

ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОБІОЛОГІЧНЕ ТОВАРИСТВО УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІТИННОЇ БІОЛОГІЇ ТА ГЕНЕТИЧНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ НАН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РАДІОБІОЛОГІЇ – 2023

ЖИТОМИР · 2023

POLISSIA NATIONAL UNIVERSITY
UKRAINIAN RADIOBIOLOGICAL SOCIETY
INSTITUTE OF CELL BIOLOGY AND
GENETIC ENGINEERING OF NAS OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE

CURRENT ISSUES OF RADIOBIOLOGY – 2023

ZHYTOMYR · 2023

УДК 577.3

Актуальні питання радіобіології – 2023 / Радіобіологічне товариство України. – Житомир, 2023. – 160 с.

В книзі розглянуто актуальні проблеми сучасної радіобіології, пов'язані з дією іонізуючої та неіонізуючої радіації на живі організми. Проаналізовано багаторічні дослідження віддалених ефектів, обумовлених радіонуклідним забрудненням після аварії на ЧАЕС, включаючи наслідки російської окупації зони відчуження у 2022 році. Обговорюються наслідки можливості руйнування АЕС в Україні та загрози застосування ядерної зброї в світлі агресії росії проти України. Обмірковуються перспективи та завдання подальших досліджень в галузі. Книга призначена для широкого кола спеціалістів в галузі радіобіології, радіоекології, медичної радіології та радіотерапії, викладачів університетів, аспірантів та студентів.

(За матеріалами 8-го з'їзду Радіобіологічного товариства України, Житомир, 21–25 серпня 2023 р.)

Редактори: к.б.н. Куцоконь Н.К.; д.б.н., проф. Рашидов Н.М.

Матеріали надруковані в авторській редакції

Автори матеріалів несуть відповідальність за достовірність викладеного матеріалу

Друкується за рішенням Радіобіологічного товариства України від 3.08.2023 р.

До друку підготували: Куцоконь Н.К., Жук І.В.

© Радіобіологічне товариство України, 2023

Current Issues of Radiobiology – 2023 / Ukrainian Radiobiological Society, Zhytomyr, 2023. – 160 p.

The book discusses current problems of modern radiobiology related to the action of ionizing and non-ionizing radiation on living organisms. Long-term studies of aftermath effects caused by radionuclide pollution after the accident at the Chernobyl nuclear power plant had been analyzed, including the consequences of the russian occupation of the exclusion zone in 2022. The effects of the possible destruction of nuclear power plants in Ukraine and the threat of using nuclear weapons in light of russia's aggression against Ukraine are discussed. Prospects and tasks of the further research in the field are considered.

The book is intended for a wide range of specialists in radiobiology, radioecology, medical radiology and radiotherapy, university teachers, graduate students and students.

(By the materials of 8th Congress of Ukrainian Radiobiological Society, Zhytomyr, August 21 – 25, 2023)

Editors: Dr. Natalya Kutsokon, PhD; Prof. Dr. Namik Rashydov, DrSc

All materials had been published due to the author's editions

Authors are responsible for their papers

Recommended for publication by the Ukrainian Radiobiological Society on 03.08.2023

Printed version prepared by: Kutsokon N.K., Zhuk I.V.

© Ukrainian Radiobiological Society, 2023

НАУКОВІ НАПРЯМИ

- Радіаційна біохімія та молекулярна радіобіологія.
- Пріони та амілоїди у рослин та їх алергенність для людини і тварин.
- Механізми дії малих доз іонізуючої радіації.
- Генетичні та епігенетичні радіобіологічні ефекти.
- Радіаційний захист та модифікація радіобіологічних ефектів.
- Медичне застосування іонізуючого випромінювання.
- Нормування впливу опромінення та дозиметрія.
- Сучасні проблеми радіоекології.
- Радіобіологічні та радіоекологічні виклики, пов'язані з війною в Україні.
- Нові методи радіобіологічних та радіоекологічних досліджень.
- Радіобіологічна і радіоекологічна освіта.

SCIENTIFIC TOPICS

- Radiation biochemistry and molecular radiobiology.
- Prions and amyloids in plants and their allergenicity for humans and animals.
- Mechanisms of action of small doses of ionizing radiation.
- Genetic and epigenetic radiobiological effects.
- Radiation protection and modification of radiobiological effects.
- Medical application of ionizing radiation.
- Standardization of radiation exposure and dosimetry.
- Modern problems of radioecology.
- Radiobiological and radioecological challenges in regarding of the war in Ukraine.
- New methods of radiobiological and radioecological research.
- Radiobiological and radioecological education.

ВСТУПНЕ СЛОВО

Двадцять дев'ять років тому було підписано Будапештський меморандум, який, однак, не врятував Україну від російських військ, які вчиняють в Україні військові злочини та терористичні акти, завдають масованих ракетно-артилерійських ударів по цивільних об'єктах, вбивають мирних жителів та руйнують критичну цивільну інфраструктуру енергетики і водопостачання.

Обстрілюючи українські АЕС і поставивши Європу на межу ядерної катастрофи, росія також поширює провокаційну риторику щодо можливого застосування ядерної зброї. Нині надзвичайно важливо об'єднати спільні дії у всьому світі щодо Чорнобильських радіобіологічних уроків про шкідливий вплив радіації на біоту. Як результат, ми спостерігаємо значний інтерес до 8-го з'їзду Радіобіологічного товариства України, на якому представлено понад 500 авторів з 15 країн зі 133 тезами.

Бажаю успіхів і миру всім учасникам!
Слава Україні!

Голова Радіобіологічного товариства України
проф. Намік Рашидов

OPENING SPEECH

Twenty-nine years ago, the Budapest Memorandum was signed, which did not save Ukraine from Russian troops committing war crimes and acts of terrorism in Ukraine, launching massive rocket and artillery attacks on civilian targets, killing civilians and destroying the critical civilian infrastructure of energy and water supply.

By shelling Ukrainian nuclear power plants and putting Europe on the brink of a nuclear catastrophe, Russia is also spreading provocative rhetoric about the possible use of nuclear weapons.

Nowadays, it is critically important to consolidate the joint action in the World regarding Chornobyl radiobiological lessons about the harmful influence of radiation on biota.

As a result, great interest in the 8th Congress of the Ukrainian Radiobiological Society has risen, and more than 500 authors from 15 countries with 133 abstracts are represented.

I wish success and peace to all participants!
Glory to Ukraine!

Head of Ukrainian Radiobiological Society
Prof. Namik Rashydov

PUBLIC HEALTH EDUCATION AND TRAINING IN RADIOBIOLOGY: ADVANCING KNOWLEDGE AND SKILLS FOR EFFECTIVE RADIATION PROTECTION

Aliyev A.Z.^{1,2}, Bagirova M.H.², Mukhtarov M.M.², Karimova G.A.², Omarova Z.M.²,
Aghamaliyeva A.J.², Agamaliyeva U.J.²

¹Istanbul University, Institute of Health Sciences, Istanbul, Turkiye

²Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Introduction and aim. Radiation exposure poses significant risks to public health, emphasizing the importance of adequate education and training in radiobiology. This abstract presents a comprehensive overview of the efforts aimed at enhancing public health education and training in radiobiology. The primary objective is to explore the advancements made in imparting knowledge and developing essential skills among public health professionals to ensure effective radiation protection strategies.

Materials and methods. This study employs a systematic review approach to evaluate the current state of public health education and training in radiobiology. Relevant literature and educational resources, including academic publications, reports, and online platforms, were analyzed to identify the key elements and methodologies employed in public health radiobiology education and training programs. The review also encompasses case studies and best practices from different organizations and institutions globally.

Results and conclusions. The analysis reveals a growing emphasis on public health education and training in radiobiology, driven by the need to equip professionals with the knowledge and skills to address radiation-related risks effectively. The results indicate that several approaches have been adopted, including specialized curricula, interdisciplinary collaborations, and innovative training methodologies, such as simulation-based learning and virtual reality. These initiatives have contributed to enhanced understanding and proficiency in radiation protection practices among public health professionals.

The conclusion highlights the critical role of comprehensive education and training programs in radiobiology for ensuring public health safety. By integrating radiobiology principles into public health curricula and providing access to targeted training opportunities, the public health workforce can effectively respond to radiation emergencies, implement preventive measures, and mitigate the adverse effects of radiation exposure on individuals and communities. Continued collaboration between academic institutions, regulatory bodies, and public health agencies is crucial to further advance public health education and training in radiobiology, fostering a well-prepared workforce capable of safeguarding public health in a radiologically complex world.

Keywords: Public health, radiobiology, education, radiation protection, knowledge, simulation-based learning.

МОЛЕКУЛЯРНО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНОГО АПОПТОЗУ

MOLECULAR-BIOCHEMICAL ASPECTS OF RADIATION-INDUCED APOPTOSIS

Андрійчук Т., Ракша Н., Коваль Т., Остапченко Л.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
tr.andriichuk@gmail.com

Andriichuk T., Raksha N., Koval T., Ostapchenko L.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. За перебігу радіаційно-індукованого апоптозу особливого значення набувають структурні зміни на молекулярному і надмолекулярному рівнях генетичному апараті клітин – хроматині в цілому, та його складової – молекулі ДНК. Ці процеси є однією з фундаментальних основ радіаційно-біохімічних клітинних ефектів. На етапах трансдукції сигналу за ядерно-опосередкованої ланки апоптозу долучається ряд систем, серед яких чільне місце належить респонсивним до дії променевого чинника транскрипційним факторам. Тому, актуальним було оцінити рівень одно- і дволанцюгових розривів ДНК та вміст транскрипційного фактора p53 в лімфоцитах тимусу щурів за дії іонізуючої радіації.

Матеріали та методи. Вивчення радіаційно-індукованого апоптозу проводили, досліджуючи лімфоцити тимусу за рентгенівського опромінення щурів в дозі 1,0 Гр (через 30 хв і 3 год після дії). Рівень розривів ДНК оцінювали з використанням 3', 5' – діамінобензойної кислоти; вміст білка p53 - застосовуючи набір «p53 pan ELISA» (Roche Applied Science, USA).

Результати та висновки. Дія іонізуючої радіації чинить значний першочерговий вплив, означений нами за виходом розривів ДНК, на ядерний компартмент лімфоцитів тимусу щурів. Згідно з отриманими результатами рівеньодноланцюгових розривів ядерної ДНК в лімфоцитах тимусу щурів після опромінення тварин в дозі 1,0 Гр достовірно зростав порівняно з контролем в 1,9 раза та вдвічі через 30 хв і 3 год після дії, відповідно. Щодо рівня дволанцюгових розривів ДНК, то нами відмічено їх достовірне підвищення в 2,3 рази через 30 хв та втричі через 3 год після опромінення в дозі 1,0 Гр. Отже, за дії променевого чинника відмічаються значні деструктивні зміни, пов'язані з пошкодженням структурної організації ДНК на фоні недостатності репараційних систем, що на сьогодні маркується як фаза реалізації радіаційно – індукованого апоптозу. Нерепаровані одно- і дволанцюгові розриви молекули ДНК сприяють скоординованій активації шляхів трансдукції сигналів, які залучені у перебіг апоптотичної загибелі імункомпетентних клітин за радіаційного впливу. Нами виявлено за обох часових інтервалів після опромінення в дозі 1,0 Гр стабілізацію та підвищення вмісту білка p53, що уможливорює подальше зростання рівня ряду проапоптотичних чинників за умови експресії відповідних p53-респонсивних генів з урахуванням IRES-опосередкованої ініціації трансляції.

Таким чином, вплив іонізуючої радіації спричиняє в лімфоцитах тимусу щурів ряд молекулярно-біохімічних подій, спрямованих на реалізацію радіаційно-індукованого апоптозу.

Ключові слова: іонізуюча радіація, апоптоз, лімфоцити тимусу.

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ПРОФІЛАКТИКИ РАДІАЦІЙНО ОБУМОВЛЕНОЇ ПАТОЛОГІЇ ОКА У НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АЕС

PROMISING WAYS TO PREVENT RADIATION-CAUSED EYE PATHOLOGY IN THE POPULATION IN EMERGENCY SITUATIONS AT NUCLEAR POWER PLANTS

Бабенко Т.¹, Пілмане М.², Федірко П.¹, Гарькава Н.А.³, Дорічевська Р.Ю.¹, Єфімова Ю.В.^{1,4}

¹*Інститут радіаційної гігієни і епідеміології ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна*

²*Інститут анатомії та антропології, кафедра морфології Ризького університету Страдіньша, Рига, Латвія*

³*Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна*

⁴*Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна
eye-rad@ukr.net*

Babenko T.F.¹, Pilmane M.², Fedirko P.¹, Garkava N.³, Dorichevska R.¹, Yefimova Yu.^{1,4}

¹*Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology of State Institution "National Scientific Center of Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine*

²*Institute of Anatomy and Anthropology, Department of Morphology, Rīga Stradiņš University, Riga, Latvia*

³*Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine*

⁴*Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Відомо, що вчасне застосування профілактичних заходів, що сприяють зниженню дозового навантаження, здатне значно зменшити наслідки радіаційного впливу на населення забруднених радіонуклідами територій. Загроза руйнування атомних електростанцій внаслідок ворожих дій змушує шукати також нові методи профілактики розвитку патологічних змін стану здоров'я у населення таких територій.

Метою роботи є оцінка перспективних напрямків профілактики патологічних змін очей у населення, яке мешкає на радіаційно забруднених територіях.

Матеріали та методи. Використані результати обстежень групи з 55 осіб з числа персоналу ЧАЕС, які працювали в умовах окупації ЧАЕС в березні 2022 року і зазнали понаднормового опромінення; результати інших клінічних, епідеміологічних і морфологічних досліджень.

Результати та висновки. Показано, що у осіб, які зазнали понаднормового опромінення на робочому місці в березні 2022 року виявлено вірогідні зміни артеріовенозного співвідношення за рахунок розширення вен сітківки, які сформувались вже через декілька тижнів після опромінення. Таким чином, контроль калібру артерій і вен сітківки може допомогти визначити групи осіб, які потребують першочергового контролю стану здоров'я.

Ключові слова: іонізуюча радіація, судини сітківки, профілактика.

DISTURBANCE OF METHIONINE AND HOMOCYSTEINE METABOLISM IN CHILDREN LIVING NEAR THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

Bandazhevsky Yu.I., Dubova N.F.

*Ecology and Health Coordination and Analytical Centre, Ivankov
yuri.by375@gmail.com*

Introduction and aim. During the implementation of European Union projects in Ukraine in 2013-2017, in more than 70 % of cases, the state of hyperhomocysteinemia (homocysteine level in the blood > 10 $\mu\text{mol/l}$) was detected among children aged 8-17 years old living in Ivankovsky and Polissya districts of the Kyiv region, bordering the Chernobyl exclusion zone (ChEZ).

Homocysteine is a sulfur-containing amino acid that is an internal metabolite of the essential amino acid methionine. An increase in homocysteine in the blood is recorded mainly in adults with oncological, neurological, cardiovascular diseases, impaired pregnancy and fetal development. In this case, there is a violation of the blood coagulation system with damage to the walls of blood vessels and the occurrence of ischemia of the tissues of internal organs, such as the heart and brain. In children, hyperhomocysteinemia is poorly understood.

Materials and methods. Laboratory genetic examination of 690 children under constant exposure to incorporated ^{137}Cs radionuclides, as evidenced by the results of radiometric examination, made it possible to establish a link between hyperhomocysteinemia and genetic polymorphisms that affect the activity of folate cycle enzymes: methylenetetrahydrofolate reductase, B_{12} -methionine synthase and methionine synthase reductase.

Results and conclusions. Risk alleles for genetic polymorphisms of the folate cycle in the examined group of children were registered in 98 % of cases. Most often, hyperhomocysteinemia was recorded in boys with combinations of risk alleles for polymorphisms MTR:A2756G, MTRR:A66G and MTHFR:C677T. In particular, hyperhomocysteinemia was detected in 84 % of cases with a combination of A/GMTR:2756 and G/GMTRR:66 genotypes, in 81 % of cases with a combination of C/TMTHFR:677 and A/GMTRR:66 genotypes, in 79 % of cases with a combination of genotypes A/GMTR:2756, C/TMTHFR:677 and A/G, G/GMTRR:66. It should be noted that there is a wide population prevalence (43 %) of combinations of genotypes with risk alleles of MTHFR:C677T and MTRR: A66G polymorphisms in the examined group of children.

Thus, the main internal cause of hyperhomocysteinemia in children living near the ChEZ is the association of risk alleles for genetic polymorphisms of the folate cycle.

However, hyperhomocysteinemia was also recorded with a combination of genotypes that included only neutral alleles: A/AMTR:2756 - A/AMTRR:66 - C/CMTHFR:677, which indicates an environmental impact on the body, including with the participation of radioactive elements ^{137}Cs .

Thus, the exogenous cause of hyperhomocysteinemia in children living near the ChEZ is long-lived radionuclides incorporated into the body, which negatively affect the enzyme systems of the folate cycle.

The combined effect of endogenous (mutations of the folate cycle genes) and exogenous (radiation) factors leads to the emergence of a state of hyperhomocysteinemia in children living in the area affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant.

Keywords: homocysteine, genetic polymorphisms, folate cycle, children, radioactively contaminated territories.

АКУМУЛЯЦІЯ ^{137}Cs ЕПІГЕЙНИМИ ЛИШАЙНИКАМИ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

ACCUMULATION OF ^{137}Cs BY EPIGEOUS LICHENS OF POLISKY NATURE RESERVE

Бельська О.В.¹, Орлов О.О.²

¹Поліський природний заповідник

²ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»

Grupa-lis@uk.net; orlov.botany@gmail.com

Belska O.¹, Orlov O.²

¹Polisky Nature Reserve

²State Institution «Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine»

Вступ та мета. Поліський природний заповідник в період аварії на ЧАЕС опинився у західному радіаційному сліді. Епігейні лишайники у сухих сосняках (ТЛУ– А₁, 12% території заповідника), під час випадіння радіонуклідів виступили їх сорбентами. Мета роботи – визначити питому активність та здатність до накопичення ^{137}Cs переважаючими видами епігейних лишайників Поліського природного заповідника.

Матеріали та методи. Робота включала маршрутно-експедиційні, польові стаціонарні та лабораторні дослідження. Для проведення досліджень використовували стандартні методики для закладання 12 пробних площ, відбору зразків, їх підготовки та проведення спектрометричних досліджень. Спектрометричні дослідження проводили у повітряно сухих сланях за допомогою гамма-спектрометричного аналізатора АПЦ EVT SP-1S з блоком детектування БДЕГ-20P1 на базі ПК з програмним забезпеченням АК-1.

Результати та висновки. 1. Радіоактивне забруднення епігейної ліхенофлори залежить від життєвої форми слані, проективного покриття виду, запасу його фітомаси на одиниці площі та видових особливостей лишайників. Найбільша питома активність ^{137}Cs у заповіднику зафіксована у *Cladonia subulata* (L.) F.Weber ex F.H.Wigg., проте сумарна активність радіонукліду у цього виду у лісовій екосистемі була найменшою через незначну фітомасу. За зменшенням сумарної активності ^{137}Cs в сланях види лишайників утворювали такий ряд: *C. mitis* Sandst. > *C. uncialis* (L.) F.Weber ex F.H.Wigg. > *C. gracilis* (L.) Willd. > *C. crispata* (Ach.) Flot. > *C. rangiferina* (L.) F.Weber ex F.H.Wigg. > *C. subulata* > *C. cornuta* (L.) Hoffm.

2. Морфологічні частини кладоній по-різному накопичують ^{137}Cs . У більшості видів найвища питома активність характерна для їх нижньої, відмерлої частини. Незначно поступається їй вміст ^{137}Cs у верхній, молодій, наростаючій частині лишайників. У середній частині слані, де переважає транзит ^{137}Cs , вміст радіонукліду у рази менший.

3. Питома активність ^{137}Cs в сланях епігейних лишайників з різною морфологічною будовою є максимальною у видів з сцифовидною будовою подецій, менші показники є характерними для видів з шиловидною формою слані, а видам з куцистою формою слані (як правило, домінантам ярусу) властиві найменші значення питомої активності ^{137}Cs . Даний розподіл справедливий лише за умови, коли кожен вид займає певну окрему ділянку і не зростає у скупченні інших видів. Проте коли кілька видів лишайників створюють щільну групу, вміст радіонукліду у різних видів урівноважується.

Ключові слова: лишайник, епігейна ліхенофлора, ^{137}Cs , питома активність, акумуляція.

Keywords: lichen, epigeous lichen flora, ^{137}Cs , activity concentration, accumulation.

HETEROPLASTIC GRAFTING OF THE CHICKPEA ON PEA SEEDLINGS ACTIVATES THE AMYLOIDOGENESIS IN THE INTERGROWTH ZONE OF TISSUES

Berezhna V.V.¹, Litvinov S.V.¹, Rakhmetov D.B.², Kutsokon N.K.¹, Khudolieieva L.V.¹, Kryvokhyzha M.V.¹, Sakada V.I.¹, Khoma Y.A.¹, Nesterenko O.G.¹, Rashydov N.M.¹

¹*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*M.M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
nrashydov@yahoo.com

Introduction and aim. Studying the synthesis of amyloids in response to autoplasmic and heteroplasmic grafting of the *Pisum sativum* and *Cicer arietinum* seedlings is relevant for withstanding rejection of the intergrowth zone of tissues. Our investigation aims to shed light on the process of amyloid synthesis after engraftment between the different plant species. Our recent work has demonstrated that some proteins could become amyloidogenic, enabling the formation of beta-sheet aggregates, so-called amyloid fibrils. Hence, being harmful and having destructive properties in mammal organisms, amyloids with prion behaviour could be important players in several biochemical pathways in plants.

Materials and methods. In order to prove this hypothesis, we used shoot and rootstock parts of pea and chickpea seedlings to make three different types of grafts: two types of intra-species (autoplasmic) grafts of pea and chickpea, accordingly, and one type of inter-species (heteroplasmic) graft with top of chickpea seedling (scion) and pea's rootstock. The seedlings with non-rejected grafts were histologically examined on the 2nd, 4th, and 6th day after grafting. The thin toluidine blue-stained slides of the contacting tissues – an intergrowth zone – were evaluated under a Jenaval light microscope (Carl Zeiss, Jena, Germany). We also investigated the quantity of Amid II and Amid I spectrogram peaks in dried samples using ATR-FTIR spectroscopy techniques.

