Це пов’язано з цілою низкою можливостей,

які роблять виробництво більш продуктивним за рахунок скорочення часу перебігу технологічних процесів, їх інтенсифікацію та зменшення енерговитрат. Однією з інновацій є застосування височастотного випромінювання (ВЧ-випромінювання) у таких процесах, як стерилізація, пастеризація, сушіння та розморожування. Завдяки проникненню електромагнітних хвиль до продукту, виникає коливання молекул і, як результат – швидке нагрівання матеріалу. Таким чином без ризику перегріву на поверхні тепло розподіляється по всьому продукту рівномірно.

Використання ВЧ-випромінювання має ряд ефективних впливів на сам продукт та процеси його виготовлення.

*По-перше*, зберігаються харчові властивості матеріалу. Через збільшену швидкість досягнення необхідних температур зменшується час термічної обробки. Як результат – в продукті зберігаються корисні властивості вітамінів, мінералів, адже вони не руйнуються під час тривалої обробки традиційними методами.

*По-друге*, ВЧ-випромінювання має позитивний вплив на безпеку продуктів з точки зору наявності в них патогенної флори. Інноваційний процес без використання хімічних речовин не лише ліквідує шкідливі бактерії, але й робить це безпечно для організму людини.

*По-третє*, використання ВЧ-випромінювання впливає на енергоефективність виготовлення продукції, адже нагрів відбувається в межах речовини, що позбавляє необхідності нагріву навколишнього середовища або апарату.

*По-четверте*, швидкість обробки засобом ВЧ-випромінювання впливає на зменшення кінцевого часу, що витрачений на виготовлення продукту. Швидка стерилізація, сушіння або розморожування дозволяють значно підвищити продуктивність підприємств.

Отже, вплив на процеси виготовлення, економічну доцільність використання ВЧ-випромінювання та органолептичні властивості продукції є позитивним досвідом у харчовій промисловості. Розглянемо основні аспекти впливу ВЧ-випромінювання на глобальну екосистему.

Безпосередню роль ВЧ-випромінювання може відігравати у мутагенних процесах мікроорганізмів, які живуть у верхньому шарі ґрунту та впливають на його родючість і доступ до поживних речовин для рослин. У 1982 р. науковицею В. І. Рибниковою проведено дослідження впливу НВЧ електромагнітних хвиль інтенсивністю 20–40 мВт/см<sup>2</sup> на такі біологічні об’єкти мікроорганізмів, як сальмонела та золотистий стафілокок. У результаті було зроблено висновок, що в опромінених мікроорганізмах здійснюються морфологічні зміни, що передаються у спадок [8, с. 42]

Електромагнітне випромінювання має вплив на рослини, які знаходяться в його ареалі, зокрема на виникнення аномалій в їх морфології – зміну форми, розміру квіток, листя, стебел, наявності зайвих пелюсток. Негативний вплив позначається і на комах – зміни в

їх поведінці, зміна особливостей будови тіла та їх життєдіяльності, вплив на деякі фізіологічні та генетичні характеристики [8, с. 42].

ВЧ-випромінювання є частиною електромагнітного випромінювання, що характеризуються частотами хвиль в діапазоні від 3 кГц до 30 МГц. Отже, можливим є припущення щодо впливу ВЧ-випромінювання на стан родючого ґрунту та ґрунтопокривних рослин, біологічні процеси комах за наявності відповідних факторів (потужності джерела, відстані до об'єкта, наявності перешкод).

Проте, якщо говорити про використання ВЧ-випромінювання саме у харчовій промисловості можемо говорити про її локальне середовище та як наслідок – низький рівень ризику означених впливів. Натомість варто зазначити переваги, які надає використання цього методу у порівнянні з класичними.

Через зниження тривалості часу теплової обробки зменшується загальне споживання електроенергії. Через обмеження використання невідновлювальних джерел енергії виявляється позитивний вплив використання ВЧ-випромінювання у харчовій промисловості. Крім того, зменшуються викиди парникових газів.

Відмова від хімічних речовин у виробництві харчових продуктів завдяки обробці їх на молекулярному рівні ВЧ-випромінюванням впливає на зниження кількості хімічних відходів та викидів, що забруднюють екосистему, зокрема водні ресурси та ґрунти.

Традиційні методи теплової обробки супроводжуються деградацією продукції, що може призвести до збільшення кількості відходів. ВЧ-випромінювання

забезпечує рівномірний та контрольований нагрів, що зменшує втрати продуктів і сприяє їх тривалому зберіганню без втрати якості.

