

В. С. Морозова, В. О. Кашпаров, С. Є. Левчук, А. О. Уманська, Є. В. Біщук, Л. М. Отрешко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

**ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ КЛІТИН
ПАГОНІВ *ARABIDOPSIS THALIANA* ЗА ВПЛИВУ ХРОНІЧНОГО ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ
В ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ**

Було проведено дослідження функціонального стану системи антиоксидантного захисту клітин пагонів *Arabidopsis thaliana*, що ростуть у природних умовах на ділянках чорнобильської зони відчуження із значенням потужності зовнішньої поглинутої дози 0,45, 0,61, 1,05, 4,81 та 6,80 мкГр/год. Установлено зниження вмісту тиобарбітурат-активних продуктів у пагонах *Arabidopsis thaliana* при значеннях потужності зовнішньої поглинутої дози 4,81 і 6,80 мкГр/год на 38 і 48 % відповідно в порівнянні зі значенням даного показника при потужності поглинутої дози зовнішнього опромінення 0,45 мкГр/год. Активність гваяколпероксидази в досліджуваних зразках значно збільшується, а каталази та аскорбатпероксидази значно зменшується з ростом потужності поглинутої дози зовнішнього опромінення від 0,41 до 6,80 мкГр/год. Виявлені зміни функціональної активності системи антиоксидантного захисту клітин пагонів *Arabidopsis thaliana* за умов радіаційного забруднення, імовірно, носять адаптивний характер.

Ключові слова: *Arabidopsis thaliana*, потужність зовнішньої поглинутої дози, Чорнобиль, система антиоксидантного захисту клітин, перекисне окиснення ліпідів, активні форми кисню, ферменти.

В. С. Морозова, В. А. Кашпаров, С. Е. Левчук, А. А. Уманская, Е. В. Бищук, Л. Н. Отрешко

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ КЛЕТОК
ПОБЕГОВ *ARABIDOPSIS THALIANA* ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХРОНИЧЕСКОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО
ОБЛУЧЕНИЯ В ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ**

Было проведено исследование функционального состояния системы антиоксидантной защиты клеток побегов *Arabidopsis thaliana*, произрастающих в естественных условиях на участках чернобыльской зоны отчуждения со значениями мощности внешней поглощенной дозы 0,45, 0,61, 1,05, 4,81 и 6,80 мкГр/ч. Установлено снижение содержания тиобарбитурат-активных продуктов в побегах *Arabidopsis thaliana* при значениях мощности внешней поглощенной дозы 4,81 и 6,80 мкГр/ч на 38 и 48 % соответственно по сравнению со значением данного показателя при мощности внешней поглощенной дозы 0,45 мкГр/ч. Активность гваяколпероксидазы в исследуемых образцах значительно увеличивается, а каталазы и аскорбатпероксидазы значительно уменьшается с ростом мощности внешней поглощенной дозы от 0,41 до 6,80 мкГр/ч. Обнаруженные изменения функциональной активности системы антиоксидантной защиты клеток побегов *Arabidopsis thaliana* в условиях радиационного загрязнения, вероятно, носят адаптивный характер.

Ключевые слова: *Arabidopsis thaliana*, мощность внешней поглощенной дозы, Чернобыль, система антиоксидантной защиты клеток, перекисное окисление липидов, активные формы кислорода, ферменты.

**V. S. Morozova, V. A. Kashparov, S. Ye. Levchuk,
A. O. Umanska, Ye. V. Bishchuk, L. M. Otreshko**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

**THE FUNCTIONAL STATE OF CELLULAR ANTIOXIDANT DEFENCE SYSTEM
OF SHOOTS OF *ARABIDOPSIS THALIANA* EXPOSED
TO THE CHRONIC IONIZING RADIATION IN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE**

The functional state of the cellular antioxidant defence system of shoots of *Arabidopsis thaliana* plants that grow in natural conditions in the areas of the Chernobyl Exclusion Zone with the values of the external dose rate of 0.45, 0.61, 1.05, 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$ was evaluated. The decrease of the content of thiobarbituric acid reactive compounds in the shoots of *Arabidopsis thaliana* was revealed under the external dose rate of 4.81 and 6.80 $\mu\text{Gy/h}$ by 38 and 48 %, respectively, compared to this parameter value under the external dose rate of 0.45 $\mu\text{Gy/h}$. In the investigated samples the capacity of guaiacol peroxidase increases, catalase and ascorbate peroxidase decreases significantly with the increase of the external dose rate from 0.45 to 6.80 $\mu\text{Gy/h}$. Probably, revealed changes in the functional state of the cellular antioxidant defence system of the shoots of *Arabidopsis thaliana* in the conditions of radioactive contamination are adaptive in nature.

Keywords: *Arabidopsis thaliana*, external dose rate, Chernobyl, cellular antioxidant defence system, lipid peroxidation, reactive oxygen species, enzymes.