Results and conclusions. Accumulation of amyloid fibrils was evaluated with Nicolet FTIR IS50 (Thermo Fisher Scientific, USA) spectrophotometer in several parts of developed pea and chickpea seedlings: in the scion, rootstock, and intergrowth zone. The formation of the intergrowth zone was monitored by light microscopy on the 2nd, 4th, and 6th day of the seedlings' growth. It is known that a domain of Amid I in the FTIR-spectra marked at 1630-1645 cm⁻¹ represents a chemical bond C=O. These structure motives were characterized as forming amyloid fibrils with beta-sheets. The evaluation showed that the content of the protein domains Amid I and Amid II in the tissues of the scion, rootstock, and fusion zone in autoplasmic grafts did not change significantly within a study period. While after heteroplasmic grafting, the content of the protein domain Amid I in the tissues of the scion, rootstock, and fusion zone significantly increased in time and compared to autoplasmic grafts. We suppose that amyloid fibrils have an important role in inter-species grafting.

This work was supported by the National Research Foundation of Ukraine (project number 2020.02.0316).

Keywords: heteroplasmic (inter-species) grafting, FTIR-spectrometry, proteins with β -sheets, amyloids.

ESTABLISHMENT OF FLUORESCENT PROBES FOR DICENTRIC ANALYSIS OF WILD RODENTS IN CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Burdo O.¹, Nakata A.², Miura T.³, Anderson D.³, Ishiniwa H.⁴

¹*Institute for Nuclear Research National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Faculty of Pharmaceutical Sciences, Hokkaido University of Science, Sapporo, Japan*

³*Institute of Radiation Emergency Medicine, Hirosaki University, Hirosaki, Japan*

⁴*Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, Fukushima, Japan*

Introduction and aim. The bank vole (*Myodes glareolus*) is one of the common species found in Chernobyl exclusion zone and is a primary species of study regarding the effects of radiation. The bank vole's karyotype consists of 56 chromosomes, including 52 acrocentric chromosomes, 2 submetacentric chromosomes, an acrocentric X chromosome and a submetacentric Y chromosome. However, analyzing dicentric chromosome aberrations, which occur following radiation exposure, poses challenges due to dominance of acrocentric chromosomes in the vole's karyotype. The morphology and size of these acrocentric chromosomes complicate the analysis. Establishing Fluorescence *in situ* hybridization (FISH) probes capable of staining the centromeres of the chromosomes will make it easier and accelerate dicentric chromosome analysis.

Materials and methods. In this study we collected three vole species: the bank vole (*Myodes glareolus*) from the Chernobyl exclusion zone, as well as the grey red-backed vole (*Craxomys rufocanus bedfordiae*) and Northern red-backed vole (*Myodes rutilus mikado*) found in Hokkaido, Japan. Leukocytes from bone marrow were cultured, and chromosome spreads were prepared from the cultured bone marrow cells for all samples. For the analysis, DNA extracted from liver of the bank voles was used as a template. Specifically, we amplified the candidate centromere-specific tandem repeat region using PCR, as described in the study by Jernfors *et al.*, 2021, and subsequently labeled it with fluorescent probes to highlight the centromeres.

Results and conclusions. All chromosomes, with the exception of the Y chromosome, were successfully labeled for both Japanese vole species. However, only 78% of chromosomes in the bank vole were successfully labeled by the fluorescent probes. As for the next step, we will try to identify the cause of failed labeling on these bank vole chromosomes and establish a new probe sequence.

Keywords: Bank vole, Dicentric chromosomes, Fluorescence *in situ* hybridization.

LASER-DRIVEN BIOLOGICALLY INSPIRED MOLECULAR NANOMOTORS: VELOCITY CONTROL BY VARYING MOLECULAR STRUCTURE AND IRRADIATION PARAMETERS

Dekhtyar M.L.¹, Rozenbaum V.M.², Rozenbaum E.V.³

¹*Institute of Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
mardekhtyar@gmail.com*

²*Chuiko Institute of Surface Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv,
Ukraine*

³*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of High Technologies, Kyiv, Ukraine*

Introduction and aim. An outstanding role in molecular cell biology is played by nanoscale biomechanisms, viz., protein motors that continuously carry out intracellular transport of molecular materials and organelles, excretion of vital activity products from the cell, generation and duplication of the genetic code, etc. Natural molecular motors can be exemplified by the enzyme kinesin, which transports chemical substances along microtubules of synaptic axons using the energy of ATP hydrolysis. The functioning of such biological nanomachines is the focus of current research attention, since their artificial analogues can be harnessed for efficient drug delivery to certain parts of the body, photodynamic therapy, influence on cell division and movement, etc.

This study aims to develop, as an alternative to protein motors in which two chemically switched operating states differ in charge, a theoretical model of *dipole photomotor*, with two light-switched operating states differing in dipole moment.

Materials and methods. Analytical approaches as well as computer simulations have been used to establish essential relationships between motor velocity and model parameters.

Results and conclusions. We present a model of dipole photomotor, a translational molecular motor in which potential energy fluctuations arise from a change in molecular dipole moment occurring on photoexcitation. As diffusion processes play an essential role in the model, a certain condition is imposed on the lifetime of both operating states: it should be no less than the characteristic time required for the molecule involved to diffuse over a distance equal to the potential period. This condition is satisfied if the excited state lifetime is sufficiently long and equal to the laser pulse period. In addition, the ground- and excited-state dipole moments of the molecule should differ significantly so as to maximize potential energy fluctuations.

The characteristic velocity of dipole photomotors has been analytically related to the ground- and excited-state dipole moments of the molecules involved, their diffusion time over the spatial period of the potential, and also to the pulse to no-pulse duration ratio of an exciting laser. The latter parameter, strictly specified or random, characterizes the laser pulse generation mode, deterministic or stochastic, respectively. In both modes, the maximum velocity is reached if the laser pulse period is of the same order as the molecular diffusion time, the maximum value being much larger in the deterministic case. Importantly, the average velocity of the dipole photomotor estimated with the biologically relevant values of the molecular and medium parameters, proves rather close to the velocities of typical *in vivo* motors. Moreover, not only the motion velocity but its direction as well can be controlled by varying ground- and excited-state molecular dipole moments and relative pulse durations. The thus developed analytical model of laser-driven molecular motor appears helpful in selecting motor-promising molecules and irradiation modes for biological purposes.

Keywords. Laser-driven molecular motor, dipole photomotor, ground- and excited-state dipole moments, light-switched states, motor velocity, irradiation parameters.

ENVIRONMENTAL AND RADIOLOGICAL THREATS CAUSED BY THE EXPLOSIVE DESTRUCTION OF THE KAKHOVKA HPP DAM

Долін В.^{1,2}, Яковлев Є.³, Копиленко О.⁴, Трофимчук О.³, Стефанишин Д.³, Орлов О.¹
¹Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», Київ, Україна
²Факультет цивільного і промислового будівництва Пізанського Університету, Піза, Італія
³Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна
⁴Національна комісія з радіаційного захисту населення України, Київ, Україна
vdolin@ukr.net

Dolin V.^{1,2}, Yakovlev Ye.³, Kopylenko O.⁴, Trofymchuk O.³, Stefanyshyn D.³, Orlov O.¹
¹State Institution “The Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine”, Kyiv, Ukraine
²DICI-University of Pisa, Pisa, Italy
³The Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine Kyiv, Ukraine
⁴National Commission for Radiation Protection of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The Kakhovka HPP – Zaporizhzhya NPP conjugated natural and man-made (semi-natural) geosystem is one of the most dangerous because the development of a large backwater of the Dnipro River during the construction of the largest in Ukraine Kakhovka reservoir (volume of 18 billion cubic meters, area of 2300 square kilometers, backwater of 16 meters) and flooding of the industrial site of the largest in Europe Zaporizhzhya NPP (6000 MW). Explosive destruction of the turbine house of the Kakhovka HPP led to the development of a number of relatively transient short-term (6-10 days) and long-term mostly irreversible environmental and technogenous hazards, namely:

- The flooding of about 2500 km² of urbanized areas to the height of low-rise buildings (average flooding level exceeded 5 m), disruption of infrastructure, urgent evacuation of the population, complicated by hostilities and permanent shelling;
- The loss of water supply sources for about of 10 million people in Dnipro, Kherson, Zaporizhzhia, Crimea, Donbass regions and Mykolaiv City: local sources (wells, boreholes flooded with contaminated waters) and centralized ones (the North Crimean Canal, the Novo-Kakhovka main canal of the Canal Dnipro-Kryvyi Rih and etc.);
- The changes in hydrological and environmental conditions of underground aquifers horizons (lowering of ground water level, pollution flow, etc.);
- The loss of biological resources of the 18 km³ volume fishery reservoir and rare species of plants and animals on the protected nature territories and objects of the Ukrainian Steppe;
- The bacteriological hazard because of massive fish death, decomposition of animal corpses, flooding of toxic, hazardous and household waste landfills;
- The transboundary pollution of the Black Sea basin as a result of the release of pollutants of organic and inorganic origin (herbicides, pesticides, polychlorinated biphenyls, heavy metals, radionuclides, etc.) deposited in the bottom sediments of the Kakhovka Reservoir, as well as various chemical products stored in the flooded areas;
- The loss from 500 thousand to 1 million hectares of agricultural lands because of direct soil flushing, flooding, drainage, high contamination level and salinization;
- The threat of a global nuclear catastrophe, which can exceed the scale of radioactive contamination by thousand times the Chernobyl one, because of dehydration of the cooling pond, melting of the core of Zaporizhzhya NPP reactors, and spent fuel assemblies, formation, and the explosion of a noisy mixture of hydrogen and oxygen, the detonation of mines placed at nuclear facilities of NPP and ammunition stored at the site.

The total amount of radioactivity in spent nuclear fuel placed on the ZNPP site is $8.8 \cdot 10^{18}$ Bq of ⁹⁰Sr, $1.2 \cdot 10^{19}$ Bq of ¹³⁷Cs, and $1.7 \cdot 10^{19}$ Bq of Actinides that is in 40-90 times more than

in Unit-4 of ChNPP at the time of the accident, and up to thousands ChNPP accidental release.

The equilibrium state of the semi-natural geosystem "Kakhovka HPP - Zaporizhzhya NPP" was determined by the relative equilibrium regime of the Kakhovka reservoir level and the formation of the free surface aquifer and confined aquifer groundwater regime in the adjacent territory (at the distance up to 20-30 km) and on the Zaporizhzhya NPP industrial site.

Accelerated water leakage from the Kakhovka Reservoir and loss of its supporting influence on underground aquifers led to surface flooding of more than 2500 km² of subsidence loess and friable rock massif, which was water saturated when the Kakhovka Reservoir was filled. As a result of the flooding, the strength of this massif decreased and there was a danger of long-term spatial and temporal formation of subsidence deformations of the surface and foundation of potentially dangerous structures. This has already been seen in the deformation of the railroad track on the coast of the Kakhosky reservoir in Hola Prystan and near Nikopol.

The greatest threat of a radiation accident is associated with the destruction of the burned nuclear fuel cooling system, which can be caused by the following:

- The filtration compression of quicksand soils as a result of further decrease in groundwater level and uneven subsidence of the earth's surface;
- The destruction of the cooling pond dam adjacent to the coastal zone of the Kakhovka Reservoir with a maximum level drop and an increase in hydrodynamic pressure on the water-saturated soils of the dam body up to 5-10 t/m²;
- The explosive quicksand formation in the water-saturated soil of the industrial site under rocket and artillery shelling, vibrations during the movement of heavy military equipment.

Thus, the explosive destruction of the Kakhovka reservoir dam, caused by the Russian aggression in Ukraine, is resulted in an transboundary environmental disaster with the threat of a global nuclear catastrophe. In order to limit the spatial and temporal catastrophic consequences, the following countermeasures should be taken urgently:

- The demilitarization of the zone with a radius of 50 km around Zaporizhzhya NPP. Mine clearance of ZNPP infrastructure, clearing of the plant's territory from explosive objects.
- The ensuring a "regime of silence" in the environmental disaster zone by introducing a UN peacekeeping contingent to the territory of Zaporizhzhya NPP and the affected regions in order to the safe evacuation of the population of the affected regions, conducting geological works, exploration, reassessment of groundwater reserves, drilling wells, demining and ensuring uninterrupted water cooling of Zaporizhzhya NPP nuclear reactors, and the preventive evacuation of the population from the 30 kilometer zone of Zaporizhzhya NPP.
- Under the auspices of the Parliamentary Assembly of the Black Sea Economic Cooperation to establish an International Commission on overcoming the consequences of the transboundary environmental disaster caused by the explosive destruction of the Kakhovka Reservoir dam.
- Organization of international sanitary-hygienic and environmental-geological monitoring of the Dnipro basin below Zaporizhzhia with the introduction of international research vessels into the Black Sea waters and Black Sea estuaries under the convoy of the Navy of the UN peacekeeping contingent.

Keywords: geosystem Kakhovka HPP – Zaporizhzhya NPP, reservoir, dam, explosive destruction, surface water, ground water, contamination, radioactive release, cooling pond, global nuclear catastrophe, transboundary pollution, countermeasures.

Acknowledgments: This work was performed with the support of the Alexander von Humboldt Foundation under the MSCA4Ukraine Grant No.1232235. The authors express

their deep gratitude to Prof. Rosa Lo Frano (DICI University of Pisa) for advice, discussion, comments, and corrections.

ПОКАЗНИКИ НАСИЧЕННЯ КИСНЕМ КРОВІ ШКОЛЯРІВ, КОТРІ ПОСТІЙНО ПРОЖИВАЮТЬ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНІЙ ТЕРИТОРІЇ

INDICATORS OF BLOOD OXYGEN SATURATION IN SCHOOLCHILDREN RESIDING PERMANENTLY IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS

Дмитроца О., Коржик О., Журавльов О.

*Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
dmytroca.olena@vnu.edu.ua*

Dmytrotsa O., Korzhyk O., Zhuravlov O.

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Вступ та мета. Фактори навколишнього середовища є провідними чинниками формування рівня здоров'я населення. Упродовж 35 років на стан довкілля та здоров'я людей впливає аварія на Чорнобильській АЕС, внаслідок якої посилюється ризик для здоров'я школярів, особливо в сільській місцевості. Підвищення показників захворювань серед дітей, потерпілих від наслідків аварії на ЧАЕС, підтверджує необхідність постійного моніторингу стану здоров'я дітей цієї категорії.

Мета дослідження: вивчити особливості показників насичення киснем крові школярів різного віку, котрі проживають на радіоактивно забрудненій території.

Матеріали та методи. В обстеженні взяли участь 600 осіб молодшого (7 років), середнього (13 років) та старшого (16 років) шкільного віку, здорових. Усіх обстежуваних розділяли на дві групи (по 300 осіб): I – контрольна (КГр, відносно екологічно чистий район, смт Шацьк), II – експериментальна (ЕГр, радіоактивно забруднена зона, смт Маневичі). В межах груп виділяли підгрупи за віком (по 100 осіб) та статтю (по 50 осіб). Показники насичення киснем (сатурацію) крові визначали з допомогою пульсоксиметра (норма – 90-100%). При обробці отриманих даних використовувались методи варіаційної статистики з оцінкою t-критерія Стьюдента.

Результати та висновки. За результатами нашого дослідження встановлено, що вищими показниками сатурації крові характеризувалися учні 13 років I групи: 95,1±0,83 % – хлопці, 93,78±1,21 % – дівчата. Проте, у підлітків II групи рівень сатурації крові достовірно знизився до 82,24±1,63 % у дівчат та 83,8±1,16 % – у хлопців. Дівчатка 7-ми років мали вищі показники сатурації крові (I група – 88,46±0,61 %, II група – 90,48±0,61 %), порівняно з хлопцями (I група – 82,2±0,9 %, II група – 89,66±0,75 %); дівчата радіоактивно забрудненої території – достовірно вищі. Рівень сатурації крові в учнів 16 років відповідав нормі, незалежно від території проживання, та становив у хлопців від 90,32±0,81 % (I група) до 90,36±0,74 (II група), у дівчат – від 92,48 % до 93,22±0,44 % відповідно. Зазначимо, що у 7 років нами не встановлено осіб з підвищеним показником сатурації крові, тоді як понижені його значення зафіксовано у 50% дітей контрольної групи та у 44% – експериментальної. Серед підлітків I групи частка осіб з підвищеним насиченням киснем крові становить 14-16 % з перевагою хлопців, у II групі лише дівчата характеризувалися підвищеною сатурацією крові (12 % осіб). Серед старшокласників не виявлено осіб з низьким рівнем сатурації крові.

Отже, показники насичення киснем крові обстежуваних, котрі проживають на радіоактивно забрудненій території, є достовірно вищими у старшокласників; підлітки ж мають низький його рівень, що може вказувати на підвищений ризик погіршення здоров'я на фоні забруднення довкілля через наявність критичних періодів росту.

Ключові слова: школярі, сатурація, радіоактивно забруднена територія.

OCCUPATIONAL EXPOSURE OF MEDICAL STAFF (Message 1)

Domina E.A.¹., Kopylenko O.L.², Chekhun V.F.¹

¹*RE Kavetsky Institute Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology,
National Academy Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*National Commission for Radiation Protection for Ukraine
edjomina@ukr.net*

The widespread introduction of nuclear technologies in industry, medicine, science, etc. increases the number of professionals subject to additional radiation exposure. Moreover, the problem of occupational cancer is without exaggeration the most complicated in occupational pathology, which is due to the multifactorial nature of the etiology of this disease. The radiation accidents at Chernobyl and Fukushima-1 (Japan, Honshu Island) have shown that nuclear reactors have no guarantees of absolutely safe operation. At present, nuclear terrorism by Russia, particularly at the Zaporizhzhya NPP, significantly increases the radiation danger to the population of Ukraine. Occupational radiation exposure and its consequences are of great concern worldwide regarding the radiation safety of medical personnel and patients. The carcinogenic effects of IR have been proved by numerous experimental and radiation-epidemiological studies. IRs are among the strongest immunosuppressants and complete carcinogens that are capable of realizing their neoplastic potential at all stages of carcinogenesis. Moreover, irradiation in the low dose range is capable of inducing genetic abnormalities that may cause tumor clones in the long term. Large-scale studies on a cohort of liquidators of the consequences of the Chernobyl NPP accident confirm the main concept of radiation carcinogenesis, according to which low (above background) radiation doses are an unsafe factor for tumor appearance of radiation genesis. There has been an intense increase in the number of radiological medical procedures, which are now one of the main sources of the effects of IR on the human body. Accordingly, the number of personnel performing diagnostic examinations of various types using X-rays is increasing. The most dangerous in terms of radiation risk for patients is computed tomography (CT) with the using contrast substance. Development and implementation of new technologies, improvement of medical diagnostic devices reduce the dose load on patients. However, the collective dose of medical exposure is increasing due to the use of new highly informative high-dose examinations. The number of human chest CT scans has increased significantly in recent years due to the spread of COVID-19 infection. The relevance of such diagnostic examinations is obvious for the population of Ukraine in conditions of a long radioecological crisis after the Chernobyl catastrophe. The problem of radiation-associated cancer undoubtedly remains the most challenging one among occupational pathologies. Since exposure to IR is potentially oncogenic, repeated examination of patients using modern highly informative radiological methods can serve as a promoter of radiation carcinogenesis. For a weakened patient, such medical diagnostic examination may be more pathogenic than for a healthy individual. This highlights the need for a more balanced indication for the prescription of diagnostic radiation examinations. Based on the results of the literature data analysis, presented in them large factual material and the results of our own studies regarding various types and characteristics of irradiation, it is reasonable to form a science-based basis for the optimization of radiation protection of various categories of population, first of all, medical personnel and patients.

Keywords: medical exposure, computed tomography, radiation risk, carcinogenesis.

OCCUPATIONAL EXPOSURE OF MINERS (Message 2)

Domina E.

*RE Kavetsky Institute Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology,
National Academy Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine
edjomina@ukr.net*

The creation and development of the nuclear industry began with uranium mines designed to extract uranium and radium, and later to provide raw materials for the nuclear fuel cycle enterprises. Uranium has been mined in Ukraine since 1949. Miners are exposed to alpha-emitting dust (uranium-234, uranium-238, thorium-230, radium-226, polonium-210), and subsidiary products of radon decay (polonium-218, lead methal-214, polonium-214). Of all dose-forming factors, radon content in the air is the most significant for miners' health. Its contribution to the occupational total radiation dose is 40-60%.

Dust-radiation working conditions, the presence of toxic exhaust gases in the inhaled air and high temperature are the main causes of occupational cancer among miners.

Epidemiological studies performed in different periods have revealed a stable relationship between the amount of absorbed dose and the risk of lung cancer in uranium mine workers.

For a number of years, the radiation dose to the personnel of uranium mines did not exceed 20 mSv-year⁻¹. Physical dosimetry was performed by calculation method based on periodic measurements of control parameters in the working area. However, according to the data of the State Supervision Service, which performed sampling control, it showed that the real radiation dose at workplaces may be much higher and exceed 50 m3v-year⁻¹. This forces the relevant specialists to question the reliability of the existing system of personnel's dosimetry and come to the following conclusion. The radiation protection system must be radically revised and brought in line with international requirements. We believe that the physical dosimetry data should correlate with the results of biological dosimetry performed using the "golden standard" – analysis of the frequency and spectrum of radiation-induced chromosome aberrations in the lymphocyte culture of peripheral blood of exposed persons.

Keywords: professional exposure, dose, uranium, radon, cancer, radiation protection.

OCCUPATIONAL EXPOSURE OF ASTRONAUTS (Message 3)

Domina E.¹, Demchenko O.²

¹*RE Kavetsky Institute Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology,
National Academy Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*M. State Institution National Research for Radiation Medicine, National Academy of Medical
Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
edjomina@ukr.net*

Cosmic radiation is an extremely complex damaging factor in human exploration of extraterrestrial space. Galactic radiation consists of protons (85%), α -particles (14%) and heavy particles with a maximum energy up to 200-500 MeV, among which the heaviest particles are Fe atoms (0.05%). Solar cosmic rays are mostly protons with energies up to 1000 MeV. At the same time, the professional dose limit for cosmonauts during one year flight is about 1000 mSv. The contribution of neutrons to the total radiation dose reaches 40%. Therefore, physical dosimetry of space radiation is extremely complicated. The wide range of the proton power rate poses a big problem, and the dose difference over cosmonauts' bodies may be from two to ten times. During long-lasting flights and high solar activity, there is a threat of cosmonauts' irradiation in doses that cause somatic and carcinogenic radiation-induced effects. The most difficult is the problem of protection of cosmonauts from the action of heavy charged particles (HCP) on the central nervous system. The mechanism of their action is unknown. The most difficult and urgent problem is the protection of cosmonauts from the action of protons and HCP during the planned flights into deep space (Moon, Mars). Taking into account prolonged radiation effects of high-energy protons in deep space, the mechanism of action of which is still unknown, it is necessary to focus the researchers' attention on the search and development of radioprotective means, first of all, radiomitigators, which enhance reparation processes in irradiated critical tissues. For prevention and relief of radiation reactions, the prescription of Indralin, Latran is recommended. The use of radiomitigator inosine and others under the conditions of proton radiation and increased solar activity will allow accelerating processes of postradiation recovery of hematopoietic tissue. We argued, both theoretically and experimentally, the use of inosin during the action of IR in a wide range of doses for the prevention of the development of radiation reactions and radiogenic cancer. We attribute this effect to the activation of enzymatic repair processes. The radioprotective effect of inosine in human somatic cells is most expressed in the interval of low doses - reduction of radiation-induced chromosome aberrations in blood lymphocytes down to spontaneous values (2.6 times – from 1.6 to 0.6 aberrations / 100 metaphases). So far no highly effective means of radiation protection for cosmonauts during long-term flights in space have been developed. These preparations must not show any side reactions in space, they must not influence visual acuity, coordination of movements, etc. Currently, the researchers are raising questions about the possible influence of HCP on the development of radiation carcinogenesis. From these positions, the continuation of study of genetically determined individual radiosensitivity of human organism and its modification under the influence of extreme external factors will contribute to a better selection of candidates for cosmonauts with radio-resistant genotype.

