

І. В. Жук*, Ю. В. Шиліна

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна**Відповідальний автор: ivzhukvi@gmail.com**ВПЛИВ НИЗЬКИХ ДОЗ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОПРОМІНЕННЯ
НА СТІЙКІСТЬ ПШЕНИЦІ ДО ФІТОПАТОГЕНІВ**

Досліджено вплив гострого опромінення низькими дозами рентгенівської радіації (10 та 20 Гр) насіння пшениці озимої сортів Софія Київська та Щедрівка Київська на стійкість рослин до фітопатогенного навантаження. Ідентифіковано ураження насіння фітопатогенами *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. і *Mucor* sp. Показано, що в обох сортів обидві дози пригнічували розвиток фітопатогенів, однак доза 20 Гр мала потужніший вплив на розвиток інфекції. Встановлено, що зміни в пулі пероксиду водню впродовж дослідного періоду також були чутливими до фітопатогенного навантаження та до сортоспецифічного адаптаційного потенціалу рослин. Продемонстровано, що зміни вмісту хлорофілів та каротиноїдів свідчать про функціональну збереженість листків після дії низьких доз рентгенівської радіації на зернівки пшениці та компенсацію шкодочинного впливу збудника фузаріозу на фотосинтетичний апарат рослин.

Ключові слова: пшениця, рентгенівське опромінення, фотосинтетичні пігменти, пероксид водню, *Fusarium*, *Mucor*, *Aspergillus*.

I. Zhuk*, J. Shylyna

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine**Corresponding author: ivzhukvi@gmail.com**THE EFFECT OF LOW DOSES OF X-RAY IRRADIATION
ON WHEAT RESISTANCE TO PHYTOPATHOGENS**

The effect of low-dose X-ray irradiation (10 and 20 Gy) of winter wheat seeds of the cultivars Sofiia Kyivska and Shchedrivka Kyivska on plant resistance to phytopathogenic pressure was investigated. Seed infestation by the phytopathogens *Fusarium* sp., *Aspergillus*, and *Mucor* was identified. It is shown that in both cultivars, both irradiation doses suppressed the development of phytopathogens; however, the 20 Gy dose had a more pronounced effect on infection development. Changes in the hydrogen peroxide content during the experimental period were also sensitive to phytopathogenic pressure and to the cultivar-specific adaptive potential of the plants. Changes in the contents of chlorophylls and carotenoids indicate the functional integrity of leaves following exposure of wheat grains to low doses of X-ray radiation and the compensation of the detrimental effects of the *Fusarium* pathogen on the photosynthetic apparatus of plants.

Keywords: wheat, X-rays, photosynthetic pigments, hydrogen peroxide, *Fusarium*, *Mucor*, *Aspergillus*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. M. Hassine et al. Screening of the effect of mutation breeding on biotic stress tolerance and quality traits of durum wheat. *Gesunde Pflanzen* 75 (2023) 837.
2. J. Wang et al. Ionizing radiation: Effective physical agents for economic crop seed priming and the underlying physiological mechanisms. *Int. J. Mol. Sci.* 23 (2022) 15212.
3. D. Kiani et al. Application of gamma irradiation on morphological, biochemical, and molecular aspects of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different seed moisture contents. *Sci. Rep.* 12 (2022) 11082.
4. В.В. Жук, О.М. Міхеев, Л.Г. Овсяннікова. Вплив опромінення насіння гороху рентгенівською радіацією на витривалість рослин до дії УФ-С. *Ядерна фізика та енергетика* 26 (2025) 256. / V.V. Zhuk, O.M. Mikheev, L.G. Ovsyannikova. Effect of X-ray irradiation of pea seeds on plant resistance to UV-C. *Nucl. Phys. At. Energy* 26 (2025) 256. (Ukr)
5. H. Kashtoh, M.F. Rabbee, K.-H. Baek. New insights into plant signaling mechanisms in biotic and abiotic stress. *Plants* 14(13) (2025) 1953.
6. S. Mishra et al. Complexity of responses to ionizing radiation in plants, and the impact on interacting biotic factors. *Sci. Total. Environ.* 924 (2024) 17156.
7. H.K. Lichtenthaler. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol.* 148 (1987) 350.
8. L.-M. Chen, C.-H. Kao. Effect of excess copper on rice leaves: evidence for involvement of lipid peroxidation. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 40 (1999) 283.

