

cycle regulation and study of PCD hallmarks in order to reveal the mechanism of plant tolerance to genotoxins in anthropogenically contaminated areas.

ATR/ATM-dependent pathways take part in signaling of DNA damage in *A.thaliana* collected in Chernobyl zone. Homologous recombination (HR) and non-homologous end joining (NHEJ) are involved in genome stabilization in above plants.

Гришко В.М.<sup>1</sup>, Шкабара А.А.<sup>2</sup>

### УМІСТ ПРОДУКТІВ ПЕРОКСИДАЦІЇ В ЛИСТКАХ І КОРЕНЯХ КУКУРУДЗИ ЗА СУМІСНОЇ ДІЇ ІОНІВ КАДМІЮ, НІКЕЛЮ І ЦИНКУ

<sup>1</sup>Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України, вул. Маршака., 50, Кривий Ріг, 50089, Україна

<sup>2</sup>Криворізький педагогічний університет, пр. Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна.  
e-mail: anet12191@gmail.com

**Gryshko V., Shkabara A. CONTENT OF PEROXIDATION PRODUCTS IN SHEETS AND CORNERS OF CORN WHEN JOINT ACTION OF CADMIUM, NICKEL AND ZINC IONS.** The intensity of processes of lipid peroxidation in the roots of 10-day corn seedlings was 1.5 times higher than in leaves. This is due to the peculiarities of the accumulation of metal ions. In the experiments, the intake of ions through the roots of the germs was simulated. In sprouts grown in a medium of  $10^{-5}$  M cadmium ions,  $10^{-4}$  M nickel and  $10^{-4}$  M zinc, the amount of TBA active products in the roots increased 3-fold. In these embodiments, the experience in leaves intensity of lipid peroxidation was increased 2-fold.

Провідним показником фізіологічної стійкості живих організмів до дії важких металів вважаються інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), які характеризують кількість ТБК-активних сполук. Рівень яких на думку багатьох дослідників свідчить про певну фізіологічну стійкість рослин до поодинокі дії важких металів. Проте особливості розвитку вільнорадикальних реакцій за сумісної дії сполук цинку, нікелю і кадмію майже не вивчалися. Тому метою роботи було визначення за інтенсивністю процесів ПОЛ за комплексного внесення до середовища вирощування рослин вищезазначених елементів.

У модельному вегетаційному експерименті використовували проростки *Zea mays* L. гібриду Бліц-160 МВ. Насіння пророщували в термостаті на дистильованій воді при температурі  $+25^{\circ}\text{C}$  до появи корінців довжиною 0,5-1 см. На 4 добу проростки висаджували у контейнери з дистильованою водою і ставили до фітотрону при освітленні 15000 люксів впродовж 16 год на добу при  $+25^{\circ}\text{C}$ . На 6 добу один з контейнерів залишали як контрольний, а в інші вносилися  $\text{Ni}^{+2}$  і  $\text{Zn}^{+2}$  у концентраціях  $10^{-6}\text{M}$  і  $10^{-4}\text{M}$  та  $\text{Cd}^{+2}$  –  $10^{-6}\text{M}$  і  $10^{-5}\text{M}$  відповідно. Як джерело важких металів використовували сполуки  $3\text{CdSO}_4 \times 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NiSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ . Рослинний матеріал відбирався на 10 добу вирощування і визначали вміст ТБК-активних продуктів.

Отримані результати свідчать, що за сумісного внесення важких металів у середовищі вирощування у проростків кукурудзи спостерігалось накопичення вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних сполук. Так, інтенсивність процесів ПОЛ у коренях кукурудзи була у 1,5 рази вищою, ніж у листках, що пов'язане з характером накопичення і розподілом полютантів. У дослідах моделювався коре-

невий шлях надходження важких металів тому рівень їх акумуляції був вищим в коренях, ніж у лисках. Високі рівні ТБК-активних сполук у коренях проростків спостерігалися за присутності в середовищі вирощування іонів кадмію  $10^{-5}$  М, нікелю  $10^{-4}$  М та цинку  $10^{-4}$  М – уміст вторинних продуктів перевищував показники контролю майже втричі. На відміну від цього, в надземній частині кількість ТБК-активних сполук зростала у 2 рази порівняно з контролем за дії максимальних концентрацій цинку та нікелю. Мінімальні концентрації всіх токсикантів в різних варіантах досліджу індукували зростання рівня вільнорадикальних реакцій лише на 20-40% як у коренях, так і в надземній частині.

Підсумовуючи зазначимо, що вищевказаний характер розвитку оксидативного стресу пов'язаний з тим, що більша кількість досліджуваних важких металів переважно акумулювалась в тканинах кореня і в меншій кількості надходила до надземної частини проростків.

**Shysh S.N., Shutava H.G., Mazets Z.E.\***

**BIOLOGICAL EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION  
OF MILLIMETER RANGE ON MEDICINAL AND AGRICULTURAL CROPS  
ON THE EARLY STAGES OF ONTOGENY**

Central Botanical Gardens, NAS of Belarus, Surganova st., 2V, Minsk, Belarus, 220012  
\*Belarusian State Pedagogical University n.a. M.Tank, Sovetskaya st., 18, Minsk, 220050

e-mai: svetlana.shysh@gmail.com

This article describes the influence of low-intensity electromagnetic radiation of the millimeter range on *Calendula officinalis* L. plants. Species-specific influence of the exposure depending on the frequency and time on the level of certain plant hormones, activity of antioxidant enzymes, accumulation of phenolic compounds and, as a consequence, on the growth processes on the early stages of ontogeny has been described.

We evaluated the effect of EMR on the early, and therefore, the most vulnerable the subcellular to the organismic. Understanding of this problem will allow for deliberate use of EMR for more complete realization of the potential inherent of living organisms.

Medicinal plant *Calendula officinalis* L. variety 'Machrovyy 2000', Belarus was chosen for the study. Microwave electromagnetic radiation in two frequency ranges was selected to study the physical effects on the seeds of the mentioned above plants: wide range mode (the processing frequency of 53,57-78,33 GHz with the treatment exposure times of 20 min (R1), 12 min (R1.1), and 8 min (R1.2) and narrow range mode (the processing frequency of 64,00-66,00 GHz with the same treatment exposures of 20 min (R2), 12 min (R2.1), 8 min (R2.2). Seed treatment was carried out at the Institute for Nuclear problems of Belarusian State University in a laboratory microwave installation for seed treatment in a wide frequency range (37 to 120 GHz) with infinitely adjustable power from 1 to 10 mW. The evaluation of germination and seedling morphometric parameters was carried out on the 7th and 14th days of the experiment. The activity of peroxidases (PO), catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD) were evaluated. Free phytohormones, indole-3-acetic acid (IAA), abscisic acid (ABA), and zeatin riboside (ZR), were quantified in the above-ground parts of 7-day-old *Calendula officinalis* seedlings by enzyme immunoassay (EIA) using specific to ZR, IAA, ABA rabbit sera and anti-rabbit antibodies that were labeled with peroxidase.