Keywords: cosmic radiation, heavy particles, radiation protection, chromosome aberrations, inosine.

ADAPTATION RESERVES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN CHILDREN LIVING NEAR THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT

Dubova N. F., Bandazhevsky Yu. I.

Ecology and Health Coordination and Analytical Centre, Ivankov, Ukraine

n_dubova@i.ua

Introduction and aim. Diseases of the cardiovascular system are the main cause of death among the adult population of the Chernobyl regions. In this regard, the study of the adaptive reserves of the cardiovascular system of a child's body, which is under constant exposure to incorporated radionuclides, is of great scientific and practical importance.

Materials and methods. During the European Commission project in Ukraine «Health and Ecological Programmes around the Chernobyl Exclusion Zone: Development, training and coordination of health-related projects», an assessment was made of the adaptive capabilities of the cardiovascular system in 1139 schoolchildren (579 boys and 560 girls) aged 6-17 years old, living in Ivankovsky and Polesky districts of the Kyiv region. At the same time, anthropometric, physiometric, radiometric, mathematical and statistical research methods were used. Rohrer's mass-height index was used as a criterion for assessing the physical development and metabolism of a child. The functional performance of the cardiovascular system (CVS) was assessed using the Ruffier's test. The adaptive and adaptive capabilities of the circulatory system of the child's body were determined using an integrative indicator - adaptive potential.

Results and conclusions. In most of the examined children, the functional reserves and adaptive capacity of the circulatory system were significantly reduced. In particular, the level of CVS functional reserve was below average (Ruffier's = 10.0-14.99) or low (Ruffier's index ≥ 15.0), CVS adaptation stress was recorded in 42.50% of cases, poor CVS adaptation - in 33.71% of cases.

Among children with disharmonious low physical development or harmonious physical development, cases of CVS adaptation stress prevailed, in children with disharmonious high physical development - cases of unsatisfactory adaptation and disruption of CVS adaptation mechanisms. Most often, failure of the CVS adaptation mechanisms was recorded in groups of children with increased body weight.

The increase in the body weight of children living in the areas affected by the Chernobyl accident is associated with a decrease in the intake of ^{137}Cs radionuclides (Bq/kg) in their body, the folate cycle genotype that controls the activity of methylenetetrahydrofolate reductase, a decrease in the formation of triiodothyronine, a diet with a large amount of carbohydrates and fats, hypodynamia.

Violation of the adaptive capacity of the circulatory system in children living near the Chernobyl nuclear power plant occurred under conditions of constant incorporation of ^{137}Cs radionuclides into their bodies. In children living in the territory affected by the Chernobyl accident, when assessing the physical development and adaptive capabilities of the CVS, in addition to anthropometric indicators, Ruffier's indices and adaptive potential, one should take into account the folate cycle genotype, the level of homocysteine in the blood, and the specific activity of ^{137}Cs in the body.

Keywords: adaptation potential, cardiovascular system, children, incorporation of radionuclides, radioactively contaminated territories.

ПРОМЕНЕВА ТЕРАПІЯ ПРИ ЛІКУВАННІ РАКУ ШИЙКИ МАТКИ В УКРАЇНІ

RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF CERVICAL CANCER IN UKRAINE

Думанський Ю.В., Дьоміна Е.А., Маковецька Л.І.

*Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Е. Кавецького
НАН України, Київ, Україна
oncologdopc@gmail.com*

Dumansky Yu.V., Domina E.A., Makovetska L.I.

*R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Рак шийки матки (РШМ) займає одну з лідируючих позицій у структурі онкологічної захворюваності у жінок. Щороку в Україні виявляється близько 4 тис. нових випадків цієї патології. На жаль, слід зазначити, що значного прогресу у підвищенні ефективності лікування у цієї категорії хворих досягти поки що не вдається. Якщо у 2014 році із вперше виявлених пацієнок, хворих на РШМ не прожили одного року 15%, то у 2019 – вже 15,2%. При цьому комбіноване і комплексне лікування у тому ж 2014 році отримали 28,4% хворих на цю патологію, а в 2019 – лише 24,3%.

Особливе занепокоєння викликають цифри, що відображають ефективність діагностичних можливостей у країні. У 2014 році захворюваність на РШМ склала 21,1 випадків на 100 тис. жіночого населення, у 2019 році дещо менше – 20,6. Але при цьому в першому випадку при первинному огляді виявлено III-IV стадії захворювання у 18,3% хворих, а через п'ять років – уже у 25,4%. Це стадії, при яких отримати обнадійливі результати у лікуванні досить складно.

Сьогодні променева терапія, що підтверджують наведені вище цифри, призначається більшості хворих на РШМ. На жаль, незважаючи на вдосконалення технічних засобів, використання нових джерел опромінення та сучасних способів дозиметрії, внаслідок великого променевого навантаження у відносно невеликому обсязі тканин тазу, а також сприйнятливості зазначених органів при безпосередньому їх опроміненні, променева терапія, в силу своєї малої специфічності, має шкідливу дію не тільки на пухлину, але і на здорові тканини. Це у ряді випадків призводить до розвитку променевих реакцій та ускладнень, лікування яких тривалий, часом малоефективний, процес.

Співробітники Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України протягом багатьох років займаються вивченням променевих уражень із використанням тест-системи культури лімфоцитів периферичної крові хворих на РШМ і метафазним аналізом радіаційно-індукованих перебудов хромосом. Вивчення механізмів, розвитку променевих ускладнень, у тому числі на клітинному рівні, програм із селективної модифікації чутливості тканин, а також патогенетично обґрунтовані профілактичні заходи дозволять якщо не виключити, то хоча б різко знизити кількість хворих із ранніми, а відповідно і пізніми променевими ускладненнями, що виникають у суміжних з маткою органах.

Ключові слова: променева терапія, рак шийки матки, лімфоцити периферичної крові, променеві ускладнення.

**ФОРМУВАННЯ РАДІОЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ У ВИЩІЙ ШКОЛІ:
ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

**FORMATION OF RADIO-ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE IN HIGHER
SCHOOL: EXPERIENCE AND PERSPECTIVES**

Джура Н. М.

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

Dzhura N. M.

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine, nataliya.dzhura@lnu.edu.ua

Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну, що розпочалося 24 лютого 2022 року, радикально змінило підходи до організації змісту освітнього процесу, особливо у вищій школі. З першого дня стало зрозуміло, що війна актуалізувала теми й проблеми радіоекології та охорони довкілля. Актуальними є питання підготовки фахівців-екологів, відповідно до завдань Стандарту вищої освіти України галузі знань 10 – Природничі науки, спеціальності 101 – Екологія.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» у Львівському національному університеті імені Івана Франка на кафедрі екології біологічного факультету студенти вивчають нормативну навчальну дисципліну «Радіоекологія».

Радіоекологія як комплексна теоретично-прикладна наукова галузь досліджує розподіл, міграцію та колообіг радіоактивних речовин в екосистемах та біосфері в цілому, а також вплив іонізуючого випромінювання на біогеоценози. Тому об'єкти радіоекологічних досліджень охоплюють сукупність природних процесів, що відбуваються в екосистемах і всі складові екосистеми: літогенну основу, ґрунтове, водне та повітряне середовища, рослинний і тваринний світ, людину.

Формування радіоекологічних знань у студентів здійснюється відповідно до тематики трьох змістових модулів (ЗМ) дисципліни: ЗМ 1 «Основні поняття і положення радіоекології», ЗМ 2 «Радіаційна ситуація в Україні. Радіоактивне забруднення», ЗМ 3 «Біологічна дія йонізуючого випромінювання на живі системи».

Для організації якісного освітнього процесу підготовки висококваліфікованих професійних екологів, здатних розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі радіоекології використовуємо різноманітні форми навчання: лекційні і практичні заняття, самостійну роботу, навчальні дискусії, кейс-методи аналізу конкретних ситуацій і наукових статей, під час яких у студентів розвиваються уміння і навички працювати в команді, відповідально та свідомо вирішувати конкретні радіоекологічні проблеми і завдання, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтовувати свої світоглядні позиції, користуватися здобутими знаннями у повсякденному житті.

Проте радіоекологічні знання значущі не тільки для фахівців-екологів, але й для здобувачів вищої освіти усіх спеціальностей. До прикладу: про використання радіації в медицині (радіодіагностика і радіотерапія), сільському господарстві, у різних галузях промисловості; про поводження з радіоактивними відходами; про радіаційну безпеку в рентген-кабінеті, в побуті; про безпеку під час війни у разі радіаційної аварії; знання про санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи протирадіаційного захисту населення; про радіаційну обробку продуктів харчування, радіопротектори і захисне харчування. Важливо, щоб заклади вищої освіти України цілеспрямовано впроваджували відповідні навчальні курси для формування у молоді сучасних науково-практичних знань з радіоекології, з урахуванням сучасного європейського досвіду.

Ключові слова: радіоекологія, радіоекологічні знання, радіоекологічні дослідження.

**ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА МОЖЛИВИХ МОРФОЛОГІЧНИХ МЕХАНІЗМІВ
РОЗВИТКУ КОСООКОСТІ І ПОРУШЕНЬ РЕФРАКТОГЕНЕЗУ У
ВНУТРІШНЬОУТРОБНО ОПРОМІНЕНИХ ОСІБ**

**PRELIMINARY ASSESSMENT OF POSSIBLE MORPHOLOGICAL MECHANISMS
OF STRABISMUS DEVELOPMENT AND REFRACTOGENESIS VIOLATIONS IN
IRRADIATED IN UTERO**

Федірко П.¹, Пілмане М.², Бабенко Т.¹, Конопецька В.²

¹*Інститут радіаційної гігієни і епідеміології ДУ «Національний науковий центр
радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна*

²*Інститут анатомії та антропології, кафедра морфології Ризького університету
Страдіньша, Рига, Латвія, eye-rad@ukr.net*

Fedirko P.¹, Pilmane M.², Babenko T.F.¹, Konopecka V.²

¹*Institute of Radiation Hygiene and Epidemiology of State Institution "National Scientific
Center of Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine",
Kyiv, Ukraine*

²*Institute of Anatomy and Anthropology, Rīga Stradiņš University, Riga, Latvia*

Вступ та мета. Механізми, що сприяють підвищенню ризику розвитку захворювань ока у опроміненних внутрішньоутробно осіб практично не вивчені. Ми повідомляли про збільшення поширеності захворювань ока, зокрема деяких різновидів косоокості, у цієї категорії постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи. Але клінічні і епідеміологічні спостереження не дозволяють визначити, яким чином радіаційний вплив сприяє збільшенню ризику появи такої патології. Тому для оцінки можливих напрямків профілактики розладів зору у осіб, опроміненних внутрішньоутробно, в майбутньому необхідні експериментальні спостереження. Метою роботи була оцінка перспективності застосування в такому експерименті гістохімічних методів.

Матеріали та методи. Використані результати обстежень групи осіб, опроміненних *in utero* в результаті Чорнобильської катастрофи осіб і попередніх результатів морфологічних досліджень стану зовнішніх м'язів ока у пацієнтів зі страбізмом. Було обстежено 583 осіб, народжених між 26.04.1986 р. і 26.02.1987 р., від жінок, вагітних на момент Чорнобильської катастрофи, в порівнянні з контрольною групою. В іншій частині дослідження вивчено 10 зразків очних м'язів неопроміненних пацієнтів із косоокістю; для виявлення міозину, дистрофіну та колагену IV у зразках тканин використовували фарбування гематоксином та еозином разом із імуногістохімічним методом біотин-авідин (ІМН).

Результати та висновки. У групі внутрішньоутробно опроміненних внаслідок Чорнобильської катастрофи осіб виявлено статистично достеменно підвищену, порівняно з контрольною групою, частоту розбіжної косоокості та гетерофорії, що може свідчити про наявність порушень функції зовнішніх м'язів ока. Водночас при наявності стійких функціональних порушень зовнішніх м'язів ока попередні результати гістохімічного дослідження виявили статистично вагомі зміни розміру і діаметру м'язових волокон, зниження вмісту колагену IV, зміни вмісту міозину, дистрофіну.

Таким чином, для оцінки стану м'язових структур орбіти після внутрішньоутробного опромінення перспективним є застосування в експерименті гістохімічних методів, що дозволяють визначити зміни вмісту міозину, дистрофіну та колагену IV.

Ключові слова: внутрішньоутробне опромінення, косоокість, м'язи, гістохімічні дослідження.

ПОРУШЕННЯ СКЕЛЕТА У МОЛОДІ РИБ ІЗ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНИХ ОЗЕР ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

SKELETAL DISORDERS IN JUVENILE FISH FROM THE RADIATION- CONTAMINATED LAKES WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Ганжа Х.Д., Гудков Д.І., Абрам'юк І.І., Каглян О.Є.
Інститут гідробіології НАН України
krisdgan@gmail.com

Ganzha Ch.D., Gudkov D.I., Abramiuk I.I., Kaglyan O.Ye.
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine

Порушення скелета є однією з проблем розвитку риб, яка може вплинути на їх морфологію, ріст і виживання. Оскільки радіонукліди є одним із основних антропогенних стресорів водних екосистем Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), це зумовлює необхідність вивчення відхилень у розвитку гідробіонтів. Метою наших досліджень було виявлення морфологічних аномалій у молоді риб із радіоактивно забруднених водних екосистем ЧЗВ.

Дослідження проводились на озерах Глибоке та Азбучин у межах ЧЗВ для порівняння досліджували рибу з озера Підбірна поблизу Києва з фоновими рівнями радіоактивного забруднення. Досліджено зразки гірчака європейського (*Rhodeus amarus*) з озер Підбірна та Глибоке та гірчака (*Leucaspius delineatus*) з озер Підбірна та Азбучин. Основне радіаційне навантаження на рибу у водоймах ЧЗВ в основному формують ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs. Одразу після відбору проби молоді риб фіксували 4% розчином формальдегіду. Усі зразки очищали та фарбували алізариним червоним за методом, описаним М. Якубовським (1970) та Т. Потгоффом (1984). Препарати досліджували під стереомікроскопом Leica EZ4 HD в чашках Петрі з чистим гліцерином.

В результаті досліджень *R. amarus* було виявлено 33 випадки проявів аномалій у риб з озера Підбірна та 59 із озера Глибоке. У зразках *R. amarus* з референтного озера найпоширенішими аномаліями є такі, як деформації невральних та гемальних дуг, додаткові гілки невральних відростків – 18, 21 та 27%, відповідно. Такі аномалії, як додаткові гілки невральних відростків, деформації хребців та невральних відростків переважають у риб озера Глибоке – 25, 24 та 17% відповідно. Для інших досліджених аномалій прояв не перевищував 12%. 10-17% досліджуваної риби з озера Підбірна мали від 1 до 3 аномалій на особину. Для риб озера Глибоке цей параметр був значно вищим і сягав 20-33%. Виявлено 22 випадки аномалій у *L. delineatus* з озера Підбірна та 61 з озера Азбучин. У риб із референтного озера 68% аномалій – це додаткові гілки невральних відростків. Такі аномалії, як деформації невральних відростків, деформація останнього хребця та додаткові гілки невральних відростків переважають у риб озера Азбучин – 20, 25 та 31% відповідно. Для інших досліджених аномалій прояв не перевищував 10%. У риб з референтного озера виявлено 40% особин з однією аномалією та 17% з двома на одну особу. У той же час, для риб з озера Азбучин кількість аномалій у деяких особин сягала 6 на особину. За результатами досліджень порушень осьового скелета у молоді досліджених риб було виявлено 15 типів аномалій, локалізованих у двох основних частинах скелета, а саме у хвостовому та черевному відділах.

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, радіоактивне забруднення, риба, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, аномалії скелета.

СТАН КРОВОТВОРНОЇ СИСТЕМИ *MYODES GLAREOLUS* ЗА ВПЛИВУ ОПРОМІНЕННЯ

THE STATE OF BLOOD SYSTEM OF *MYODES GLAREOLUS* WHEN EXPOSED TO RADIATION

Ганжа О.Б., Родіонова Н.К., Липська А.І., Павловський В.В.
Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна
olganzha@ukr.net

Ganzha O.B., Rodionova N.K., Lypska A.I., Pavlovskiy V.V.
Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. За дії іонізуючих випромінювань в організмі ссавців активується система природного захисту, основним результатом чого є процес включення неспецифічних захисних механізмів. Вплив опромінення як потужного стресора чітко виявляється у системі кровотворення, де відбувається формування компенсаторно-відновлювальних реакцій, що є відображенням резервних можливостей організму.

Метою роботи було виявлення ефективності відновлення організму нориці рудої (*Myodes glareolus*) після одноразового опромінення за показниками кісткового мозку та периферичної крові.

Матеріали та методи. Робота виконана на мишоподібних гризунах *Myodes glareolus* (Schreber, 1780) з території з природним (фоновим) радіаційним рівнем. Тварин тотально одноразово опромінили на апараті РУМ-17, поглинена доза становила 1,5 Гр, показники визначали на першу та сьому добу після опромінення. Досліджено кількісні і якісні показники периферичної крові та кісткового мозку тварин. Підраховано та проаналізовано лейкограми і мієлограми при світловій імерсійній мікроскопії в мазках, пофарбованих за Паппенгеймом: 200 і 500 клітин у препараті, відповідно.

Результати та висновки. У периферичній крові опромінених тварин порівняно з контролем відмічено зміни: у вмісті еозинофільних гранулоцитів та моноцитів; у співвідношенні сегментоядерних і паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів; у співвідношенні великі/малі лімфоцити. Зміни зазначених показників на фоні підвищення клітинності кісткового мозку на сьому добу спостереження свідчать про активацію процесів кісткомозкового кровотворення у опромінених тварин та наявність процесів відновлення у периферичній крові.

Для основних показників червоної крові у периферичній крові опромінених тварин спостерігали однакову закономірність, що проявлялась у зниженні на першу добу після опромінення та відновленні значення до рівня контролю на сьому добу. Аналогічні зміни відмічено і для основних показників тромбоцитів.

Аналіз мієлограм продемонстрував, що вже на першу добу після опромінення загальний мітотичний індекс збільшився майже у два рази порівняно з контролем; збільшення кількості мітозів відмічали як для еритроїдного, так і гранулоцитарного рядів кровотворення у тварин. Дослідження, проведені на сьому добу після опромінення, показали, що за кількісними параметрами практично всі пули гемопоезу у тварин перевищували контрольний рівень. Характерним для пострадіаційного стану системи крові у опромінених особин нориці рудої було раннє збільшення проліферативної активності, що сприяло процесам відновлення кровотворення.

Ключові слова: мишоподібні гризуни, природні популяції, одноразове опромінення, периферична кров, кістковий мозок

**ПРОДУКЦІЯ АКТИВНИХ ФОРМ КИСНЮ ТА РІВЕНЬ
ТРАНСМЕМБРАННОГО ПОТЕНЦІАЛУ МІТОХОНДРІЙ В ЛІМФОЦИТАХ
ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ХВОРИХ НА РАК ШИЙКИ МАТКИ**

**PRODUCTION OF REACTIVE OXYGEN SPECIES AND THE LEVEL OF
MITOCHONDRIAL TRANSMEMBRANE POTENTIAL IN PERIPHERAL BLOOD
LYMPHOCYTES OF CERVICAL CANCER PATIENTS**

Главін О.А.¹, Дьоміна Е.А.¹, Іванкова В.С.², Маковецька Л.І.¹, Хруленко Т.В.²
¹*Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.С. Кавецького
НАН України, м. Київ, Україна*

²*Національний інститут раку МОЗ України, м. Київ, Україна
veterokb1@ukr.net*

Glavin O.A.¹, Domina E.A.¹, Ivankova V.S.², Makovetska L.I.¹, Khrulenko T.V.²
¹*R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*National Cancer Institute, Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Наслідком променевої терапії онкологічних хворих, зокрема жінок з раком шийки матки (РШМ), можуть бути ускладнення. Ймовірність їх виникнення може залежати від змін у функціонуванні умовно здорових клітин, які відбуваються при розвитку пухлинного процесу. Метою роботи було визначити зміни продукції активних форм кисню (АФК) та трансмембранного потенціалу мітохондрій (ТМП) у лімфоцитах периферичної крові (ЛПК) хворих на РШМ до та після проведення променевої терапії.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на зразках периферичної крові 32 хворих на РШМ (середній вік 50,3 роки, T₁₋₄N₀₋₁M₀; G₂₋₃) та 26 жінок групи контролю (середній вік 40,8 роки). Кров у хворих відбирали до та після променевої терапії (ПТ - дистанційна (ДПТ) та брахітерапія (БТ)) – 11 хворих. В ЛПК визначали інтенсивність продукції АФК (2,7-дихлор-дигідро-флуоресцеїн-діацетат) та рівень ТМП (JC-1).

Результати та висновки. Для ЛПК обстежених хворих на РШМ, у порівнянні з контролем, спостерігалась тенденція до зниження ТМП (у 1,38 раза) та достовірне зниження продукції АФК (у 1,85 раза). Для хворих з низько диференційованими пухлинами (G₃) значення цих показників були нижчими ніж у хворих з помірним ступенем диференціювання (G₂) – у 1,73 раза та 1,79 раза відповідно. Виявлено тенденцію до підвищення ТМП у ЛПК хворих після ПТ (у 1,32 раза) та значне підвищення продукції АФК одразу після ДПТ (у 3,73 раза). Встановлено достовірну кореляцію між продукцією АФК та рівнем ТМП у ЛПК хворих до та після променевої терапії (r=0,67 та r=0,70 відповідно), чого не спостерігалось у контрольній групі (r=0,20).