9. Ю.В. Шиліна, О.С. Моложава, М.І. Гуща. Методичні рекомендації до практичних занять з навчального курсу «Фітоімунологія». Під ред. О.П. Дмитрієва (Київ: Кондор, 2019) 40 с. / Yu.V. Shylina, O.S. Molozhava, M.I. Hushcha. Methodological Guidelines for Practical Classes in the Course "Phytoimmunology". O.P. Dmytriiev (Ed.) (Kyiv: Kondor, 2019) 40 p. (Ukr)
10. M. Kamran, P. Burdiak, S. Karpiński. Crosstalk between abiotic and biotic stresses responses and the role of chloroplast retrograde signaling in the cross-tolerance phenomena in plants. *Cells* 14(3) (2025) 176.
11. N.A. Zulkifli et al. Advances in irradiation technology for plant resistance: A review. *Agric. Rev.* 45(1) (2024) 25.
12. D. Legland et al. Synchrotron based X-ray microtomography reveals cellular morphological features of developing wheat grain. *Appl. Sci.* 12(7) (2022) 3454.
13. S. Cheng et al. Plant chloroplast stress response: insights from mass spectrometry metabolites analysis. *Front. Plant Sci.* 16 (2025) 1549156.
14. Z. Katanić et al. Photosynthetic efficiency in flag leaves and ears of winter wheat during fusarium head blight infection. *Agronomy* 11(12) (2021) 2415.
15. K. Sunic et al. Fusarium head blight infection induced responses of six winter wheat varieties in ascorbate-glutathione pathway, photosynthetic efficiency and stress hormones. *Plants* 12 (2023) 3720.
16. F. Rocher et al. Unravelling ecophysiological and molecular adjustments in the photosynthesis-respiration balance during *Fusarium graminearum* infection in wheat spikes. *Physiol. Plant.* 177(2) (2025) e70150.
17. J. Chrpová et al. Potential role and involvement of antioxidants and other secondary metabolites of wheat in the infection process and resistance to *Fusarium* spp. *Agronomy* 11 (2021) 2235.
18. К.О. Карпенко, Т.О. Рожкова, В.А. Власенко. Чорний зародок та фузаріоз насіння пшениці озимої (аналітичний огляд). *Миронівський вісник* 1 (2015) 170. / К.О. Karpenko, Т.О. Rozhkova, V.A. Vlasenko. Black point and fusarium of winter wheat seeds (literature review). *Myronivskyi Visnyk* 1 (2015) 170. (Ukr)
19. Т.О. Рожкова. Шкідливість *Fusarium* sp. з мікобіоти насіння пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія* 47(1) (2022) 119. / Т.О. Rozhkova. Harmfulness of *Fusarium* sp. from mycobiota of winter wheat seeds. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology* 47(1) (2022) 119. (Ukr)
20. D.M. Ostrovskiy, V.M. Zotsenko, V.A. Gryshko. Microscopic fungi of wheat grain in the Polissya zone. *Ukr. J. Vet. Agric. Sci.* 6(2) (2023) 19.
21. M. Shiju. A review on the effect of fungi on the wheat grain under post harvest storage ecology. *Food Environ. Saf. J.* 9(2) (2010) 87.
22. C. Deligeorgakis et al. Fungal and toxin contaminants in cereal grains and flours: Systematic review and meta-analysis. *Foods* 12 (2023) 4328.
23. Y. Li et al. Effect of UV-C irradiation treatment on mycotoxins production in *Fusarium* species inoculated wheat seeds during wheat germination. *Food Chem.* 467 (2025) 142369.
24. R. Abdi et al. Surface disinfection of wheat kernels using gas phase hydroxyl-radical processes: Effect on germination characteristics, microbial load, and functional properties. *J. Food Sci.* 89(2) (2024) 1154.
25. A. Iglesias-Ganado et al. Improvement of wheat and barley cultivation through seed priming with UV, ozone, and nutriming (Fe, Zn, and B). *Appl. Sci.* 15 (2025) 9988.
26. S. Paulikienė, R. Žvirdauskienė. Evaluation of hydrothermal treatment of winter wheat grain with ozonated water. *Plants* 12 (2023) 3267.
27. M.J. Hong et al. Biological effect of gamma rays according to exposure time on germination and plant growth in wheat. *Appl. Sci.* 12 (2022) 3208.

Надійшла / Received 27.12.2025