REFERENCES

1. *Environmental* consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience: report of the Chernobyl forum expert group "Environment" / Ed. By L. Anspaugh and M. Balonov. - Vienna: International Atomic Energy Agency, 2011. - 180 p.
2. *The Fukushima* Daiichi accident. - Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015. - 1254 p.
3. *Fesenko S.V., Alexakhin R.M., Geras'kin S.A. et al.* Comparative radiation impact on biota and man in the area affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant // *Journal of Environmental Radioactivity*. - 2005. - Vol. 80. - P. 1 - 25.
4. *Andersson P., Garnier-Laplace J., Beresford N.A. et al.* Protection of the environment from ionising radiation in a regulatory context (project): proposed numerical benchmark values // *Journal of Environmental Radioactivity*. - 2009. - Vol. 100. - P. 1100 - 1108.
5. *Pentreath R.J.* Radioecology, radiobiology, and radiological protection: frameworks and fractures // *Journal of Environmental Radioactivity*. - 2009. - Vol. 100. - P. 1019 - 1026.
6. *Geras'kin S.A., Fesenko S.V., Alexakhin R.M.* Effects of non-human species irradiation after the Chernobyl NPP accident // *Environment International*. - 2008. - Vol. 34. - P. 880 - 897.
7. *Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants* // The International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 108, Elsevier, 2008. - 242 p.
8. *Brown J.E., Alfonso B., Avila R. et al.* The ERICA Tool // *Journal of Environmental Radioactivity*. - 2008. - Vol. 99 - P. 1371 - 1383.
9. *Abramov V.I., Fedorenko O.M., Shevshenko V.A.* Genetic consequences of radioactive contamination for population of *Arabidopsis* // *The Science of the Total Environment*. - 1992. - Vol. 112. - P. 19 - 28.
10. *Kovalchuk I., Abramov V., Pogribny I., Kovalchuk O.* Molecular Aspects of Plant Adaptation to Life in the Chernobyl Zone // *Plant Physiol.* - 2004. - Vol. 135. - P. 357 - 363.
11. *Baird A.-M., O'Byrne K.J., Gray S.G.* Reactive Oxygen Species and Reactive Nitrogen Species in Epigenetic Modifications // *Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants* / Ed. By I. Laher. - Springer Berlin Heidelberg, 2014. - Part 1. - P. 437 - 455.
12. *Grodzynsky D.M., Gusha M.I., Dmitriev O.P. et al.* Radiobiological effects of chronic ionizing radiation in the zone affected by the Chernobyl accident. - Kyiv: Nauk. Dumka, 2008. - 373 p. (Ukr)
13. *Spadaro D., Yun B.-W., Spoel S.H. et al.* The Redox Switch: Dynamic Regulation of Protein Function by Cysteine Modifications // *Physiol. Plant.* - 2010. - Vol. 138. - P. 360 - 371.
14. *Kreslavski V.D., Los D.A., Allakhverdiev S.I., Kuznetsov V.V.* Signalling role of reactive oxygen species in plants under stress // *Russian Journal of Plant Physiology*. - 2012. - Vol. 59. - P. 163 - 178. (Rus)
15. *Kolupaev Y.Y., Oboznyi A.I.* Reactive oxygen species and antioxidant system in the cross-action adaptation of plants to abiotic stressors // *Newsletter of V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University*. - 2013. - Vol. 3. - P. 18 - 31. (Ukr)
16. *Kolomiytseva I.K.* Nonmonotonic of the dose-effect dependence at low doses of ionizing radiation // *Radiatsionnaia biologiiia, radioecologiiia*. - 2003. Vol. 43. - P. 179 - 181. (Rus)
17. *Ren J., Liu L., Jin X.L., Fu L., Ding Z.C.* Physiological and morphological responses induced by α -particle radiation on *Arabidopsis thaliana* embryos // *Genetics and Molecular Research*. - 2014. - Vol. 13. - P. 9569 - 9577.
18. *Vandenhove H., Vanhoudt N., Cuypers A. et al.* Life-cycle chronic gamma exposure of *Arabidopsis thaliana* induces growth effects but no discernable effects on oxidative stress pathways // *Plant Physiology Biochemistry*. - 2010. - Vol. 48. - P. 778 - 786.
19. *Vanhoudt N., Horemans N., Wannijn J. et al.* Primary stress responses in *Arabidopsis thaliana* exposed to gamma radiation // *Journal of Environmental Radioactivity*. - 2014. - Vol. 129. - P. 1 - 6.
20. *Guidelines for determination of strontium-90 and cesium-137 in soils and plants*. - Moskva: CINA0, 1985. - 46 p. (Rus)
21. *Vanhoudt N., Cuypers A., Horemans N., Remans T. et al.* Unraveling uranium induced oxidative stress related responses in *Arabidopsis thaliana* seedlings. Part II: responses in the leaves and general conclusions // *Journal of Environmental Radioactivity*. - 2011. - Vol. 102. - P. 638 - 645.
22. *Venisse J.-S., Gullner G., Brisset M.-N.* Evidence for the involvement of an oxidative stress in the initiation of infection of pear by *Erwinia amylovora* // *Plant Physiology*. - 2001. - Vol. 125. - P. 2164 - 2172.
23. *Bergmeyer H.U., Gawehn K., Grassl M.* Enzymes as biochemical reagents // *Methods of Enzymatic Analysis* / Ed. by H. U. Bergmeyer. - New York: Academic Press, 1974. - P. 425 - 522.
24. *Bradford M.M.* A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding // *Analytical Biochemistry*. - 1976. - Vol. 72. - P. 248 - 254.
25. *Savinskij A.K., Popov V.I., Kuljamine V.A.* LET spectra and quality coefficients of incorporated radionuclides. - Moskva: Energoatomizdat, 1986. - 143 p. (Rus)

Надійшла 12.04.2016

Received 12.04.2016