Отримані результати свідчать про зміни у функціональному стані ЛПК хворих на РШМ, наявність зв'язку між ТМП і продукцією АФК в цих клітинах та значне підвищення рівню продукції АФК після ДПТ. Це говорить про перспективність використання даних показників при прогнозуванні ускладнень ПТ, але потрібно розширити коло обстежених хворих, особливо, під час та після закінчення курсу ПТ.

Ключові слова: рак шийки матки, лімфоцити периферичної крові, активні форми кисню, трансмембранний потенціал мітохондрій.

ДИНАМІКА ВЕЛИЧИН КОЕФІЦІЄНТУ ПЕРЕХОДУ ^{137}Cs І ^{90}Sr В СОЛОМУ ВІВСА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ

DYNAMICS OF THE TRANSFER COEFFICIENT OF ^{137}Cs AND ^{90}Sr IN OAT STRAW DEPENDING ON THE HYDROTHERMAL CONDITIONS OF THE VEGETATION PERIOD

Городецький Д.В., Паскевич С.А.
Інститут проблем безпеки АЕС НАН України
вул. Кірова, 36а, м. Чорнобиль, 07270, Україна
d.gorodetsky@ispnpp.kiev.ua

Gorodetsky D.V., Paskevych S.A.

Метою дослідження було визначення впливу погодних умов вегетаційного періоду на коефіцієнт переходу радіонуклідів (КП) ^{137}Cs і ^{90}Sr з ґрунту у біомасу рослин на ґрунтах, що зазнали техногенного радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Дослідження виконувались в стаціонарному польовому досліді на дерново-слабопідзолистому глинисто-піщаному ґрунті на давньо алювіальних відкладах, на території 30-км зони ЧАЕС (с. Чистогалівка, відстань від аварійного блоку ЧАЕС ~ 4 км). Площа дослідної ділянки – 2 м², повторність – 32-х кратна. Монокультура вівса (сорт Скакун) здійснювалась протягом п'яти років за незмінною стандартною агротехнікою, яка включала в себе щорічне внесення мінеральних добрив (N₆₀P₆₀K₆₀) під весняну оранку. Середня щільність радіоактивного забруднення ґрунту дослідних ділянок ^{137}Cs становила 11,52 МБк/м², а ^{90}Sr – 4,63 МБк/м².

Протягом п'ятирічного терміну виконання експерименту, сума активних температур ($\geq 10^\circ\text{C}$) вегетаційних періодів коливалась від 1590 до 1694 градусів, а коефіцієнт зволоження – від 0,81 до 1,59 одиниць. Таким чином, протягом експерименту спостерігався широкий діапазон варіантів поточних погодних умов, що вплинуло на середню врожайність соломи вівса, яка коливалась в діапазоні від 107 до 528 г/м², тобто майже у 5 разів.

Відповідно змінювалось і винесення радіонуклідів з врожаєм соломи вівса, яка становила від 0,66 до 3,80 кБк $^{137}\text{Cs}/\text{м}^2$ та від 3,44 до 12,92 кБк $^{90}\text{Sr}/\text{м}^2$. При цьому, варіювання питомої активності соломи відбувалось вже у більш вузькому діапазоні: від 3,72 до 7,46 кБк $^{137}\text{Cs}/\text{кг}$ та від 17,77 до 33,70 кБк $^{90}\text{Sr}/\text{кг}$.

Розрахунок величини КП [(кБк/кг)/(МБк/м²)] показав, що він змінювався для ^{137}Cs у діапазоні від 0,32 до 0,65, а для ^{90}Sr - у діапазоні від 3,8 до 7,4, тобто приблизно у два рази для обох РН. При цьому, залежність величини КП ^{137}Cs і ^{90}Sr від параметрів термічного режиму і режиму зволоження вегетативного періоду мала складний, нелінійний характер.

Середньо геометричне співвідношення нуклідів $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ у винесенні врожаєм соломи вівса з ґрунту (Бк/м²), також коливалось по роках в межах від 3,2 до 5,6 одиниць.

Результати дослідження показують, що КП радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr з дерново-слабопідзолистого глинисто-піщаного ґрунту в соломі вівса не є постійною величиною і може змінюватись в залежності від поточних погодних умов вегетаційного періоду приблизно у 2 рази.

**ПРОБЛЕМА УТВОРЕННЯ НЕФІКСОВАНОГО ПОВЕРХНЕВОГО
РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ПОКРІВЛЯХ ОБ'ЄКТУ «УКРИТТЯ» У
СКЛАДІ КОМПЛЕКСУ НБК-ОУ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ**

**THE PROBLEM OF THE FORMATION OF UNFIXED SURFACE RADIOACTIVE
POLLUTION ON THE ROOFS OF THE "SHELTER" FACILITY AS PART OF THE
NSC-OS COMPLEX AND WAYS OF ITS SOLUTION**

Городецький Д. В., Павловський Л. І., Меньшенін Є. А., Одінцов О. О., Паламар Л. А.
*Інститут проблем безпеки АЕС НАН України
вул. Кірова, 36а, м. Чорнобиль, 07270, Україна
d.gorodetsky@ispnpp.kiev.ua*

Gorodetsky D.V., Pavlovsky L.I., Menshenin Ye.A., Odintsov O.O., Palamar L.A.

Після виконання герметизації огорожувального контуру Нового безпечного конфайнменту (НБК) над об'єктом «Укриття» (ОУ), спостерігається значне накопичення радіоактивного пилу на поверхнях конструкцій у його внутрішньому об'ємі. Зокрема, процеси збільшення поверхневого радіоактивного забруднення (ПЗ) зафіксовано на покрівлях ОУ, де маса пилу вже сягає величини 15 г/м^2 . Накопичення пилу відбувається внаслідок генерації (з різних джерел) радіоактивних аерозолів (РА) та їхнього осадження на поверхнях будівельних конструкцій за відсутності умов для їхньої подальшої вторинної міграції у просторі, а саме – змивання рідкими атмосферними опадами та розсіюванням РА вітром у навколишньому середовищі, як це відбувалося до зведення захисної споруди НБК.

Основним джерелом надходження РА у внутрішній об'єм повітря під аркою НБК виступають неорганізовані викиди крізь отвори огорожувальних конструкцій ОУ. Аналіз даних досліджень щільності поверхневого радіоактивного забруднення (ПЗ) до зведення споруди НБК та після герметизації його огорожувального контуру показує, що середня величина загального ПЗ металевих конструкцій бета-активними нуклідами збільшились у 9,3 раза, а величина нефіксованого ПЗ – у 5,7 раза. За питомою активністю, що становить до 580 кБк/кг альфа-активних, а також до 19300 кБк/кг бета- і гамма-активних нуклідів, цей пил належить до категорії середньо активних радіоактивних відходів.

За даними аналізу, нефіксоване ПЗ конструкцій покрівель ОУ за своїм походженням є наслідком осадження суміші будівельного пилу, про що свідчить значний вміст у його хімічному складі кальцію (до 72 % маси) і важких металів - заліза, цинку, кобальту (до 28 % маси), а також викидів РА крізь нещільності конструкцій об'єкта «Укриття». При цьому, сумарна активність трансуранових елементів становить від 2,6 до 3,2 % від загальної активності нефіксованого ПЗ, що потребує застосування ефективних заходів з протирадіаційного захисту робочого персоналу під час виконання робіт, які супроводжуються значним підйомом пилу.

Показано високу ефективність (від 79 до 98 %) сухої дезактивації робочих поверхонь за допомогою промислового пирососа, застосування якої може суттєво зменшити дози опромінення робочого персоналу під час виконання робіт по демонтажу конструкцій ОУ, що є найближчою метою сучасного етапу перетворення ОУ на екологічно безпечну систему.

При цьому витяжна вентиляція комплексу НБК-ОУ, яка оснащена багаторівневою системою НЕРА-фільтрів для очищення повітря, дозволяє забезпечити мінімальний викид активності, який не повинен перевищувати середньодобовий рівень $\leq 40 \text{ Бк/м}^3$ суміші довго існуючих бета-активних нуклідів, що не призводить до понаднормативного забруднення компонентів навколишнього середовища.

ТРИТІЙ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ГІДРОСИСТЕМИ РАЙОНУ ПУ АЕС

TRITIUM IN THE WATER OBJECTS OF THE SU NPP DISTRICT HYDROSYSTEM

Григор'єва Людмила І., Алексєєва Анна О., Макарова Олена В., Григор'єв Костянтин В.
Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, Україна,
ludmila.grygorieva@chmnu.edu.ua

Grygorieva Liudmyla, Alekseyeva Anna, Makarova Olena, Grygoriev Kostiantyn
Petro Mohyla Black Sea National University Mykolaiv, Ukraine

Вступ та мета. Надходження тритію до атмосфери з викидами АЕС характерно для усіх атомних електростанцій України, а у скидних водах АЕС з ВВЕР тритій може складати до 60% відсотків від усього обсягу викидів АЕС. Для АЕС, які використовують природні водойми в якості водойм-охолоджувачів нагрітої циркуляційної води в системах оборотного водопостачання АЕС, потрапляння тритію до ставка-охолоджувачу визначається, в основному, кількістю скиду дебалансних вод станції, а подальше надходження тритію у прилеглу водну екосистему залежить від рівнів фільтрації, випаровування води з водоймища-охолоджувача та підживлення водою природних поверхневих і підземних водних джерел. Метою роботи є дослідження процесів розповсюдження «станційного» тритію у гідроекосистемі території Южно-Української атомної електростанції (ЮУАЕС) та визначення його вмісту у прилеглих поверхневих і підземних об'єктах прісноводної екосистеми. Це важливо для аналізу питного ланцюга потрапляння тритію до людини, що мешкає в районі ЮУАЕС, та харчового ланцюга, пов'язаного зі зрошуваним землеробством, при якому використовуються поверхневі водні об'єкти.

Матеріали та методи. Офіційні матеріали НАЕК Енергоатом щодо скидів радіонуклідів з ЮУАЕС (1982-2020 рр.), результати радіометрії тритію у водних об'єктах в рамках радіаційного контролю лабораторії зовнішньої дозиметрії (ЛЗД) ЮУАЕС, матеріали монографії авторів.

Результати та висновки. У воді технологічних водойм (ставок-охолоджувач, біоставок станції відчистки) ПУАЕС середньорічна об'ємна активність тритію впродовж 2014-2020 рр. трималася на рівні 110–160 Бк/л. Середньорічне зростання на 12–13 Бк корелювало із зменшенням об'ємів скиду продувних вод ставка-охолоджувача (близько 8698 тис. м³ на рік). Більш високі рівні об'ємної активності тритію зареєстровані у воді технічних свердловин маркерів протікань у системі технічної води. Вміст тритію у біоставках ПМК ЮУАЕС знизився з понад 1000 Бк/л на початку 1990-х років до 100–130 Бк/л у 2018-2020 рр., що призвело до зменшення його рівня у Трикратській водоймі і має відобразитися на зниженні його рівня у підземних водних джерелах.

Враховуючи фізико-хімічні властивості тритію та висновки науковців щодо надзвичайно швидкого накопичення тритію у навколишньому середовищі, пропонуємо продовжувати гідроекологічний моніторинг за вмістом тритію у поверхневих водоймах у районі розташування ЮУАЕС, а також у водних джерелах питної води, розташованих нижче за природним стоком від технологічних водойм АЕС.

Ключові слова: технологічні водоймища, тритій, гідросистема, радіоекологічний моніторинг, Південноукраїнська АЕС

РАДІОАКТИВНІСТЬ ВОДИ І ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ВОДОЙМ У РАЙОНІ ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКОЇ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ
WATER AND BOTTOM SEDIMENTS RADIOACTIVITY BY WATER IN THE AREA OF THE SOUTHERN UKRAINIAN NUCLEAR POWER PLANT

Григор'єва Людмила І., Григор'єв Костянтин В.

*Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, Україна,
ludmila.grygorieva@chmnu.edu.ua*

Grygorieva Liudmyla, Grygoriev Kostiantyn
Petro Mohyla Black Sea National University Mykolaiv, Ukraine

Вступ та мета. Вивчення радіоактивного фону донних відкладень водойми має важливе значення в оцінці якості середовища. Радіоактивне забруднення донних відкладень може істотно впливати на життєдіяльність бентосних організмів, що є кормом риб. У нормальних умовах функціонування водоймища роль донних відкладень полягає у їх сорбційних властивостях, завдяки яким відбувається самоочищення водного середовища.

Матеріали та методи. Офіційні матеріали НАЕК Енергоатом щодо скидів радіонуклідів з ЮУАЕС (1982-2020 рр.), матеріали монографії авторів.

Результати та висновки. Розраховано коефіцієнти накопичення ^{137}Cs , ^{134}Cs донними відкладеннями Ташлицького і Олександрівського водосховищ, які вказали, що для технологічного ставка-охолоджувача ПУАЕС - Ташлицького водосховища – коефіцієнти накопичення радіоізоотопів цезію є у 2,5 рази меншими за відповідні коефіцієнти накопичення для Олександрівського водосховища. Встановлено відмінність між Ташлицьким і Олександрівським водосховищами за рядом гідрохімічних показників: 1) за температурним показником: для Ташлицького водосховища характерні більш високі показники середньорічної температури води ($12,1 \pm 2,2$ °C) понад Олександрівського водосховища ($7,8 \pm 1,1$ °C); 2) за показником водневого показника рН: для Ташлицького водосховища рівень рН (8,3-8,4 одиниць) на 10% є нижчим, ніж для Олександрівського водосховища (8,4-9,2 одиниць); 3) за показником лужності: для Ташлицького водосховища лужність у 5 разів (20-25 мг-екв/л) є вищою, ніж для Олександрівського водосховища (5,2-5,7 мг-екв/л), 4) за показником сухого залишку води: для Ташлицького водосховища (1100 ± 57 мг/л) у 2 рази більший за Олександрівське водосховище (572 ± 12 мг/л); 5) за показниками розчиненого кисню у воді водосховищ: у Ташлицькому водосховищі цей показник на 10-20% є меншим за Олександрівське водосховище. Встановлені відмінності між гідрохімічними відмінностями Ташлицького і Олександрівського водосховищами визначають значно менші коефіцієнти накопичення радіонуклідів донними відкладеннями Ташлицького водосховища. Так, зокрема, встановлено наявність зворотнього лінійного зв'язку ($r = -0,98$) між мінералізацією (сухим залишком) води та величинами коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs , ^{134}Cs донними відкладеннями Ташлицького і Олександрівського водосховищ, визначено рівняння регресії ($r^2 = 0,92$), яке дозволяє оцінювати коефіцієнт накопичення радіоізоотопів цезію донними відкладеннями в залежності від мінералізації води. Розраховано величини факторів радіаційної ємності донних відкладень Олександрівського водосховища, які є у 1,5 рази вищими за фактори радіаційної ємності донних відкладень Ташлицького водосховища. Це свідчить, що екологічна система Ташлицького водосховища втрачає свою стабільність і здатність до міцного утримання радіонуклідів, а екосистема Олександрівського водосховища при факторі радіаємності близько 1 продовжує нормально функціонувати.

Ключові слова: радіоекологічний моніторинг, донні відкладення, вода, радіонукліди, Південноукраїнська АЕС.

НЕМІШЕННІ ЕФЕКТИ В РАДІОБІОЛОГІЇ NON-TARGET EFFECTS IN RADIOBIOLOGY

Гудков І.М.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ
ingudkov@ukr.net*

Gudkov I.M.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

В радіобіології традиційно вважалося та й вважається, що біологічні ефекти іонізуючої радіації виникають в клітинах як результат ураження прямим чи непрямим шляхом молекули ДНК – мішені дії радіації. Проте, в останні два–три десятиліття з'являється все більше фактів того, що для ураження клітини, тканини, органу, зрештою, організму, зовсім не обов'язкове його безпосереднє опромінення – часом радіобіологічні ефекти проявляються при опроміненні цитоплазми, сусідніх клітин, тканин, органів, організмів. Деякі з них отримали назву «ефект свідка» – «bystander effect». Більш того, деякі ефекти можуть проявлятися через довгий час після опромінення, навіть в наступних поколіннях, набуваючи часом несподіваного характеру, важко пояснювального з класичних позицій основоположних домінант радіобіології – принципу попадання і теорії мішені. Вони отримали умовну назву немішених ефектів іонізуючої радіації. До них відносять такі як ефект свідка, і пов'язані з ним дистанційна дія; радіаційно-індукована адаптивна відповідь і пов'язане з нею явище радіоадаптації; радіаційний гормезис – несподівані ефекти малих доз, які зумовлюють стимуляційні явища, у тому числі і синтезу ДНК; радіаційно-індукована радіостійкість, яка порушує усі закономірності класичної залежності доза-ефект; радіаційно-індукована нестабільність геному; відстрочені ефекти і пов'язані з ними віддалені ефекти.

Механізм більшості немішених ефектів мало вивчений, хоча робіт у цьому напрямку виконано немало. Те, що заслуговує на увагу, стосується трьох основних гіпотез. Перша – це секреція у середовище проживання медіаторів від опромінених клітин (активних форм кисню, цитокіноподібних факторів, ферментів, фрагментів нуклеїнових кислот та ін. Друга – передача сигналів ураження від опромінених до опромінених клітин шляхом прямої комунікації між ними через «щільні контакти». Розглядаються і механізми, пов'язані з передачею сигналів як квантів ультрафіолетового діапазону чи інших типів неіонізуючого випромінювання, які можуть генеруватися опроміненими клітинами навіть за невеликих доз іонізуючої радіації.

Великий інтерес до «ефекту свідка» у значній мірі пов'язаний з надією пролити світло саме на інтимні механізми дії низько інтенсивних іонізуючих випромінювань на живі організми, і у першу чергу на людину, оцінити її ризики і можливості протирадіаційного захисту та післярадіаційного відновлення. Зрештою, виявлення природи немішених ефектів дозволить отримати нові відомості про міжклітинні взаємодії, механізми передачі сигналів від клітини до клітини, виявити роль позиційної інформації у цих процесах і розробити, зокрема, оптимальні методи радіаційної терапії раку. Цей ефект може відіграти вирішальну роль щодо індукції стохастичних ефектів радіації, допомогти оцінити віддалені наслідки дії радіації на живі організми й людину.

На думку більшості радіобіологів, прийняття явища немішених дії іонізуючих випромінювань не відкидає ДНК-центричних принципів радіаційного ураження живих організмів, воно скоріше доповнює їх, запаралелює.

Ключові слова: іонізуюча радіація, немішенні ефекти, дистанційна дія.

ПРОБЛЕМИ ВОДНОЇ РАДІОЕКОЛОГІЇ І РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

PROBLEMS OF AQUATIC RADIOECOLOGY AND RADIATION SAFETY OF THE ENVIRONMENT

Гудков Д.І., Каглян О.Є., Шевцова Н.Л., Беляєв В.В., Поморцева Н.А., Ганжа Х.Д.
Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна, digudkov@gmail.com

Gudkov D.I., Kaglyan O.Ye., Shevtsova N.L., Belyaev V.V., Pomortseva N.A., Ganzha Ch.D.
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Використання і перспективи розвитку ядерних технологій визначають необхідність вирішення завдань забезпечення радіаційної і екологічної безпеки людини та середовища її існування. До найбільш актуальних проблем, пов'язаних з використанням ядерних технологій, відносяться аналіз і прогнозування радіоекологічних наслідків радіаційних аварій, поводження з забрудненими територіями, а також аналіз ризиків для людини і навколишнього середовища в умовах хронічного впливу іонізуючого випромінювання. Основні напрями радіоекологічних досліджень водних екосистем в Україні охоплюють: особливості накопичення, міграції та перерозподілу радіонуклідів та їх фізико-хімічних форм в абіотичних і біотичних компонентах водних екосистем за різних гідрохімічних, гідрологічних і гідробіологічних умов водного середовища; формування доз опромінення основних груп водних організмів за рахунок зовнішніх і внутрішніх джерел іонізуючого випромінювання; радіаційно-індуковані цитогенетичні та соматичні порушення у гідробіонтів в умовах хронічного впливу малих доз у природних і напівприродних водоймах. У водних організмів Чорнобильської зони відчуження зареєстровані численні радіаційно-індуковані ураження біосистем на різних рівнях організації, які на тлі зовнішнього благополуччя домінуючих представників рослин і тварин можуть представляти реальну загрозу проявів негативних наслідків тривалого радіаційного впливу в майбутньому. В той же час існує суттєвий брак комплексних радіобіологічних досліджень водних екосистем, які зазнають хронічного впливу об'єктів ядерної спадщини та підприємств атомної енергетики, у першу чергу щодо виявлення залежності «потужність поглиненої дози – ефект». Особливо це стосується досліджень водних організмів на популяційному та екосистемному рівнях. Подальший розвиток підприємств ядерної енергетики, значна кількість об'єктів ядерної спадщини, які утворились на території України та суміжних країн внаслідок Чорнобильської катастрофи, а також відсутність національних регулюючих нормативів у галузі радіаційної безпеки навколишнього природного середовища щодо визначення безпечних і небезпечних рівнів опромінення біоти, актуалізують дослідження, пов'язані з комплексним вивченням додозалежних змін найбільш важливих показників біологічних систем на різних рівнях організації у природних водоймах, а також розробку рекомендацій щодо науково-методичної документації в галузі радіаційної безпеки навколишнього середовища у відповідності до вимог законодавства України, Міжнародних основних норм безпеки, рекомендацій Міжнародної комісії з радіологічного захисту, а також результатів досліджень міжнародних проєктів Євросоюзу. Результати досліджень, які будуть представлені у доповіді, отримані за сприяння Національного фонду досліджень України (проєкт № 2020.02/0264).

Ключові слова: водна радіоекологія, радіаційна безпека, радіонуклідне забруднення, додозалежні ефекти.

НЕОБХІДНІСТЬ ВДОСКОНАЛЕННЯ МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

THE NEED TO IMPROVE THE INTERNATIONAL SYSTEM OF PROTECTING THE POPULATION AGAINST IONIZING RADIATION

Гуцько Н. В., Короткова Н. В.

*Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини
Національної академії медичних наук України»
labmeddem@ukr.net*

Gunko N. V., Korotkova N. V.

*State Institution «National Research Center for Radiation Medicine
of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»*

Вступ та мета. Незважаючи на те, що є багато міжнародно-правових актів та органів, які координують боротьбу з міжнародним тероризмом, Росія під час воєнних дій проти України із чотирьох типів ядерних терористичних актів із лютого 2022 р. використала два – напади на ядерні об'єкти (Чорнобильську та Запорізьку АЕС), відкрита погроза застосування ядерних вибухових пристроїв або радіологічної зброї. Тому метою дослідження є обговорення проблеми міжнародного тероризму під час воєнних дій Росії проти України та вдосконалення співпраці з міжнародним співтовариством щодо запобігання цьому.