**Висновки.** Шляхом аналізу систем контролю ринку харчових продуктів виявлено дві основні системи, що розповсюджені на рівні світового масштабу – HARPC (Hazard Analysis and Risk-based Preventive Controls) та GFSI (Global Food Safety Initiative). Українська харчова спільнота протягом тривалого часу запроваджує основні засоби сталої системи HARPC, однак її використання ще не набуло достатньої якості та введення обов'язкової сертифікації.

Контроль за якістю продукції зумовлений вимогами часу, які передбачають вимір впливу технологій виробництва на екологію. З'ясовано, що немає однозначності у виявленні безпечності використання ВЧ-випромінювання у харчовій промисловості. Зокрема, через призму електромагнітного випромінювання за умови наявності певних факторів ВЧ-випромінювання може становити значну шкоду для навколишнього середовища. Однак, невисока вірогідність збігу цих чинників наводить приклади позитивного впливу на екологію, зокрема зменшення хімічних та теплових викидів в атмосферу, зменшення органічних та хімічних відходів, та економії невідроджуваних природних джерел енергії.

Відсутність системи контролю рівня екологічності продукції та технологій, які використовуються для її виготовлення, ставить перед дослідниками багато питань, які можуть стати темами подальших розвідок.

#### Список використаних джерел:

1. Adam, D. H., & Supriadi, Y. N., & Ende Siregar, Z. M. E. (2020). Green Manufacturing, Green Chemistry And Environmental Sustainability: A Review. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(04), 2209–2211.
2. Багорка М. О., Сергієнко А. А. Екологізація виробництва аграрних підприємств як інноваційна складова їх розвитку. *Економічні студії*. 2021. № 3 (33). С. 10–16.
3. Василенко І. А., Чупринов Є. В., Іванченко А. В., Скиба М. І., Воробйова В. І., Галиш В. В. Зелені технології у промисловості : монографія. Дніпро, 2019. 366 с.
4. Голуб Б. Концепції управління безпечністю харчових продуктів. *Товари і ринки*. 2018. № 2. С. 4–13.
5. Доктрина збалансованого розвитку. Вид. друге / за ред. Жилінської О. Львів, 2017. 164 с.
6. Екологія довкілля. Енергозбереження : колективна монографія / під ред. О. В. Степової. Полтава, 2023. 246 с.
7. Івашура А. А. Сучасні тенденції розвитку зеленої економіки в умовах глобалізації та мінімалістичного руху : монографія. Харків, 2022. 113 с.
8. Ільяшук О. Екологічно безпечне поводження з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання. Дипл. роб. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2017. 110 с.
9. Копач П. І., Романенко В. Н., Данько Т. Т., Горобець Н. В., Тараканова Н. П., Макарова А. Ю. Методологія комплексної оцінки природоохоронних заходів. *Екологія і природокористування*. 2015. Вип. 19. С. 38–48.
10. Makedon, V., & Dzeveluk, A., & Khaustova, Y., & Bieliakova O., & Nazarenko, I. (2021). Enterprise multi-level energy efficiency management system development. *International Journal of Energy, Environment, and Economics*, 29 (1), 73–91.
11. Машков О. А., Іващенко Т. Г. Проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою систем підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень. *Науковий часопис Академії національної безпеки*. 2020. № 3–4(27–28). С. 7–34.
12. Santi, M., & Sancineto, L., & Nascimento, V., & Azeredo, J.B., & Orozco, E.V.M., & Andrade, L.H., & Gröger, H., & Santi, C. (2021). Flow Biocatalysis: A Challenging Alternative for the Synthesis of APIs and Natural Compounds. *International Journal of Molecular Sciences*, № 22 (3), 990–1000. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22030990>
13. Hablovskiy, B., & Hablovskaya, N., & Shtohryn, L., & Kasiyanchuk, D., & Kononenko, M. The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. № 24 (7). 254–262. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>