Матеріали та методи. Розуміючи, що за умови воєнних дій в Україні багато інформації має обмежений доступ до розповсюдження, здійснено спробу узагальнити доступні матеріали щодо міжнародного тероризму під час воєнних дій Росії проти України та ефективності співпраці з міжнародним співтовариством щодо запобігання цьому (інтернет-ресурси, засоби масової інформації, офіційні видання).

Результати та висновки. Показано, що від початку використання радіаційних сполук в різних галузях господарства накопичено достатньо радіаційно-гігієнічних, проектно-конструкторських, технічних та організаційних заходів, спрямованих на забезпечення радіаційної безпеки. Найбільш небезпечними з позиції можливого впливу на популяційне здоров'я населення є радіаційні аварії, що приводять до глобального забруднення довкілля.

Активізація воєнних дій в Україні у 2022 р., коли Чорнобильську та Запорізьку АЕС було захоплено військами Росії, висвітила низку проблем щодо забезпечення радіаційної безпеки довкілля та населення. Залучення міжнародних організацій для врегулювання питання контролю АЕС вітчизняними фахівцями та урядом не мало очікуваного ефекту. Російські високопосадовці та пропагандисти різного рівня постійно оголошують про загрозу терористичних актів на території України. Якщо буде аварія на Запорізькій АЕС під час її окупації, то нерегульованим є питання захисту населення від техногенного іонізуючого випромінювання.

Отже, для України вкрай важливою проблемою сьогодення є загроза застосування ядерної зброї та ядерного тероризму. Таким чином, виникає потреба у розробці міжнародним співтовариством набору стимулів та покарань для держави-терористки, а також засобів забезпечення виконання цих стимулів і покарань.

Ключові слова: Україна, ядерні терористичні акти Росії.

ПИТОМА АКТИВНІСТЬ РАДІОНУКЛІДІВ ТА ПОТУЖНІСТЬ ЗОВНІШНЬОЇ ДОЗИ ОПРОМІНЮВАННЯ У ДОННИХ ВІДКЛАДАХ ОЗ. БРІТ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ

ACTIVITY CONCENTRATION OF RADIONUCLIDE AND EXTERNAL DOSE RATE IN BOTTOM DEPOSITS OF BRIT LAKE IN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Гречанюк М.О.¹, Голяка Д.М.¹, Левчук С.Є.¹, Павленко П.М.¹, Теїєн Х.-К.²,
Хауген Т. О.², Максін В.І.¹, Кашпаров В.О.^{1,2}

¹ *Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна*

² *Центр радіоактивності навколишнього середовища Норвезького університету наук про життя, Ос, Норвегія*
maksgrek@ukr.net

Hrechaniuk M. O.¹, Holiaka D. M.¹, Levchuk S. Ye.¹, Pavlenko P. M.¹, Teien H.-C.²,
Haugen T. O.², Maksin V. I.¹, Kashparov V. O.^{1,2}

¹ *Ukrainian Institute of Agricultural Radiology, National University of Life and Environment Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *Center for Environmental Radioactivity (CERAD), Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway*

Внаслідок техногенної аварії на Чорнобильській АЕС 26 квітня 1986 році стався значний викид радіонуклідів в атмосферу з наступним радіоактивним забрудненням навколишнього середовища. Це призвело до утворення найбільш радіоактивно забрудненої у світі території – Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), де науковці з усього світу досліджують наслідки катастрофи, вплив радіонуклідів на довкілля та шукають шляхи вирішення її наслідків.

Мета дослідження полягає у зменшенні невизначеності оцінок доз зовнішнього опромінення організмів у прісноводних екосистемах.

У результаті проведених експериментальних досліджень було отримано профілі вертикального розподілу потужності поглиненої дози (ППД) гамма-випромінювання та значення питомої активності ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{154}Eu і ^{241}Am в донних відкладах оз. Бріт, які досягали $23 \text{ мкГр}\cdot\text{год}^{-1}$ і $43 \text{ Бк}\cdot\text{см}^{-3}$ для ^{137}Cs . Озеро розташоване в межахділянки Красненської заплави р. Прип'ять у Чорнобильській зоні відчуження ($51,44844^\circ$; $30,06020^\circ$). Показано, що в оз. Бріт, через змив радіонуклідів з водозабору, відсутня кореляція між середніми рівнями вмісту ^{90}Sr і ^{137}Cs у донних відкладах і глибиною озера. Спостерігається помірна кореляція між виміряною дозиметром та розрахунковою потужністю поглинутої дози зовнішнього опромінення на основі середньої питомої активності радіонуклідів у донних відкладах. Середня розрахована та виміряна ППД гамма-випромінювання в донних відкладах оз. Бріт змінювалась в межах $1.3\text{-}19 \text{ мкГр}\cdot\text{год}^{-1}$ і була сумісною з внутрішньою дозою опромінення риб ($5\text{-}15 \text{ мкГр}\cdot\text{год}^{-1}$). Внесок вмісту радіонуклідів у воді оз. Бріт у формування ППД не перевищує $2 \text{ нГр}\cdot\text{год}^{-1}$.

Для зменшення невизначеності оцінок доз зовнішнього опромінення аборигенних риб у жовтні 2021 року було встановлено відповідне обладнання для акустичної 3-D телеметрії та індивідуальної дозиметрії різних видів риб в оз. Бріт і оз. Глибоке.

Ключові слова: ^{90}Sr , ^{137}Cs , потужність поглиненої дози, донні відклади, Чорнобиль, зона відчуження.

БІЛАТЕРАЛЬНА АСИМЕТРІЯ РИБ У ВОДОЙМАХ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

BILATERAL ASYMMETRY OF FISH IN WATER BODIES WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Гупало О.О., Каглян О.Є., Беляєв В.В., Пришляк С.П., Абрам'юк І.І., Гудков Д.І.
Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна, al.gupalo@gmail.com

Hupalo O.O., Kaglyan O.Ye., Belyaev V.V., Pryshlyak S.P., Abramyuk I.I., Gudkov D.I.
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Одним із важливих показників стабільності розвитку популяцій риб є флюктуюча асиметрія (ФА), яка проявляється у вигляді незначних і неспрямованих відхилень від білатеральної симетрії в будові різних морфологічних структур риб [Гавриков, 2007]. Відомо, що рівень ФА у риб мінімальний за нормальних умов у природних водоймах, але при появі будь-якого стресового чинника відчутно зростає. Метою роботи було визначити рівень білатеральної асиметрії у корошових риб різних екологічних груп у водоймах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ).

Матеріали та методи. Дослідження ФА риб у водоймах ЧЗВ проводили у 2021 р. на вибірках карася сріблястого ($n=20$ екз.), головня ($n=12$ екз.) з водойми-охолоджувача (ВО) ЧАЕС, плітки ($n=20$ екз.) і краснопірки ($n=20$ екз.) з оз. Глибоке за пластичними ознаками: число розгалужених променів у грудному та черевному плавцях; число лусок у бічній лінії, над та під нею, та у хвостовому стеблі. Рівень ФА оцінювали за інтегральним показником частоти асиметричних проявів (ЧАП) (Костылева, Пескова, 2011). Оцінку відхилення стабільності розвитку вибірок риб від умовно нормального стану здійснювали за шкалою (Гавриков, 2007).

Результати та висновки. Екземпляри з вибірки карася сріблястого (бентофаг) з ВО ЧАЕС характеризувалися середньою довжиною тіла 20 см та масою 275 г, віком 5–9 років. ЧАП меристичних ознак становила $0,48 \pm 0,12$, що складало 5 балів за шкалою оцінки відхилень стану риб від нормальних умов – критичний стан якості середовища. Екземпляри головня (евриффаг) з ВО ЧАЕС мали середню довжину тіла 21,5 см та масу 221 г, вік 4–8 років. ЧАП меристичних ознак – $0,13 \pm 0,13$, що складало 1 бал – умовно нормальна якість середовища. Вибірка плітки (евриффаг) з оз. Глибоке характеризувалася середньою довжиною тіла 16 см та масою 115 г, віком 4–5 років. ЧАП меристичних ознак становила $0,33 \pm 0,12$, що складало 2 бали – незначні відхилення від норми. Вибірка краснопірки (фітофаг) з оз. Глибоке характеризувалася середньою довжиною тіла 16,8 см та масою 119 г, віком 3–7 років. ЧАП меристичних ознак становила $0,37 \pm 0,11$, що складало 3 бали – середній рівень відхилень від норми. У водоймах ЧЗВ популяції риб бентофагів, які ведуть придонний спосіб життя, зазнають підвищеного радіаційного навантаження внаслідок опромінення від донних відкладів, в яких зосереджено 95–98 % загальної кількості головних дозоутворювальних радіонуклідів в екосистемі водойми. Фітофаги займають проміжне положення серед досліджених видів риб за показником отриманої потужності поглиненої дози. Найменшого хронічного впливу іонізуючого випромінювання зазнають риби еврифаги, які ведуть пелагічний спосіб життя. Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264).

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, водойми, риби, білатеральна асиметрія, оцінка екологічного стану водних екосистем.

АНОМАЛІЇ НАСІННЯ ОЧЕРЕТУ У ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ

ANOMALIES OF THE COMMON REED SEEDLINGS WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Явнюк А.А.¹, Шевцова Н.Л.², Гудков Д.І.²

¹Національний авіаційний університет, Київ, Україна

²Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
a_yavnyuk@ukr.net

Iavniuk A.A.¹, Shevtsova N.L.², Gudkov D.I.²

¹National Aviation University, Ukraine

²Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Численні дослідження присвячені вивченню радіобіологічних ефектів, які виникають у біоти територій, що зазнали радіонуклідного забруднення, зокрема, дослідженню морфологічних аномалій на ранніх стадіях онтогенезу. Виявлення та аналіз подібних порушень у насінневого потомства типових представників рослинних угруповань водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) дають можливість визначити особливості впливу довготривалого низько-дозового опромінення на ранні стадії онтогенезу вищих водних рослин, коли рослинний організм є найбільш чутливим до дії опромінення. Метою роботи є дослідити аномалії насінневих паростків очерету звичайного з водойм ЧЗВ.

Матеріали та методи. Досліджено насіннєве потомство очерету з водойм ЧЗВ В якості контролю слугували зразки, відібрані у Тетерівському отрозі Київського водосховища (с. Страхолисса). Насіння пророщено за лабораторних умов. Аномалії паростків вивчали за допомогою стереомікроскопу Leica9SD, М_c 10×/23, z - 2,04 4,0. Для життєздатних паростків досліджували наступні аномалії: у коренів - порушення геотропізму, ріст з однієї точки, декілька точок росту та відсутність кореня; у листків - порушення геотропізму, безхлорофільні, збільшення ширини, відсутність листка. Також фіксували порушення у пропорціях розвитку кореня та листка.

Результати та висновки. Встановлено, що сумарна кількість порушень у насіння рослин з водойм ЧЗВ становить до 20% в порівнянні з рослинами з контрольної водойми. Найбільша кількість аномалій життєздатних паростків насіння очерету припадає на порушення геотропізму кореня та листка – до 12 та 19%, відповідно, в той час як кількість інших аномалій не перевищувала 5%. Знайдено пряму кореляцію кількості паростків з порушеннями геотропізму кореня та листка, паростків без кореня з потужністю поглиненої дози на батьківські рослини у водоймах. Порушення щодо росту кореня з однієї точки росту та порушення у пропорціях росту кореня та листка, виявлено лише у зразках з водойм, де потужність поглиненої дози на рослини перевищувала природний радіаційний фон у 10–20 разів. Геотропізм та структура росту генеративних органів є базовою властивістю рослин, пов'язаною з діяльністю гормонів ауксинів. Тому, для підтвердження впливу довготривалого низько-фонового радіаційного опромінення на ранніх стадіях онтогенезу, зокрема функціонування гормонів росту у насіння очерету звичайного з водойм ЧЗВ, потрібні подальші поглиблені дослідження. Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264)

Ключові слова: очерет, насіння, аномалії, Чорнобильська зона відчуження.

СУЧАСНИЙ РОЗПОДІЛ ^{137}Cs У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

CURRENT DISTRIBUTION OF ^{137}Cs IN THE FORESTRY ECOSYSTEMS IN UKRAINIAN POLISSIA

Іванюк І. Д.

*Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна
mltk2010@gmail.com*

Ivaniuk I. D.

Malyn Applied College, v. Hamarnia, Zhytomyr region, Ukraine

Вступ та мета. Значні території лісів Полісся України зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Радіонукліди, з яких саме ^{137}Cs визначав рівні радіоактивного забруднення територій, були залучені до малого кругообігу речовин у лісових екосистемах і почали надходити до численних їх компонентів. У перші роки з часу аварії на ЧАЕС найбільша активність ^{137}Cs відмічалась у лісовій підстилці. З часом радіонуклід перемістився до мінеральної частини ґрунту. Саме його знаходження у тих чи інших шарах ґрунту визначало ступінь радіоактивного забруднення інших складових лісових екосистем. Було також встановлено, що міграція радіоактивного елемента у ґрунті відбувається з різною інтенсивністю у різних типах лісорослинних умов. Це пояснювалось відмінностями у мінералогічному складі ґрунтів, у вмісті органічних речовин та деяких інших факторів. Метою дослідження було визначення сучасного вмісту ^{137}Cs в основних компонентах лісових екосистем у найбільш поширених типах лісорослинних умов.

Матеріали та методи. Дослідження проводились на постійних пробних площах (ППП), які закладені у минулі роки у ДП «Ліси України» Філія «Лугинське лісове господарство» в 2020 р. ППП-1 розташована у вологих борах, а ППП-2 – у вологих сугрудах. У процесі досліджень використовувались загальноприйняті методи лісової радіоекології.

Результати та висновки. Отримані матеріали свідчать, що найбільший відсоток від сумарної активності ^{137}Cs у біогеоценозах, які вивчаються, притаманний ґрунту. Так, у ґрунті вологого бору міститься 84,9% сумарної активності радіонукліду, а у вологих сугрудах дещо більше – 96,7%. Останній тип лісорослинних умов характеризується більшим вмістом органічної речовини, більш дрібним мінералогічним складом, що може вплинути на краще закріплення ^{137}Cs у ґрунті та зниження інтенсивності його надходження до компонентів фітоценозу.

У деревостані вологих борів міститься 8,8% сумарної активності радіонукліду, що значно більше ніж у вологих сугрудах – 3,1%. Це також підтверджує зроблене вище припущення, що спостерігається міцніше закріплення ^{137}Cs у ґрунті більш багатого типу лісорослинних умов. Останнє також підтверджується даними про відсоток сумарної активності радіонукліду у трав'яно-чагарничковому ярусі – 0,5% у вологому бору і 0,1% у вологому сугруді; мохах і лишайниках – 5,7% і близько 0,1% (відповідно типам лісорослинних умов).

Таким чином можна відмітити, що і у теперішній час у ґрунті міститься основна кількість радіонуклідів і саме це визначає його вміст у рослинному покриві.

Ключові слова: лісові екосистеми, радіоактивне забруднення, радіонукліди, типи лісорослинних умов.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ, ЯКЕ ПРОЖИВАЄ НА ТЕРИТОРІЇ, ЗАБРУДНЕНІЙ ВНАСЛІДОК РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ

RECONSTRUCTION OF EXPOSURE DOSES TO THE POPULATION LIVING ON THE TERRITORY CONTAMINATED AS A RESULT OF RADIATION ACCIDENT

Іванова О.М., Бойко З.Н., Будерацька В.Б., Масюк С.В.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна, iolgagm@gmail.com

Ivanova O.M., Boiko Z.N., Buderatska V.B., Masiuk S.V.

State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Використання атомної енергії має як позитивні, так і негативні сторони, пов'язані з проблемами утилізації відходів, техногенними аваріями (Фукусіма, 2011 р., Чорнобиль, 1986 р., Киштим, 1957 р.), а також ризиком використання ядерних об'єктів як зброї масового ураження. Остання причина особливо актуальна зараз під час російської військової агресії проти України, внаслідок якої найбільша атомна електростанція в Європі, – Запорізька АЕС, опинилася під загрозою катастрофи. Знання потенційної дози опромінення у разі виникнення масштабного радіаційного викиду допомагає визначити стратегії та вжити заходів для захисту місцевого населення, оцінити ризики та прийняти обґрунтовані рішення, що сприятиме зменшенню його наслідків для здоров'я людей. Метою даної роботи є розробка методології розрахунку доз опромінення населення, яке проживає на території, що зазнала радіоактивного ураження унаслідок глобальної аварії на атомній електростанції.

Матеріали та методи. У розробленій еколого-дозиметричній моделі використовуються як загальноприйняті стандартні параметри, так і розрахункові, що визначаються на основі чорнобильського досвіду. У 1986–2014 рр. в Україні на територіях, постраждалих від Чорнобильської катастрофи, проводився масштабний радіоекологічний моніторинг. Досліджувався просторовий розподіл джерела випромінювання, а також поведінка радіонуклідів у місцевостях з різними ґрунтово-географічними характеристиками. Усі зібрані дані зберігаються в лабораторії радіологічного захисту Національного наукового центру радіаційної медицини (ННЦРМ). Бази даних містять інформацію щодо вимірювань щільності випадіння ^{137}Cs та ^{90}Sr на ґрунті, концентрації активності цих радіонуклідів в молоці, картоплі та організмі людини. Це дає змогу встановити основні закономірності розвитку з часом радіаційної обстановки, характерні саме для територій України. За допомогою моделі оцінюються ефективні дози зовнішнього та внутрішнього (інгаляційного та перорального) опромінення для представників різних вікових та професійних груп.

Результати та висновки. Виконано прогнозні оцінки доз опромінення за перший рік після аварії мешканців територій, які можуть постраждати внаслідок радіоактивного викиду. З розрахунку на $1 \text{ кБк} \cdot \text{м}^2$ щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs , доросле населення може накопичити дозу зовнішнього опромінення близько 33 мкЗв, діти у віці 1 року та підлітки – відповідно 20 та 23 мкЗв. Можлива доза внутрішнього опромінення для дітей у віці 1 року становитиме 60 мкЗв, для дорослих та підлітків – близько 30 мкЗв.

Ключові слова: аварія на атомній електростанції, прогноз дози опромінення, еколого-дозиметрична модель, радіоцезій, зовнішнє опромінення, внутрішнє опромінення.

THE ROLE OF LOW MOLECULAR WEIGHT ANTIOXIDANTS IN THE ADAPTATION OF *ALHAGI PSEUDALHAGI* TO CHRONIC GAMMA IRRADIATION

Jafarov Elimkhan, Jafarov Anar, Eminova Nurlana

Radiobiology laboratory, Institute of Radiation Problems of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
elimkhan.jafarov@gmail.com

The results of research carried out in different years suggest that the biological effect of small doses of ionizing radiation caused by areas contaminated with radionuclides to one degree or another is quite complex. According to some researchers, the chronic exposure to radiation forms certain adaptive features in plants, and plants try to reduce such an effect in a unique way by exhibiting high radiation resistance. Symptoms of radiation adaptation are also associated with the activation of inducible DNA repair systems capable of repairing cell damage.

Nevertheless, the resistance of plants to the effect of radiation and the mechanism of stimulation of some physiological and biochemical processes by the effect of radiation have not yet been accurately studied. Information on the role of small molecule antioxidants such as anthocyanins, flavonoids and carotenoids in this process is almost non-existent. For this reason, the mentioned problem is still relevant for both fundamental and applied research.

Taking into account the above, we have studied the radioresistance properties of the *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.) growing wild in the territory of one of the local pollution zones with high radioactivity. We have studied these features based on quantitative changes of non-enzymatic antioxidants of the plant's antioxidant defense system.

Low molecular weight antioxidants were studied in all periods of active vegetation, both in the leaves and in the flowers of the plant.

It has been determined that this plant is uniquely resistant to the effects of ionizing radiation, as a result of which a number of adaptive signs are formed in the plant. Signs of adaptation to such conditions are accompanied by structural changes that lead to the formation of biologically active substances such as carotenoids, flavonoids and anthocyanins.

It has been established that the formation and accumulation of carotenoids, flavonoids and anthocyanin's in different organs is a dynamic process that changes both in plant ontogenesis and under the influence of radiation.

It has become clear that ionizing radiation inhibits the synthesis of pigments at one stage of active vegetation, and accelerates and stimulates this process at another stage. Both inhibitory and stimulating effects depend on the absorbed dose of radiation.

It is shown that the potential of low molecular weight components, in addition to the physiological state and genetic characteristics of this plant, is also determined by their variability under stress conditions. At the same time, the high resistance of the plant to the effects of low doses of radiation correlates with the high content of phenolic compounds. Carotenoids play a key role in protecting the plant from chronic exposure.

It was found that the pigments studied by us, which differ both in chemical nature and diversity of the biosynthetic pathway, and in intracellular localization, in vivo have a similar role in ensuring the long-term adaptation of *A. pseudalhagi* to chronic exposure to radiation. The results also made it possible to determine the growing season for the maximum accumulation of biologically active substances and the plant organ rich in them, as well as to evaluate the effect of radiation on the process of accumulation of these compounds.

Key words: Chronic γ -irradiation, *Alhagi pseudalhagi*, carotenoids, flavonoids, anthocyanins.

IMPACT OF IONIZING RADIATION ON THE DEVELOPMENT OF INFECTIOUS DISEASES

Jafarova K.A., Rashidova Sh.M., Karimova G.A., Nazarova R.T.

Azerbaijan Medical University, Department of Infectious Diseases, Baku, Azerbaijan

According to the results of conducted studies, ionizing radiation has a negative and positive effect on the development of infectious diseases. The risk of adverse health effects depends on the dose of radiation. The higher the dose, the higher the risk of adverse consequences. If the radiation dose is low or if the radiation takes place over a long period of time, the risk is much lower, since the human body restores damaged cells and molecules.

In acute radiation sickness, this syndrome is caused by a violation of specific and 60 non-specific defense mechanisms of the body and is characteristic of severe forms of radiation damage. Irradiation causes a violation of all factors of natural immunity, while antitogenesis decreases (antibody production is suppressed), the phagocytic activity of cells and the amount of micro- and macrophages decreases, the activity of bactericidal systems (complement, lysozyme, properdin) decreases, the composition of the normal microflora of the body is disturbed. All this leads to a sharp decrease in the immune resistance of the body and is accompanied by activation and generalization of the autoflora with secondary exogenous infection of the body. The development of bacterial invasion is facilitated by an increase in tissue permeability with damage to physiological tissue barriers that determine the normal localization and composition of microflora (mucosal cavities of the mouth and intestines, skin, pulmonary barrier). As a result of autoinfection and the addition of exogenous infection, such manifestations of radiation sickness as radiation sepsis, pneumonia, necrotic tonsillitis, and enterocolitis occur. It is necessary to keep in mind the possibility of activation of hidden foci of infection and the development of some infectious diseases in bacillus carriers.

Helicobacter pylori (Hp) infection is a common chronic bacterial infection, present in almost half of the world population. Multiple studies investigated the effect of radioactive iodine-131 (^{131}I) on Hp.

It was also used RIT to combat bacterial infections. In vitro tests with ^{213}Bi radiolabeled antibodies against *Streptococcus pneumoniae* showed minimal but significant killing when doses of 0.11–0.15 MBq (3–4 μCi) were used. Most of the bacterial preparations used for the prevention and treatment of infectious diseases are prepared in special conditions, observing the rules of asepsis, filtered through special filters, which affects the cost of the preparations and reduces their quality. Gamma-irradiation allows sterilization of bacteriological material in a packaged form, which allows to exclude the possibility of insemination during ampoulation and packaging. Radiation sterilization of vaccines, as well as other biological products, implies the use of doses that would inactivate highly radioresistant bacteria and viruses, but at the same time preserve the antigenic and immunogenic properties of the drug. For more than a century, radiation has been used as a treatment modality for a wide range of diseases. In the 1940s, radiation treatment slowly became obsolete with the discovery and availability of antibiotics. However, the war against infections is still ongoing and widespread use and misuse of antibiotics has led to the emergence of antibiotic-resistant bacteria, while the discovery and development of new antibiotics is rapidly declining.

Key words: ionizing radiation, infectious diseases, impact, treatment.

ПОТУЖНІСТЬ ПОГЛИНЕНОЇ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ РИБ З ОЗЕР ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ СТАНОМ НА 2021 РІК

THE RADIATION ABSORBED DOSE RATE TO FISH FROM LAKES OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE IN 2021

Каглян О.Є., Гудков Д.І., Беляєв В.В., Юрчук Л.П., Пришляк С.П., Гупало О.О.,
Меньковська М.О.

Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна, alex_kt983@ukr.net

Kaglyan O.Ye., Gudkov D.I., Belyaev V.V., Yurchuk L.P., Pryshlyak S.P., Gupalo O.O.,
Men'kovskaya M.O.

Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Оцінка дозового навантаження на риб є важливою складовою комплексних радіоекологічних і радіобіологічних досліджень водойм, які зазнали інтенсивного радіонуклідного забруднення. Метою роботи було оцінити рівні потужності поглиненої дози (ППД), яку отримують представники різних видів риб з озер Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) за рахунок зовнішніх і внутрішніх джерел іонізуючого випромінювання станом на 2021 рік.

Матеріали та методи. Досліджували 2 види хижих і 5 видів «мирних» риб з 4 озер в межах ЧЗВ: Азбучин, Вершина, Глибоке та Плютовище. Для оцінки ППД для риб було застосовано модифікований метод з використанням програмного забезпечення ERICA Assessment Tool 2.0, в якому було враховано міграційну активність риб упродовж року (згідно літературних джерел) у межах різних екологічних зон водойм. ППД розраховували на основі власних даних вимірювання питомої активності ^{90}Sr і ^{137}Cs у воді, донних відкладах і тканинах риб.

Результати та висновки. Найнижчі значення загальної ППД для риб спостерігали для представників іхтіофауни оз. Плютовище (0,2–0,4 мкГр/год), а найвищі (33–107 мкГр/год) – для риб оз. Вершина. Перше озеро розташоване на відстані близько 24 км від ЧАЕС у південно-східному напрямку, а друге – в межах одамбованої ділянки Красненської заплави, в 5 км від ЧАЕС на північний схід. Максимальні дози опромінення отримують придонні риби – лин і карась, а мінімальні – поверхневі види – верховка і верховодка. Так, для карася сріблястого з оз. Вершина потужність загальної ППД становила 90–107 (при середньому значенні 98 ± 7) мкГр/год. Для верховки звичайної загальна ППД була в середньому 33 мкГр/год. Проміжне місце при цьому займає риба з озер Глибоке та Азбучин – 10–48 мкГр/год.

Таким чином, зареєстровані сучасні рівні загальної потужності поглиненої дози для риб майже всіх досліджених водойм, за виключенням оз. Плютовище, значно перевищують скринінгову дозу у 2 мкГр/год, а також безпечний рівень у 10 мкГр/год, рекомендований в рамках проекту Європейської комісії «PROTECT». Граничний рівень дозового навантаження у 40 мкГр/год, рекомендований Науковим комітетом з дії атомної радіації ООН та Міжнародною комісією з радіологічного захисту для хребетних тварин, перевищений переважно для придонних видів риб з найбільш забруднених озер ЧЗВ. Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264).

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, озера, риби, потужність поглиненої дози.

RELATION BETWEEN NORMOCALCEMIC SECONDARY HYPERPARATHYROIDISM AND COMORBID DISORDERS IN PERSONS AFFECTED BY THE ChNPP ACCIDENT

Kaminskyi O.V., Muraviova I.M., Chikalova I.G., Afanasyev D.E., Kopylova O.V.
*State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the NAMS of
Ukraine», Kyiv, Ukraine*

Introduction and aim. Secondary hyperparathyroidism is pressing a challenge in clinical endocrinology. A range of metabolic, organic and functional disorders emerge at the organ and system levels under the morphological and functional disorders. Assessment of endocrine system profile featuring hormonal and metabolic parameters in persons affected by the ChNPP accident with parathyroid disorders.

Materials and methods. Patients treated in the Department of Radiation Endocrinology in 2019-2022 were selected (n=261) by the method of blind sampling in accordance with the study objective. Study sample included the 181 subjects (50% females, 50% males) were affected by the ChNPP accident. The comparison group included 80 patients (55% males, 45% females) not exposed to ionizing radiation. The age of study subjects ranged from 37 to 75 years with 60.2 ± 9.8 years in average. The informed consent was obtained from all patients on the first day of hospitalization. Unsatisfactory compensation of type 2 diabetes was the reason for hospital admission.

Results and conclusions. Incidence of parathyroid hyperplasia among persons affected by the ChNPP accident was in twice higher vs the comparison group (41% and 20% respectively) against the background of the same serum level of vitamin 25(OH)D. Average level of parathyroid hormone among the ChNPP accident patients with parathyroid hyperplasia was significantly higher vs. the comparison group (57.2 ± 2.87 and 31.88 ± 4.82 respectively, $p < 0.05$). Mean level of vitamin 25(OH)D in subjects with parathyroid hyperplasia was significantly lower than in cases of no such a disorder (14.36 ± 2.31 and 28.32 ± 6.48 respectively, $p < 0.05$). Relationships between the hormones and metabolic profile using the correlation-regression analysis showed a significant negative effect of secondary hyperparathyroidism on comorbid conditions, namely the endocrine component of arterial hypertension, dyslipidemia, osteopenia and metabolic syndrome. Using multivariate analysis, a reliable relationship was established between the vitamin 25(OH)D deficiency and asthenoneurotic, anxiety-depressive syndromes ($F=83.811$; $p=0.0001$), autoimmune thyroiditis, hypothyroidism ($F=8.1802$; $p=0.0001$), type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome ($F=16.428$; $p=0.0001$). Also the multivariate analysis provided a reliable confirmation of the negative impact of hyperparathyroidism on arterial hypertension and arrhythmia ($F=8.8469$; $p=0.0007$), osteopenia ($F=16.208$; $p=0.0001$). Secondary hyperparathyroidism has a negative effect on the course of concomitant endocrine disorders and comorbid conditions.

Keywords: hyperparathyroidism, hypertension, dyslipidemia, osteopenia, hypothyroidism, diabetes.

ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

ZONING OF RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES AFTER THE CHORNOBYL ACCIDENT

Кашпаров В.О.¹, Голяка Д.М.¹, Левчук С.Е.¹, Косарчук О.В.¹, Берковський В. Б.^{2,3}

¹Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології
Національного університету біоресурсів та природокористування України, Київ

²ПрАТ Науково-дослідний інститут радіаційного захисту
Академії технологічних наук України, Київ, Україна

³Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України, Київ, Україна
kashparov@nubip.edu.ua

Kashparov V. O.¹, Holiaka D. M.¹, Levchuk S. E.¹, Kosarchuk O.V.¹, Berkovsky V.B.^{2,3}

¹Ukrainian Institute of Agricultural Radiology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Ukrainian Radiation Protection Institute, Kyiv, Ukraine

³National Research Center for Radiation Medicine of the NAMS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Зонування територій радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії за очікуваними ефективними дозами опромінення населення рівнями та щільністю радіонуклідного забруднення земель було одним із найважливіших елементів соціального та радіаційного захисту населення. Відповідно до законодавства, у 1991 році 86 населених пунктів віднесені до зони безумовного (обов'язкового) відселення (ЗБ(О)В) та 841 населених пунктів до зони гарантованого добровільного відселення (ЗГДВ), статус яких зберігається і зараз. Проведені оцінки показали, що на 2022 рік не один населений пункт в Україні за межами Зони відчуження не відповідає критеріям ЗБ(О)В. 38 населених пунктів за щільністю забруднення ^{90}Sr (>5.5 кБк м⁻²) і 17 за щільністю забруднення ^{137}Cs (>185 кБк м⁻²) та 12 за ефективною дозою опромінення населення вище 1 мЗв за рік можуть бути віднесені до ЗГДВ на даний час відповідно до чинного Закону.

В даний час не спостерігається відповідності між критеріями ефективної дози опромінення населення і щільністю радіонуклідного забруднення території. У всіх населених пунктах, де щільність забруднення території ^{137}Cs та ^{90}Sr перевищувала критерії 3-ї ЗГДВ (185 кБк м⁻² та 5.5 кБк м⁻²) дози опромінення населення менше 1 мЗв рік⁻¹. За даними радіологічного моніторингу забруднення молока протягом останніх 5 років в даний час по СРЕД опромінення населення вище 1 мЗв за рік близько десяти населених пунктів із 841 можуть бути віднесені до ЗГДВ.

Показано, що існуючий критерій за щільністю забруднення $^{238-240}\text{Pu}$ території є не виправдано заниженим (більше ніж на 2 порядки величини) та вкрай консервативним з точки зору формування очікуваної внутрішньої дози опромінення за рахунок інгаляційного надходження трансуранових елементів. При такому консервативному підході немає необхідності окремо враховувати збільшення в довкіллі активності ^{241}Am .

Наведені невідповідності у Законі України «Про правовий режим території, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та запропоновано рекомендації щодо внесення до нього змін відповідно до сучасних міжнародних підходів у ситуації існуючого опромінення.

Ключові слова: ^{90}Sr , ^{137}Cs , Чорнобильська аварія, Зона відчуження, Зона безумовного(обов'язкового)відселення, Зона гарантованого добровільного відселення.

КОМПЛЕКСНЕ РАДІОЛОГІЧНЕ КАРТУВАННЯ ВИВЕДЕНИХ З СІВОЗМІНИ УГІДЬ ЗА СУКУПНІСТЮ РІЗНИХ ОБСТЕЖЕНЬ

COMPLEX RADIOLOGICAL MAPPING OF AREAS REMOVED FROM CROP ROTATION ACCORDING TO THE SUM OF VARIOUS SURVEYS

Хомутінін Ю.В., Левчук С.Є., Косарчук О.В., Кашпаров В.О.

*Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології
Національного університету біоресурсів і природокористування, Київ, Україна*

Khmutinin Y.V., Levchuk S.E., Kosarchuk O.V., Kashparov V.O.

*Ukrainian Institute of Agricultural Radiology of
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

На момент ухвалення Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» на території Житомирської області знаходилися чотири зони радіоактивного забруднення. З господарського обороту були вилучені радіаційно небезпечні землі зони відчуження та 2-ї зони безумовного (обов'язкового) відселення із щільністю забруднення ґрунту понад до аварійний рівень $^{134+137}\text{Cs}$ більше 555 kBq/m^2 ($15,0 \text{ Ki/km}^2$), або ^{90}Sr більше 111 kBq/m^2 ($3,0 \text{ Ki/km}^2$), або ізотопами плутонію більше $3,7 \text{ kBq/m}^2$ ($0,1 \text{ Ki/km}^2$). Внаслідок радіоактивного розпаду і автореабілітаційних процесів у теперішній час радіоактивне забруднення сільськогосподарської продукції ^{137}Cs знизилося більше ніж у 2. Це дозволяє в деяких випадках розглядати питання переведення сільськогосподарських угідь з однієї зони радіоактивного забруднення в іншу та повернення їх в господарське використання. Повернення в господарський обіг забруднених радіонуклідами сільськогосподарських угідь є актуальним і досить складним завданням. Картографування – найбільш інформативний прийом подання даних про радіаційне забруднення угідь. Карти щільності забруднення ^{137}Cs (A_{Cs}), ^{90}Sr (A_{Sr}) і ізотопами плутонію (A_{Pu}) є основою повернення угідь в господарський обіг. Для Житомирської області умови до карт A_{Pu} спрощується. У роботах УкрНДІСГР показано, що при виконанні вимог щодо забруднення ґрунту ^{90}Sr Чорнобильського походження вимоги щодо A_{Pu} Чорнобильського походження автоматично виконуються. Тому побудова карт з допомогою ГІС технологій на основні сукупності результатів різних радіологічних обстежень розглядається тільки для A_{Cs} і A_{Sr} .

При побудові карт A_{Cs} і A_{Sr} з допомогою ГІС технології емпірична інформація представляється двома типами даних: зроблені у різні роки прямі визначення A_{Cs} і A_{Sr} на основі відборі проб ґрунту і вимірювання в них вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr ; непрямі дані - виміри ПЕД, ПАЕД або на результати γ -каротажу, що отримані у різні роки; при побудові карт A_{Sr} , як апіорна інформація використовується карта A_{Cs} . Така методологія узагальнює всю наявну інформацію про A_{Cs} і A_{Sr} на угідді, істотно поліпшити репрезентативність карт A_{Cs} і A_{Sr} та дозволяє суттєво знизити витрати на їх побудову, що дуже важливо при масовому обстеженні та для прийняття рішень о реабілітації забруднених радіонуклідами сільськогосподарських угідь і повернення їх до господарського використання.

Ключові слова: ^{90}Sr , ^{137}Cs , Чорнобильська аварія, Зона відчуження, Зона безумовного (обов'язкового) відселення, Зона гарантованого добровільного відселення.

APPLYING OF PLAAC WEB TOOL FOR PREDICTION OF PRION-LIKE PROTEIN DOMAINS IN IRRADIATED AND CONTROL SAMPLES OF *PISUM SATIVUM*

Khudolieieva L.¹, Nesterenko O.¹, Gusieva Yu.², Sakada V.¹, Rakhmetov D.³

¹*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine*

²*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

³*M. M. Gryshko National Botanic Garden, National Academy of Sciences of Ukraine*

Introduction and aim. Studying of the prionome of different organisms is one of the important tasks of modern science. In the last decades, the researches of amyloid and prion-like proteins gained active development because of their ability to cause of serious human diseases. But numbers of scientific reports, which were published during last years, testify about the possible presence of prion-like proteins (PrLP) or protein domains (PrLD) in plants and their functional properties.

Detailed research of the structure of known mammalian and yeast prion proteins made it possible to create bioinformatic algorithms capable to analyze the amino acid sequences of identified proteins and predict domains, which with some probability could have prion-like properties. Due to these algorithms, a prion-like domain of *Luminidependens* protein in *Arabidopsis thaliana* was predicted *in silico* (Chakrabortee S. et al, 2016). One of such prediction algorithms is PLAAC (Lancaster A. et al, 2014).

Materials and methods. PLAAC is a web application that scans protein sequences for domains with prion-like amino acid composition (<http://plaac.wi.mit.edu/>). FASTA sequences of the proteins in detergent-resistant fraction of pea in irradiated and control groups were scanning with PLAAC. FASTA sequences for analyses were obtained from database PlantBioinfoPF (<https://urgi.versailles.inra.fr>).

Results and conclusions. We detected 30 proteins in detergent-resistant fraction, which content was varied in irradiated and control groups, and five of them were annotated as proteins with prion-like domains: the multiple organellar RNA editing factors (MORF), Argonaute 1 (AGO1), Pollen Ole e I, the mitogen-activated protein kinase kinase 4 (MKK4) and protein transport protein SEC31 homolog B (SEC31B). The content of these five proteins was increased in irradiated group compared to control group.

Acknowledgment. This work was supported by the project the National Research Foundation of Ukraine 2020.02/0316

Keywords: PLAAC, prion-like proteins, *Pisum sativum*, proteome.

THE ELECTRONIC PROPERTIES OF THE NGB2904 LIGAND AND WITH GALLIUM-68

Kiraz Aslı Öztürk¹, Uğur Ayşe², Kara İzzet³, Yüksel Doğangün²

¹*Department of Physics, Faculty of Science, University of Pamukkale, Denizli, Turkey*

²*Department of Nuclear Medicine, Faculty of Medicine, University of Pamukkale, Denizli, Turkey*

³*Department of Sci. and Math. Educ., Faculty of Education, University of Pamukkale, Denizli, Turkey*

Introduction and aim. Dopamine (3,4-dihidroksifeniletamin) is a neuromodulator molecule synthesized in vivo and affects memory, motivation, motion, the nervous system, and psychology. NGB2904 is one of the important, potent, selective, orally active, and brain-penetrating dopamine D3 receptor antagonists. NGB2904 is also used with gallium-68 for better resolution in imaging many diseases. Further research is, required to fully understand the electronic properties of NGB2904 ligand, and its compound with gallium-68 were investigated in order to understand which properties could be used more in pharmacy and medical imaging.

Materials and methods. We have utilized the density functional theory (DFT) method to explore the structural features and molecular properties of NGB2904 ligand and Gallium-68. The geometric and electronic properties of the compounds were investigated in the gas phase at B3LYP/6-31G(d,p) basis set.

Results and conclusions. The electronic properties of the ligand and compound with gallium-68 have been determined. The chemical hardness (η) and electron affinity (A) of the molecules were calculated from the HOMO-LUMO orbitals. Since the electronic parameters of the gallium 68 compound are lower than those of the ligand, it can be easily used in many studies in the field of pharmacy.

Keywords: Density functional theory, electronic properties, NGB2904, gallium-68.

СУЧАСНИЙ СТАН ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ ^{137}Cs МОЛОКА У НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА СМТ. НАРОДИЧІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

CURRENT STATE REGARDING ^{137}Cs MILK POLLUTION IN POPULATED POINTS OF RIVNE REGION AND NARODYCHI OF ZHYTOMYR REGION

Косарчук О.В., Поліщук С.В., Лазарев М.М., Хому́тінін Ю.В.

*Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології
Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
kosarchukolga@gmail.com*

Kosarchuk O.V., Polishchuk S.V., Lazarev M.M., Khomutinin Yu.V.

Ukrainian Institute of Agricultural Radiology, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ. До цього часу забруднення молока ^{137}Cs у північних районах Полісся України залишається актуальною проблемою. В зв'язку з цим, у 2022 р. проведено відбір зразків молока в особистих приватних господарствах даного регіону, постраждалого внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Мета. Створення науково-методичних засад для виробництва радіологічно безпечної продукції сільського господарства для радіаційного захисту населення у відповідності з нормативно правовою базою України.

Матеріали та методи. Вміст ^{137}Cs у відібраних пробах молока визначався на високоефективному гамма-спектрометрі з напівпровідниковим детектором із високочистого германію «GEM-30185» фірми «EG & ORTEC» США (енергетична роздільна здатність по лінії ^{60}Co 1,78 кеВ, ефективність реєстрації відносно NaI 30 %). Вимірювання проводили в поліетиленових ємностях об'ємом 130 см³. Калібрування спектрометра здійснювалось із використанням сертифікованих еталонних матеріалів відповідно до вимог стандартизованого методу.

Результати та висновки. У пасовищний період проведено вибірковий моніторинг забруднення ^{137}Cs молока корів в особистих селянських господарствах 5 населених пунктів Рокитнівського району Рівненської області (с. Старе Село, с. Дроздинь, с. Вежиця, с. Переходичі, с. Єльне) та смт. Народичі Житомирської області. Середні значення забруднення ^{137}Cs незбираного молока в населених пунктах мережі моніторингу перевищують гігієнічні нормативи (ДР-2006 - 100 Бк/л). Так, рівні забруднення ^{137}Cs молока у населених пунктах становили (середнє \pm STD): с. Старе Село - 301 \pm 156; с. Дроздинь - 142 \pm 30; с. Вежиця 171 \pm 33; с. Переходичі - 133 \pm 11; с. Єльне - 136 \pm 41; смт. Народичі - 123 \pm 20 Бк/л. В цілому, перевищення допустимого рівня зафіксовано у 93 % відібраних проб молока. Контрзаходи, направлені на зменшення вмісту ^{137}Cs у молоці, не проводяться в жодному населеному пункті. Тому, тільки за рахунок фізичного розпаду радіоцезію, процесів його абсорбції мінеральною частиною ґрунту спостерігається повільне зменшення забруднення ним молока.

Ключові слова: ^{137}Cs , радіоактивне забруднення, моніторинг, молоко корів.

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ І БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ – ДІЙОВИЙ РАДІАЦІЙНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

QUALITY AND SAFETY CONTROL OF FOOD PRODUCTS –EFFECTIVE RADIATION PROTECTION OF THE POPULATION

Котелевич В.А., Гуральська С.В., Гончаренко В.В.
Поліський національний університет
valya.kotelevich@ukr.net

Kotelevych V. A., Huralska S. V., Honcharenko V. V.
Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

Вступ та мета. Негативні наслідки чорнобильської катастрофи відобразилися на усіх сферах життя населення потерпілих внаслідок аварії на ЧАЕС територій. Особливо гострим є питання якості і безпеки харчових продуктів, які до цього часу залишаються основним джерелом внутрішнього опромінення населення (Котелевич, 2017-2020; Котелевич та ін., 2021-2023; Лопатюк, 2020; Малімон та ін., 2021; Скидан та ін., 2019). Значні площі та високі рівні забруднення сільськогосподарських угідь і лісів, в яких відбулася акумуляція радіонуклідів, високі коефіцієнти переходу радіонуклідів у системі «грунт – рослина - продукція» зумовлюють збільшення дозового навантаження (до 70%) через вживання дарів лісу та продуктів власного виробництва з підсобних господарств (Громик, Ільїна, 2018; Гудков та ін., 2012; Перепелятнікова, Перепелятніков, 2014; Герасимчук та ін., 2020).

Матеріали та методи. Матеріалом наших досліджень були публікації науковців та результати власних досліджень.