### References:

1. Adam, D. H., & Supriadi, Y. N., & Ende Siregar, Z. M. E. (2020). Green Manufacturing, Green Chemistry And Environmental Sustainability: A Review. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(04), 2209–2211.
2. Bahorka, M. O., & Serhienko, A. A. (2021). Ekolohizatsiia vyrobnytstva ahrarnykh pidpriemstv yak innovatsiina skladova yikh rozvytku. [Greening of the production of agricultural enterprises as an innovative component of their development]. *Ekonomichni studii – Economic studies*, 3 (33), 10–16. [in Ukrainian]
3. Vasylenko I. A., Chuprynov Ye. V., Ivanchenko A. V., Skyba M. I., Vorobiova V. I., Halysh V. V. (2019). Zeleni tekhnolohii u promyslovosti : monohrafiia [Green technologies in industry: monograph]. Dnipro : Aktsent PP. [in Ukrainian]
4. Holub, B. (2018). Kontseptsii upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv [Concepts of food safety management]. *Tovary i rynky – Goods and markets*, 2, 4–13. [in Ukrainian]
5. Doktryna zbalansovanoho rozvytku [The doctrine of balanced development]. (2017). In Zhylynskoi O. Lviv : Kalvariia. [in Ukrainian]
6. Ekolohiia dovkillia. Enerhozberezhennia : kolektyvna monohrafiia / pid red. O. V. Stepovoi (2023). [Ecology of the environment. Energy conservation: collective monograph. In O. V. Stepova.]. Poltava : Natsionalnyi universytet imeni Yuriiia Kondratiuka. [in Ukrainian]
7. Ivashura, A. A. (2022). Suchasni tendentsii rozvytku zelenoi ekonomiky v umovakh hlobalizatsii ta minimalistychnoho rukhu : monohrafiia [Modern trends in the development of the green economy in the conditions of globalization and the minimalist movement: monograph]. Kharkiv : KhNEU im. S. Kuznetsia. [in Ukrainian]
8. Iliashchuk, O. (2017). Ekolohichno bezpechne povodzhennia z tekhnohennymy dzherelamy elektromahnitnoho vyprominiuvannia [Environmentally safe handling of man-made sources of electromagnetic radiation]. Odesa. [in Ukrainian]
9. Kopach, P. I., & Romanenko, V. N., & Danko, T. T., & Horobets, N. V., & Tarakanova, N. P., & Makarova, A. Yu. (2015). Metodolohiia kompleksnoi otsinky pryrodokhoronnykh zakhodiv [Methodology of comprehensive assessment of environmental protection measures]. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia – Ecology and nature management*, 19, 38–48. [in Ukrainian].
10. Makedon, V., & Dzeveluk, A., & Khaustova, Y., & Bieliakova O., & Nazarenko, I. (2021). Enterprise multi-level energy efficiency management system development. *International Journal of Energy, Environment, and Economics*, 29 (1), 73–91.
11. Mashkov, O. A., & Ivashchenko, T. H. (2020). Problemy upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu planovanoi diialnosti za dopomohoiu system pidtrymky pryiniattia upravlinskykh informatsiinykh ekolohichnykh rishen [Problems of managing the environmental safety of planned activities with the help of support systems for making managerial informational environmental decisions]. *Naukovyi chasopys Akademii natsionalnoi bezpeky – Scientific journal of the Academy of National Security*, 3–4(27–28), 7–34. [in Ukrainian]
12. Santi, M., & Sancineto, L., & Nascimento, V., & Azeredo, J.B., & Orozco, E.V.M., & Andrade, L.H., & Gröger, H., & Santi, C. (2021). Flow Biocatalysis: A Challenging Alternative for the Synthesis of APIs and Natural Compounds. *International Journal of Molecular Sciences*, № 22 (3), 990–1000. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22030990>
13. Hablovskiy, B., & Hablovska, N., & Shtohryn, L., & Kasiyanchuk, D., & Kononenko, M. (2023). The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. № 24 (7). 254–262. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>

**Viktor Hryshchshyn**

Vynnytsia National Agrarian University

### ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF HIGH-FREQUENCY RADIATION IN THE FOOD INDUSTRY

*The purpose of the article is to identify aspects of the environmental impact of the use of high-frequency radiation in the food industry. The article analyzes the systems of control over the quality and safety of products on the global market and the Ukrainian market in particular. It was found that the most common control systems are HARPS (Hazard Analysis and Risk-based Preventive Controls) and GFSI (Global Food Safety Initiative). In addition, it was found that in the Ukrainian food market as of 2018 there is a process of implementation of HARPS norms, but without mandatory certification. The absence of systems and norms that would regulate the safety for the ecosystem of the use of certain technologies in the food industry was revealed. The article discusses the environmental consequences of using high-frequency radiation (HFR) in the food industry. The impact of such technologies on product quality, reduction of chemical additives, improvement of food storage conditions and food safety is described. The author's contribution of the researcher consists in an effort to reveal the impact of HF radiation on the Earth's ecosystem through the view of technology as a type of electromagnetic radiation. The novelty of the study is contained in the described consequences of the use of HF radiation. The application of an integrated approach to the analysis and assessment of environmental effects associated with production processes and consumer patterns allowed us to draw a conclusion about the ambiguous safety of using HF radiation in the food industry. In particular, through the prism of electromagnetic radiation, if certain factors are present, the influence of HF radiation can cause significant damage to the environment. However, the low probability of the coincidence of these factors gives examples of a positive impact on the environment, in particular, the reduction of chemical and thermal emissions into the atmosphere and the saving of non-renewable natural energy sources.*

**Keywords:** high-frequency radiation, food industry, ecosystem, ecology.

Статтю подано до редакції 20.10.2024