Результати та висновки. Питання якості і безпеки харчових продуктів у постчорнобильський період потребують постійних моніторингових досліджень. За даними науковців, рівень і структура сучасного харчування мешканців потерпілих районів у віддалений період після аварії на ЧАЕС обумовлений зростанням обсягів виробництва харчових продуктів у підсобних господарствах та споживання дарів лісу (гриби, ягоди, дичина), що обумовлює внутрішнє опромінення населення. Як зазначають учені, сільське населення, що проживає на забруднених територіях, отримує додатково понад природній рівень дози зовнішнього опромінення за рахунок високого вмісту ^{137}Cs у ґрунтах, при розпаді якого збільшується потужність гамма випромінювання, та внутрішнього за рахунок надходження ^{137}Cs і ^{90}Sr харчовими продуктами, отриманими на присадибних ділянках (Kashparov et al, 2016; Романчук, 2015; Романчук та ін., 2016; Котелевич та ін., 2022, 2023). За результатами аналізу звітної документації ДЛВСЕ північних районів Житомирської, Рівненської областей, Житомирської та Рівненської РДЛДПСС впродовж 2017-2022 років встановлено, що питома активність за вмістом ^{137}Cs у зразках дарів лісу (гриби, ягоди, дичина) та продуктах власного виробництва здебільшого значно перевищує ДР-2006, що формує великі дози внутрішнього опромінення та негативно впливає на здоров'я населення. Найбільш високі перевищення встановлені у пробах грибів та ягід з Народицького, Новоград-Волинського, Ємільчинського, Лугинського, Малинського, Овруцького районів Житомирської області та Дубровицького і Рокитнівського районів Рівненської області (Котелевич, Пінський, 2022). Отже, контроль якості і безпеки харчових продуктів та вилучення небезпечної продукції – дійовий радіаційний захист населення.

Ключові слова: питома активність, ^{137}Cs , дари лісу, внутрішнє опромінення.

ВПЛИВ ПРЕПАРАТУ МУМІЙО НА ПОКАЗНИКИ ЧЕРВОНОЇ КРОВІ ПРИ ПОСТІЙНІЙ КОМБІНОВАНІЙ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

EFFECT OF MUMIO DRUG ON RED BLOOD INDICATORS UNDER CONTINUOUS COMBINED EFFECT OF IONIZING RADIATION

Коваленко П., Ракша-Слюсарєва О., Слюсарєв О.
Донецький національний медичний університет, Кропивницький, Україна
polina.kovalenko27@gmail.com

Kovalenko P., Raksha-Sliusareva O., Sliusarev O.
Donetsk National Medical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Кіровоградська область географічно розташована в середній частині Центральноукраїнського кристалічного щита, надра якого дуже багаті на поклади урану. Вихід радіоактивних елементів, що забезпечує іонізуюче випромінювання техногенного походження в цій області пов'язане з діяльністю урановидобувних підприємств, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище та на популяцію людей. Для послаблення впливу постійної дії низькоінтенсивного іонізуючого випромінювання на стан здоров'я мешканців, необхідна розробка адекватних заходів. **Метою** даної роботи є дослідження впливу препарату мумійо на стан показників червоної крові в умовно здорових осіб в умовах постійної комбінованої дії низькоінтенсивного іонізуючого випромінювання.

Матеріали та методи. Досліджували показники периферичної крові у 53 умовно здорових жінок– волонтерів. Дослідження проводили за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора. Як харчову добавку використовували препарат мумійо.

Результати. Проведені дослідження показали значний вплив препарату мумійо на гемоглобін. Дослідження показали що після курсу препарату мумійо було зареєстровано збільшення, попередньо зниженого, вмісту гемоглобіну в еритроциті, тавірогідне підвищення показників середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті до середніх значень в межах норми для жінок. Було виявлено збільшення загального вмісту гемоглобіну, що вірогідно вище ($P < 0,05$) порівняно з вихідними даними. Середні показники гемоглобіну після курсу препарату мумійо мали незначну тенденцію до підвищення. Індивідуальні показники середньої концентрації гемоглобіну в еритроцитарній масі до курсу препарату мумійо, коливались від таких, що були нижчими за норму, до таких, що її значно переважали. На термін після курсу препарату мумійо, індивідуальні показники середньої концентрації гемоглобіну були підвищені у 100% осіб. Після курсу препарату мумійо не виявляли знижених показників відносної ширини розподілу еритроцитів за коефіцієнтом стандартним відхиленням знаходився в межах норми. Середні показники відносної ширини розподілу еритроцитів підвищились до рівня норми, були вірогідно вищими за вихідні показники ($P < 0,05$). Показники гематокриту до курсу препарату мумійо не мали відхилень ні індивідуально ні в середньому від норми для жінок. Після курсу препарату мумійо показники гематокриту мали тенденцію до зменшення й не змінювались.

Висновки. Встановлено позитивний радіомодифікаційний вплив препарату мумійо щодо показників червоної крові, що віддзеркалювалося зниженням після курсу препарату: збільшення однорідності еритроцитів за розміром до рівня показників норми, збільшенням середнього вмісту гемоглобіну в еритроцитах й середньої концентрації гемоглобіну в еритроцитарній масі.

Ключові слова: червона кров, гемоглобін, еритроцити, мумійо.

REDISTRIBUTION OF ^{137}Cs IN FOREST SOILS OF DIFFERENT TROPHOTOPES AFTER THE ACCIDENT AT THE CHORNOBYL NPP

Krasnov V.P.¹, Zhukovskyi O.V.²

¹Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine

²Polisky Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Dovzhyk, Zhytomyr region, Ukraine
volodkrasnov@gmail.com

Introduction and aim. Already in the first years after the radionuclides penetration into forest ecosystems, they were involved in a small circulation, and researchers have been recording the dynamics of their content in the components of these ecosystems throughout the entire period since the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant. Soil is an important component of forest ecosystems, therefore establishing the dynamics of its radioactive contamination over a long period of time is an urgent task of radioecology. The purpose of the study is to establish ^{137}Cs current distribution in soils of various trophotopes and to compare it with the results of similar studies obtained in the first years after the Chernobyl accident.

Materials and methods. The study was periodically conducted on permanent sample plots in moist infertile pine site types (A₃), fairly infertile pine site types (B₃) and fairly fertile site types (C₃) in forest plantations of the Luhyny Forestry branch of the State Enterprise "Forests of Ukraine" laid out in 1994. The plantations in moist fairly infertile pine site types and fairly fertile site types consist of *Pinus sylvestris* L. and in moist fairly fertile site types – *Pinus sylvestris* L. (40 %), *Populus tremula* L. (40 %), *Quercus robur* L. (10 %), *Betula pendula* Roth. (10 %). During the study, generally accepted methods for studying the distribution of radionuclides in forest ecosystems were used.

Results and conclusions. The results of the 1994 study indicate that in moist infertile pine site types, 73.2 % of ^{137}Cs total activity in soil was found in the forest floor. This indicator was somewhat lower in moist fairly infertile pine site types – 62.9 % and in moist fairly fertile site types – 43.8 %. In the mineral part of soil in all forest site types, the main share of radionuclide activity is concentrated in the upper part (0-4 cm) of the humus-eluvial horizon – 20.3, 23.8 and 45.5 %, according to the indicated forest site type.

The materials obtained in 2022 show that the role of forest litter in ^{137}Cs retention in forest soils has significantly decreased. Thus, the share of its activity in moist infertile pine site types is 22.8 %, in moist fairly infertile pine site types – 13.7 % and in moist fairly fertile site types – 8.7 %. In soil mineral part, the main activity of the radionuclide is concentrated in the layers at the depth: in moist infertile pine site types – 0-16 cm (58.1 %), in moist fairly infertile pine site types – 0-10 cm (74.7 %) and in moist fairly fertile site types – 0-10 cm (80.3 %). More intense ^{137}Cs migration deep into soil is observed in infertile pine site types characterized by poor sandy soils. In more fertile growth conditions, fairly infertile pine site types and fairly fertile site types, the movement of the radionuclide deep into soil is less intensive, which is explained by its more rigid fixation in upper layers of soil.

Since the Chernobyl accident, ^{137}Cs has concentrated deep in soils of all trophotopes: the highest ^{137}Cs concentration was found in infertile pine site types which are characterized by poor sandy soils; the lowest – in fairly fertile site types which soils contain a greater amount of organic matter and small mineral particles. The highest percentage of the radionuclide total activity in soil was found in moist infertile pine site types in the upper 16 cm layer of the mineral part of soil, in moist fairly infertile pine site types and fairly fertile site types – in 10 cm layers.

Keywords: radionuclide, total activity, moist forest site type, forest ecosystem.

ЕФЕКТИ ГЕНОМНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ В ПОПУЛЯЦІЯХ *DROSOPHYLA MELANOGASTER* З РІЗНИХ ЗА ВПЛИВОМ РАДІАЦІЙНОГО ФАКТОРА РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

GENOMIC INSTABILITY IN POPULATIONS OF *DROSOPHYLA MELANOGASTER* FROM DIFFERENT OF RADIATION FACTOR IMPACT REGIONS OF UKRAINE

Кравець О.П., Соколова Д.О.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна
kaplibra@gmail.com

Kravets O.P., Sokolova D.A.

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of NASU, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Оцінити різницю частоти гонадального дисгенезу у F1 нащадків природних популяцій *Drosophila melanogaster* з різних за радіаційним навантаженням регіонів України.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на популяціях дрозофіли, вилонених з м. Нетішин, з населених пунктів Магарач, Пирятин, Лубни. Дані про радіаційну обстановку в м. Нетішин отримані з офіційного сайту Хмельницької АЕС (доступно через Google, <http://www.xaes.org.ua/index-ru.html>). На момент відбору потужність дози становила 0,10 мкГр/год. Нагромаджена в поколіннях доза складала приблизно 0,02 Гр.

Результати та висновки. Оцінка рівня гонадального дисгенезу у F1-покоління комах, безпосередньо після переміщення в лабораторні умови, свідчить про значну різницю цього показника в популяціях комах з різних за радіаційним впливом зон України; у самців і самок нетішинської популяції спостерігається 10-12-ти кратне перевищення рівня дисгенезу порівняно з аналогічним показником популяцій з «чистих» регіонів.

Оцінка періоду дозрівання (вік першої кладки) першого після переходу у лабораторні умови покоління комах показав значне уповільнення дозрівання особин нетішинської популяції.

Вивчено динаміку гонадального дисгенезу протягом 10 поколінь з регіонів з різним радіаційним навантаженням. Згідно з отриманими даними, в поколіннях проявляється велика відмінність динамічних характеристик частоти гонадального дисгенезу; нетішинська популяція демонструє чітко виражену коливальну, в той час як зміна в часі у популяції з «чистих» регіонів має порівняно монотонну залежність.

Найбільш складним у інтерпретації одержаних результатів є пояснення того факту, що за офіційними даними всі популяції комах походять з регіонів, які відносяться до «зеленої зони». Одне з припущень у інтерпретації цього протиріччя пов'язане із різницею у часі надходження у навколишнє середовище радіонуклідів та їх хімічного складу, що визначають природний радіаційний фон в населених пунктах Полтавщини та Магарачі, та техногенно змінений у Нетішині. Загально прийняте визначення інтенсивності радіаційного фону за гамма-випромінювачами залишає поза увагою широкий спектр інших радіонуклідів, що зумовлюють високий генотоксичний ефект та пов'язані з викидами АЕС.

Ключові слова: ionizing radiation, mobile elements, gonadal dysgenesis, genomic instability.

ЕПІГЕНЕТИЧНІ ФАКТОРИ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РАДІОЧУТЛИВОСТІ І АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

EPIGENETIC FACTORS OF INDIVIDUAL RADIOSENSITIVITY AND ADAPTIVE CAPACITY

Кравець О.П.¹, Соколова Д.О.²

¹*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна*

²*Гданський університет, Польща*

kaplibra@gmail.com

Kravets O.¹, Sokolova D.²

¹*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*University of Gdańsk, Poland*

Вступ та мета. Метою дослідження було вивчення зв'язку епігенетичного розмаїття в межах виду, сорту та врожаю з різною індивідуальною радіочутливістю та адаптивними можливостями рослинного організму.

Матеріали та методи. На проростках кукурудзи перевірено гіпотезу про те, що однорідні генетично, але епігенетично різні організми мають різну радіочутливість і радіоадаптивну здатність. Відмінності в профілях метилювання ДНК окремих субпопуляцій проростків використовували як маркер епігенетичних відмінностей, а вихід хромосомної аберації – як індикатор уразливості ДНК та її змін за різних режимів УФ-С опромінення. У двох серіях експериментів з гострим одноразовим ультрафіолетовим випромінюванням та впливом за схемою «адаптивний – виклик» проведено дослідження можливого біологічного значення епігенетичного поліморфізму. У дослідженні використовувався цитогенетичний аналіз виходу хромосомних аберацій і рестрикційний аналіз з наступним ITS-ISSR-ПЛР, епігенетичну «відстань» визначали за показником Нея.

Результати та висновки. Встановлено значні відмінності у виході хромосомних аберацій та профілі метилювання ДНК у контролі та під впливом УФ-С для проростків з різними профілями метилювання. Відмінності в профілях метилювання ДНК та виході хромосомних аберацій у контрольних субпопуляціях проростків вказують на вплив цього показника на пошкодження ДНК звичайними метаболічними факторами, такими як теплові коливання або АФК. Перемикання метилювання на *de novo* під впливом радіації в різних режимах може стати маркером змін експресії генів, включення індукованої репарації та захисні реакції, що також проявляють залежність від епігенетичного статусу організму.

Ключові слова: radiosensitivity, adaptive capacity, epigenetic polymorphism, DNA methylation.

ГЕНОМНА НЕСТАБІЛЬНІСТЬ ЯК ПОТЕНЦІЙНИЙ МЕХАНІЗМ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПРЯМИМИ І ВІДДАЛЕНИМИ РАДІОБІОЛОГІЧНИМИ ЕФЕКТАМИ

GENOMIC INSTABILITY AS A POTENTIAL MECHANISM OF COMMUNICATION BETWEEN DIRECT AND REMOTE RADIOBIOLOGICAL EFFECTS

Кравець О.П., Соколова Д.О., Галич Т.В.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна
kaplibra@gmail.com*

Kravets O.P., Sokolova D.A., Halych T.V.

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Виявлення механізму, що визначає зв'язок передпосівного рентгенівського та УФ-С опромінення насіння ромашки зі стимуляцією накопичення низькомолекулярних антиоксидантів на завершальних стадіях онтогенезу рослини.

Матеріали та методи. Дослідження в умовах вегетаційного досліду проведено на двох генотипах ромашки аптечної – Перлині лісостепу, української селекції та її мутанту. Сухе насіння опромінювали на рентгенівській установці РУМ-17 при дозі 5-15 Гр, потужність дози - 1,42 сГр/с. УФ-С опромінення при дозі 5-15 кДж/м² проводили на установці ОБМ-150 М (Україна) з двома лампами Philips Special TUV 30 W (виробник – Нідерланди). Вивчення перебудов первинної структури ДНК за умов різних доз опромінення здійснено шляхом проведення ПЛР з використанням восьми ISSR-та десяти RAPD-праймерів. Кластерний аналіз залежності від дози опромінення змін спектрів ампліконів при проведенні ISSR–RAPD–ПЛР проведено з використанням індексу подібності Жаккарда.

Результати та висновки. Згідно з отриманими результатами, прояви індукованої геномної нестабільності (РІГН), тобто відхилення первинної структури ДНК від нативності, спостерігаються на стадії цвітіння рослин і супроводжується стимуляцією антиоксидантного захисту. Найбільш ймовірно, що цей зв'язок опосередкований підвищенням вмісту активних форм кисню – ефекту, що супроводжує індуковану геномну нестабільність. Відома поліфункціональна роль АФК, участь цієї групи сполук у СІГІ сигнальних системах та різноманітних захисних реакціях клітини, включаючи і захист від чужої «хибною» ДНК. Втрата нативності ДНК при опроміненні може сприйматися захисними системами клітини як «хибна» ДНК та стимулювати ферментативне утворення АФК. Взаємодія АФК з ДНК призводить до додаткових ушкоджень генетичного матеріалу, запускаючи свого роду ланцюгову реакцію, тобто геномну нестабільність, яка може бути перервана репаративними процесами, що відновлюють нативність генетичного матеріалу. Результати дослідження дозволяють вважати, що геномна нестабільність є зв'язуючою ланкою між прямими, «мішеними» ефектами впливу опромінення на геном клітини та перебудовами метаболізму на завершальних етапах онтогенезу. Запропонована гіпотетична схема трансформації прямих УФ-С індукованих пошкоджень ДНК у довготривале підтримання ефектів геномної нестабільності, зумовлених активацією утворення АФК і додаткових порушень нативності ДНК. Підтримка РІГН відображає взаємодію між ДНК та АФК до включення індуцибельних репаративних процесів.

Ключові слова: radiation induced genome instability, ROS, antioxidant protection.

IONIZING RADIATION MAY AFFECT AMYLOIDOGENIC PROTEINS IN PEA SEEDS

Kryvokhyzha M.^{1,2}, Litvinov S.², Danchenko M.¹, Khudolieieva L.², Kutsokon N.²,
Baráth P.³, Rashydov N.²

¹*Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Plant Science Biodiversity Centre, Slovak Academy of Sciences*

²*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine*

³*Institute of Chemistry, Slovak Academy of Sciences*

Introduction and aim. Ionizing radiation is a harsh environmental factor and could induce aging in plants. We hypothesized that radiation-related aging remodels proteome, particularly triggering the accumulation of amyloidogenic proteins in tissues. Discovery proteomics provides deep data on novel aspects of plant stress biology.

Materials and methods. The object of this study, pea (*Pisum sativum*), is an agriculturally important legume. Research on the functional importance of amyloidogenic proteins was never performed on this species. Pea seeds were irradiated by 50 Gy of X-rays. Afterward, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) was used to investigate changes in the secondary structure in 3-day-old seedlings. Specifically, we evaluated the ratio between the amide I and II peaks. Next, we performed protein staining with Congo red to compare the presence of amyloids in the samples. In parallel, we profiled detergent-resistant proteome fraction by ultrahigh-performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry. Differentially accumulated proteins were functionally analyzed in MapMan software, and PLAAC tool was used to reveal putative prion-like proteins.

Results and conclusions. We showed a reduced germination rate, yet higher plant height and faster appearance of reproductive organs in the irradiated group compared with the control; furthermore, we demonstrated more β -sheets and amyloid aggregates. We detected 625 proteins in detergent-resistant fraction, and 62 of them were annotated as putative prion-like proteins. Of note, 29 proteins were significantly differentially abundant between the irradiated and the control group. These proteins belong to several functional categories: amino acid metabolism, carbohydrate metabolism, cytoskeleton organization, multi-process regulation, protein biosynthesis, and RNA processing.

Acknowledgment. This work was supported by the projects of the EU NextGenerationEU through the Recovery and Resilience Plan for Slovakia 09I03-03-V01-00142 and the National Research Foundation of Ukraine 2020.02/0316.

Keywords: abiotic stress, prion-like proteins, amyloid aggregates, FTIR, *Pisum sativum*, proteome.

ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ЕФЕКТИ ЗА УМОВ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ ЛІМФОЦИТІВ КРОВІ ЛЮДИНИ ^{137}Cs IN VITRO

CYTOGENETIC EFFECTS UNDER THE CONDITIONS OF INTERNAL IRRADIATION OF HUMAN BLOOD LYMPHOCYTES ^{137}Cs IN VITRO

Курочкіна В.А., Бездробна Л.К., Циганок Т.В., Малюк І.А.

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна, knitel@ukr.net

Kurochkina V. A., Bezdrobna L. K., Tsyhanok T. V., Maliuk I. A.

Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Summary. Studied the frequency of chromosome aberrations in lymphocytes culture after internal irradiation of human blood ^{137}Cs at doses 0,1 – 0,54 Gy for *in vitro* under conditions approximate to *in vivo*.

Вступ та мета. ^{137}Cs є антропогенним радіонуклідом, що потрапляє у навколишнє середовище за радіаційних аварій. Цитогенетична дозиметрія є одним із методів визначення можливої поглиненої дози в організмі потерпілих від радіаційних аварій.

Метою роботи було дослідження частоти нестабільних хромосомних обмінів у культурі лімфоцитів людини за внутрішнього опромінення зразків крові ^{137}Cs у відносно малих дозах *in vitro* за умов, наближених до *in vivo*.

Матеріали та методи. Зразки крові донора (чоловічої статі, 37 років) інкубували з розчином хлориду ^{137}Cs у стерильних пластикових пробірках упродовж 1,75 год за температури 37 °С і постійного перемішування клітин. Інкубацію крові з хлоридом ^{137}Cs припиняли перенесенням зразків у центрифужні пробірки із живильним середовищем і осадженням клітин центрифугуванням. Дози опромінення за час інкубації зразків з розчином $^{137}\text{CsCl}$ становили 0,10; 0,18; 0,26; 0,39; 0,54 Гр. Осаджені клітини відмивали від радіоізоотопу живильним середовищем 4 рази. Наявність залишкової радіоактивності у суспензії клітин та відмивній рідині перевіряли за допомогою гамма-спектрометра. Подальше культивування крові (48 годин) і приготування цитогенетичних препаратів лімфоцитів проводили за стандартною методикою. Досліджували частоту нестабільних обмінів хромосомного типу із супровідним парним фрагментом.

Результати та висновки. Виявлено, що після відмивання клітин в їх суспензії залишається до 6% радіоактивності при 0,01% в промивній рідині. Залишкова (невідмивна) активність у лімфоцитах обумовлює їх додаткове опромінення під час наступного культивування, дози якого, за нашими розрахунками, становили, 20 - 25 % від доз, отриманих за час інкубації зразків крові з розчином $^{137}\text{CsCl}$. Побудована залежність «доза-ефект» виходу нестабільних хромосомних обмінів із супровідним парним фрагментом відповідає лінійній моделі. Також, виявлено дозозалежне зростання виходу хроматидних аберацій, що підтверджує опромінення клітин в стадії проліферації. Таким чином цитогенетична ефективність внутрішнього опромінення лімфоцитів крові людини ^{137}Cs *in vitro* зумовлюється його сумарною дією на клітини під час інкубації крові (G_0) і наступного культивування для отримання метафазних пластинок. Запропоновано, для коректного визначення цитогенетичної ефективності внутрішнього бета-опромінення ^{137}Cs лімфоцитів циркулюючої крові людини *in vivo* вносити поправку на вихід аберацій під час культивування клітин *in vitro*.

Ключові слова: ^{137}Cs , внутрішнє опромінення, *in vitro*, цитогенетична дозиметрія, лімфоцити крові людини, нестабільні хромосомні обміни.

**РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА ГАЛУЗЕЙ ТВАРИННИЦТВА В УМОВАХ
РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ (на прикладі аварії на ЧАЕС)**

**RADIATION SAFETY OF LIVESTOCK SECTORS IN THE RADIATION
ACCIDENTS CONDITIONS (with example of the Chernobyl Accident)**

Лазарев М.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
Laz_rev@i.ua*

Lazarev Mykola

Внаслідок Чорнобильської катастрофи значна територія України зазнала радіоактивного забруднення. Майже 75% території України зазнала радіоактивного забруднення ^{137}Cs , яке більш ніж у двічі перевищувало доаварійний рівень. Оподи, які випали під час переміщення радіоактивно забруднених хмар над територією Україною, зокрема, у Поліському районі Київської області, Народицькому, Коростенському, Лугінському районах Житомирської області і на півдні Київської області, обумовили формування зон з підвищеними рівнями забруднення території $^{134}, ^{137}\text{Cs}$, а також радіоактивними ізотопами йоду. Аналіз співвідношення між ^{131}I та ^{137}Cs у викидах із зруйнованого реактору та вивчення його поширення у гостру фазу розвитку аварії дозволили стверджувати, що більше половини дитячого населення України зазнало негативного впливу від радіоактивних ізотопів йоду через радіоактивне молоко корів. Плями з підвищеним рівнем радіоактивного забруднення ^{137}Cs і ^{131}I певним чином співпадають, тому для оцінки небезпеки у випадку ураження критичних галузей тваринництва (пасовищного скотарства) потрібно враховувати формування доз опромінення у першу чергу на молочну худобу від цих радіонуклідів. Метою даної роботи було оцінити небезпеку для молочної худоби шляхом розрахунку доз опромінення худоби від радіоактивних ізотопів йоду і цезію у гостру фазу аварії для прийняття рішень щодо подальшого використання поголів'я у товарину виробництві.

В роботі використовувалися методи ретроспективної оцінки радіоактивного забруднення території ^{131}I на основі літературних даних щодо співвідношення ^{137}Cs і ^{131}I в радіоактивних випадіннях після аварії на ЧАЕС, а також дані експериментальних досліджень зі штучним надходженням радіоактивного йоду в організм великої рогатої худоби різного віку. В експериментах розраховували поглинуті дози на ЩЗ, оцінювали фізіологічні параметри тварин і їх продуктивність.

Дослідженнями встановлено, що після аварії на ЧАЕС молочна худоба, що знаходилися на території з високим рівнем забруднення радіоактивними ізотопами ^{137}Cs і ^{131}I за межами зони відчуження зазнала опромінення організму в дозах десятків сГр на весь організм від ^{137}Cs і до 70 Гр на щитоподібну залозу. У ближній зоні відчуження ЧАЕС за даними літератури корови отримали дози: до 2 Гр на організм 10 Гр на ШКТ і 250 Гр на ЩЗ. Вказані дози не призводили до загибелі тварин і суттєво не впливали на продуктивність молочної худоби. В експериментах із штучним надходженням ^{131}I в організм худоби різного віку показано, що при дозах від 10 до 1000 Гр на щитоподібну залозу відсутність загибелі дорослого поголів'я корів і загибель 50% телят при дозі 750 Гр на ЩЗ. Великі дози викликають значні зміни у фізіологічних параметрах і у деяких випадках втрату продуктивних якостей тварин. Таким чином при надходженні продуктів ядерного поділу у навколишнє середовище виникають найбільшу небезпеку для здоров'я тварин представляють радіоактивні ізотопи йоду ніж цезію.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, поглинута доза, радіоактивний йод, молочна худоба.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ВИЛУЧЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗО(Б)В ЧАЕС У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

USAGE PROBLEMS OF THE REMOVED LANDS OF THE CHORNOBYL NPP UNCONDITIONAL (MANDATORY) RESETTLEMENT ZONE IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Лазарев Д., Клепко А.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
Lazarevdm@gmail.com*

Lazarev Dmytro, Klepko Alla

Прийняття у 1991 р. основних законів про правовий режим територій та соціальний захист постраждалих, від аварії на ЧАЕС громадян, що вважалися величезним досягненням у проблемі радіаційного захисту та соціальної підтримки населення. В результаті реалізації цих законів проведено так зване «зонування» радіоактивно забруднених територій на базі критеріїв, на яких проводилася евакуація населення у гострий період розвитку аварії на ЧАЕС, що вже вносило певний консерватизм в при оцінці радіологічної ситуації в населених пунктах. Наслідком такої реалізації законів є проблема невідповідності знаходження тих чи інших населених пунктів до встановлених критеріїв зонування територій.

Другою проблемою такого зонування стало те, що в законах не відокремлені підходи до проведення зонування між межами населених пунктів і території за межами населених пунктів, зокрема площ сільськогосподарських угідь. Враховуючи закономірності формування радіоактивних слідів на великих територіях (нерівномірність, плямистість, різний радіонуклідний склад) у багатьох випадках радіаційна ситуація на сільськогосподарських угіддях відрізняється від показників радіоактивного забруднення населеного пункту. Але в держаних документах, у числі кадастрових картах Держреєстру, сільськогосподарські угіддя помічні як радіоактивно забруднені. Особливо це стосується населених пунктів території зони безумовного (обов'язкового) відселення, де населення не було відселено і проживає до сьогоднішнього часу, але відповідно до вищезгаданих законів не може використовувати, виведені з обігу, угіддя у сільськогосподарському виробництві.

Третя проблема, на наш погляд, стосується процедури перегляду зон ЧАЕС. Ця процедура настільки заорганізована і забюрократизована і негативно сприймається населенням з рядом об'єктивних причин, що реально реалізувати її дуже важко. Наприклад за майже сорокарічний період після аварії на ЧАЕС перегляд зон радіоактивного забруднення для населених пунктів відбувся лише 2 рази – у 2004 році коли 5 населених пунктів Волинської і Рівненської області з другої зони перевели у третю і у 2014 році, коли четверту зону вивели із складу радіоактивно забруднених територій якої, об'єктивно, і не повинно було бути за критеріями того ж самого закону про правовий режим територій. Якщо з населеними пунктами проблема пов'язана у першу чергу з питаннями соціального захисту населення і труднощі з переглядом достатньо болючі, то проблема з поверненням у сільськогосподарське виробництво територій сільськогосподарського призначення повинна вирішуватися більш оперативним і, навіть, прискореним порядком. Особливо у сьогоднішній час, коли великі території, у тому числі сільськогосподарського призначення в Україні тимчасово втрачені в результаті окупації, ведення бойових дій, мінування ін.. Слід відмітити, що

радіологічна ситуація на радіоактивно забруднених територіях, у тому числі і на території 2-ї зони за час, що пройшов з моменту прийняття законів, істотно змінилася і стала у декілька разів «кращою», повернення, виведених з обігу, сільськогосподарських угідь об'єктивно буде сприяти зміцненню продовольчої безпеки держави.

Четверта проблема пов'язана з технічним забезпеченням проведення радіологічних досліджень і наукового супроводу підготовки експертних висновків щодо відповідності рівнів радіоактивного забруднення територій критеріям зонування. В країні немає такої потужностей, що були задіяні наприкінці 80-х, початку 90-х років при проведенні масштабних радіологічних обстежень. Але за ці роки забезпеченням накопичений величезний досвід в інституті сільськогосподарської радіології НУБіП України щодо оцінки радіаційної ситуації на сільськогосподарських угіддях, що дозволить оптимізувати і значно здешевити роботи з повернення виведених земель сільськогосподарського призначення у аграрне виробництво.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, зони радіоактивного забруднення ЧАЕС, перегляд зон, вилучені землі.

ВИКОРИСТАННЯ СТАБІЛЬНИХ Cs ТА Sr ДЛЯ ОЦІНКИ КОЕФІЦІЄНТІВ НАКОПИЧЕННЯ ЇХ РАДІОАКТИВНИХ ІЗОТОПІВ

THE USE OF STABLE Cs AND Sr AS PROXIES FOR THE ESTIMATION OF RADIONUCLIDE SOIL-PLANT TRANSFER FACTORS

Левчук С., Кашпаров В., Морозова В., Павлюченко В.

*Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології
Національного університету біоресурсів і природокористування України
slavalevchuk64@gmail.com*

Levchuk S., Kashparov V., Morozova V., Pavliuchenko V.

*Ukrainian Institute of Agricultural Radiology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Коефіцієнти накопичення радіонуклідів є ключовими вхідними даними для моделювання переносу радіонуклідів у навколишньому середовищі та для оцінки ризику для людей і дикої природи. Однак для багатьох комбінацій ґрунтових умов, видів рослин (продукції) та радіонуклідів така інформація обмежена. Стає все більш поширеним використання коефіцієнтів накопичення стабільних елементів, коли дані щодо їх радіоактивних ізотопів відсутні. Постає питання правомірності такого підходу. Метою даної роботи було встановлення зв'язку між коефіцієнтами накопичення радіонуклідів (^{137}Cs і ^{90}Sr) та їх стабільних ізотопів. Експериментальні роботи проведені у 2020-2022 рр. Дослідженням охоплено домінуючі типи ґрунтів Українського Полісся та основні культури, які на них вирощуються. Активність ^{137}Cs та ^{90}Sr у відібраних пробах ґрунту та рослинності визначалась методами гамма-спектрометрії та радіохімії, відповідно. Концентрації стабільних ^{133}Cs та ^{88}Sr вимірювались після відповідної підготовки зразків на мас-спектрометрі NexION[®] 2000. Отримані експериментальні результати показали наявність слабколінійної позитивної кореляції між коефіцієнтами накопичення ^{137}Cs у продуктивних органах зернових культур і відповідними коефіцієнтами накопичення його стабільного ізотопу, розрахованими для кислоторозчинних форм цього елемента у ґрунті. Враховуючи великі невизначеності оцінок коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs дані кореляційні залежності, у першому наближенні, підтверджують можливість використання коефіцієнтів накопичення стабільного цезію для оцінки біологічної доступності його радіоактивних ізотопів. Встановлено тісний зв'язок між коефіцієнтами накопичення ^{137}Cs для суміші природних трав та коефіцієнтами накопичення цієї рослинності кислото-розчинних форм його стабільного ізотопу. Зв'язок лінійний, але коефіцієнт пропорційності більший одиниці (2.8). На базі експериментальної інформації встановлена сильна лінійна позитивна кореляція між коефіцієнтами накопичення ^{90}Sr у зерно ранніх зернових культур, в зерно кукурудзи, в природне різотрав'я та відповідними коефіцієнтами накопичення його стабільного ізотопу, розрахованими для обмінної та кислоторозчинної форм цього елемента у ґрунті. Коефіцієнти накопичення стабільного стронцію у продуктивні органи рослин, розраховані для обмінної або кислото-розчинної формами цього елемента у ґрунті можуть бути використані для оцінки відповідних коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr . Коефіцієнти накопичення стабільних цезію та стронцію, розраховані за їх валовим вмістом у ґрунті, значно нижчі відповідних коефіцієнтів для їх радіоактивних ізотопів.

Ключові слова: коефіцієнт накопичення, цезій, стронцій

СТРУКТУРНІ ПОКАЗНИКИ УГРУПОВАНЬ МАКРОЗООБЕНТОСУ У ВОДОЙМАХ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

STRUCTURE OF MACROZOOBENTHOS COMMUNITIES IN THE RESERVOIRS OF THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

Ляшенко В.А.¹, Гудков Д.І.², Каглян О.Є.²
volodymyrliashenko1992@gmail.com

¹Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна

Liashenko V.A.¹, Gudkov D.I.², Kaglyan A.E.²

¹*Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

²*Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Дослідження тривалого впливу іонізуючого випромінювання на біоту на рівні популяцій та екосистем є вкрай недостатніми, а наявні – суперечливими. Не вивчений також вплив малих доз опромінення на рівні багатовидових угруповань. Тому метою роботи було дослідити видовий склад, щільність та біомасу бентосу водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) та оцінити зв'язок цих показників з факторами довкілля, в тому числі з потужністю поглиненої дози зовнішнього опромінення.

Матеріали та методи. У липні 2021 року відбирали проби бентосних безхребетних з чотирьох ділянок колишньої акваторії водойми-охолоджувача (ВО) ЧАЕС, п'яти озер в межах ЧЗВ та ділянки р. Прип'ять (біля м. Чорнобиль). Для оцінки якості водного середовища розраховано біотичні індекси Biological Monitoring Working Party Index (BMWP) та Average Score Per Taxon Index (ASTP). Для оцінки рівня органічного забруднення розраховано індекси сапробності Goodnight-Whitley та Zelinka-Marvan. Для оцінки зв'язку між структурними показниками бентосних угруповань, гідрохімічним складом води та рівнями зовнішнього опромінення проведено ординацію за методом Canonical Correspondence Analysis (CCA).

Результати та висновки. Зареєстроване видове багатство бентосу є низьким та налічує 43 види. У ВО знайдено 17 видів бентосних безхребетних, що є найнижчим значенням з 2016 року. Також для ВО зареєстровано мінімальні показники рясності донних угруповань за весь період спостереження. За індексами BMWP та ASPT оцінено "низьку" якість води всіх досліджених водойм ЧЗВ. Найгіршу якість води зареєстровано для оз. Плютовище, а найвищу – для озер Вершина, Азбучин та Глибоке. За індексами Goodnight-Whitley та Zelinka-Marvan рівень сапробного забруднення оцінено як «високий». Результати вказують на значне тривале органічне забруднення досліджених водойм. Проте, отримані за показниками бентосу оцінки якості води не корелюють із відмінностями хімічного складу води та рівнями зовнішнього дозового навантаження. Отримані результати не дозволяють стверджувати про зв'язок між видовим складом, різноманіттям та показниками рясності донних угруповань, а також рівнями зовнішнього опромінення у водоймах ЧЗВ. Дослідження виконані за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264).

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, водойми, бентосні угруповання, біоіндикація, радіонуклідне забруднення, потужність зовнішнього опромінення.

SCREENING OF PLANT PRION-LIKE PROTEINS BY SPECTROSCOPIC AND MICROSCOPIC METHODS

Litvinov S.¹, Rashydov N.¹, Danchenko M.², Kutsokon N.¹, Kryvokhyzha M.²,
Khudolieieva L.¹, Nesterenko O.³, Sakada V.¹, Berezhna V.¹, Khoma Y.¹

¹*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

²*Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava,
Nitra, Slovakia*

³*The Spanish National Research Council, Granada, Spain
slitvinov83@gmail.com*

Introduction and aim. Prions and prion-like proteins have been actively studied for more than four decades. In recent years, the issue of transmission of prion-like proteins along food chains from plants to animals, and the possible consequences of such transferring, has attracted considerable interest. The probability of transmission along food chains significantly increases by the effect of environmental stress factors, which can lead to the accumulation of prion-like proteins in plant tissues. In this regard, an important aspect of the study of prion-like proteins is isolating and identifying probable prion proteins from plants exposed to abiotic stress factors.

Materials and methods. The “gold standard” of methods for determining the presence of proteins with prion properties is considered to be X-ray crystallography (for determination of the β -conformation). But this is an expensive and time-consuming method, requiring already isolated and purified prion-like proteins in sufficient quantities. Another way is also possible – searching for amyloid aggregates in plant material and subsequently identifying the proteins that form them. In our work, we use spectroscopic and microscopic methods for these purposes, which are organized according to the principle of two stages of “screening out” the experimental variants and then identifying prion-like proteins in those variants that have passed the selection.

Results and conclusion. At the first stage, plant material of all experimental variants with the impact of a certain stressor of different intensity and/or duration of action is collected. The material is dried and ground to a fine powder. Then ATR-FTIR spectroscopy of the obtained samples is carried out. In the spectra taken, the ratio of the peak areas of Amid II to Amid I is determined. A statistically significant decrease of this ratio compared to the control is a marker of the possible formation of amyloid aggregates. For further analysis, only variants that are significantly different from the control are selected. At the next stage, preparations from the selected variants are studied on a fluorescent and polarizing microscope using standard methods of staining with amyloid-specific dyes thioflavin T (histological preparations) and Congo red (proteins extracted by the methanol method, denatured by SDS, and redissolved in formic acid). Only those variants selected at the first stage are taken for identification, in which microscopic examination showed the presence of amyloid complexes. Finally, in the last step, the amyloidogenic proteins purified by SDS and formic acid from the sonicated amyloid complexes are identified by mass spectrometry. The identified proteins can be further studied for possible prion activity. Thus, the three-stage screening scheme for amyloidogenic proteins proposed and tested by us makes it possible to effectively and frugally solve the problem of identifying prion-like proteins synthesized in living organisms under environmental stress.

Keywords: prion-like proteins, prions, amyloids, stress.

ІНТЕРАКТИВНА КАРТИНА ВПЛИВУ РІЗНИХ ДОЗ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПОЯВУ ГЕНОМНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ, ПРІОНОПОДІБНИХ БІЛКІВ ТА ГОРМЕЗИСНИХ ЕФЕКТІВ

INTERACTIVE PICTURE OF THE IMPACT OF DIFFERENT DOSES OF X-RAY IRRADIATION ON GENOMIC INSTABILITY, THE APPEARANCE OF PRION- LIKE PROTEINS AND HORMESIS.

Літвінов С., Соколова Д., Сакада В., Галич Т., Куцоконь Н.,
Жук В.В., Кравець О., Рашидов Н.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна
slitvinov83@gmail.com*

Litvinov S., Sokolova D., Sakada V., Galich T., Kutsokon N.,
Zhuk V., Kravets O., Rashydov N.

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Виявлення у рослин пріоноподібних білків, дослідження механізмів і факторів їх утворення є однією з ключових сучасних проблем харчової безпеки. Метою дослідження була оцінка ефективності впливу різних доз рентгенівського передпосівного опромінення насіння на подальшу появу у вегетуючих рослин пріоноподібних білків, проявів геномної нестабільності та гормезисних ефектів.

Матеріали та методи. Сухе насіння гороху сорту «Ароніс» опромінювали рентгенівськими променями у дозі 5–50 Гр, потужність дози –1,42 сГр/с. Дослідження структури білків проводили методом інфрачервоної спектроскопії з перетворенням Фур'є (FTIR). Як маркер амілодізації, тобто переходу α -спіралей білка в β -складчатість під впливом стресового чинника використовували співвідношення Амід II/Амід I. Вивчення ефектів геномної нестабільності, тобто перебудов первинної структури ДНК за умов різних доз опромінення здійснено шляхом проведення ПЛР з використанням IST–ISSR–RAPD–праймерів. Кластерний аналіз залежності від дози опромінення змін спектрів ампліконів при проведенні IST–ISSR–RAPD–ПЛР проведено з використанням індексу подібності Жаккарда. Проведено оцінку залежності від дози широкого спектру морфо-фізіологічних показників рослин.

Результати та висновки. Показано, що дозова залежність виходу пріоноподібних білків є прямокутною гіперболою з точкою виходу на плато при дозі 15 Гр. Найбільші ознаки геномної нестабільності, оцінені за зниженням спорідненості з контрольним варіантом спектрів ампліконів при RAPD–ISSR–ПЛР аналізі ДНК, спостерігаються при дозі опромінення 5–10 Гр з початком підвищення спорідненості при 15 Гр та повним поверненням до контрольних значень при дозі 20 Гр. Певна відмінність спостерігається при ITS–ПЛР аналізі; повне відновлення спектрів ампліконів спостерігали лише при 50 Гр. Гормезисні ефекти, що визначали за морфо-фізіологічними показниками (схожість, висота рослин, чисельність стручків та бобів), починали спостерігатись при дозі 10 Гр з поступовим підвищенням прояву при 50 Гр. Показано, що підвищення чисельності бобів супроводжувалось монотонним зниженням їхньої ваги. Аналіз всього масиву одержаних даних, особливо існування загальної точки біфуркації дозової залежності всіх показників при дозах 10–15 Гр, дозволяє зробити попередній висновок при існуванні залежності між появою пріоноподібних білків та ефектами геномної нестабільності, до яких відносяться і тотальні морфо-фізіологічні зміни організму.

Подяка. Дослідження підтримане грантом НДФУ #2020.02/0316.

Ключові слова: пріоноподібні білки, ефекти геномної нестабільності, морфо-фізіологічні зміни організму.

**РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ ТВАРИННИЦТВА
МЕШКАНЦІВ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ НАРОДИЦЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ
ГРОМАДИ КОРОСТЕНСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**RADIOACTIVE CONTAMINATION OF LIVESTOCK PRODUCTS OF
INHABITANTS OF SETTLEMENTS OF THE TERRITORIAL COMMUNITY
NARODYCHI, KOROSTEN DISTRICT, ZHYTOMYR REGION**

Лопатюк О.В.

*Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України,
Житомир, Україна
Oleksandr_Lopatiuk@ukr.net*

Lopatiuk O.V.

*Zhytomyr Scientific Research Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine,
Zhytomyr, Ukraine*

Вступ та мета. Аварія на ЧАЕС призвела до радіоактивного забруднення значних площ сільськогосподарських угідь. Основним чинником накопичення дози жителями радіоактивно забруднених територій є внутрішнє опромінення, яке формується внаслідок споживання забрудненої радіонуклідами продукції, отриманої з власних підсобних господарств. Основними продуктами тваринництва, що входять в раціон харчування мешканців сільських територій є молоко та м'ясо, яйця. Тому метою дослідження є оцінка вмісту радіоцезію в продуктах харчування мешканців радіоактивно забруднених територій, а саме в молоці, яйцях курячих та м'ясі свинини.

Матеріали та методи. Відбір зразків для дослідження вмісту радіонукліду ^{137}Cs у продукції тваринництва проводили в особистих підсобних господарствах мешканців радіоактивно забруднених територій, а саме населених пунктів Народицької територіальної громади Коростенського району Житомирської області. Визначення концентрації ^{137}Cs у продукції тваринництва проводилося спектрометричним методом на універсальному спектрометричному комплексі «Гамма Плюс» з використанням сцинтиляційного гамма-спектрометра.

Результати та висновки. Радіологічним дослідженням продукції тваринництва встановлено, що середня концентрація радіонукліду ^{137}Cs варіювала: у курячих яйцях у межах 3,5–4,2 Бк/л, а у м'ясі свиней – 22,1–26,3 Бк/кг, що на 86,8–89,0 % нижче встановлених рівнів. Питома активність ^{137}Cs у молоці корів знаходилася у межах 33,0 – 159,4 Бк/л. Найменший вміст радіоцезію був у молоці с. Розсохівське (33 Бк/л). Молоко у с. Селець мало вміст ^{137}Cs – 159,4 Бк/л, що перевищувало ДР-2006.

Таким чином, за результатами радіологічних досліджень продукції тваринництва встановлено, що молоко є найбільш радіоактивно забрудненим продуктом харчування тваринного походження, який споживають мешканці населених пунктів Народицької територіальної громади Коростенського району Житомирської області, який слід обмежити або виключити з раціону харчування.

Ключові слова: радіоактивно забруднені території, внутрішня доза опромінення, питома активність ^{137}Cs .

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТІВ ХРОНІЧНОЇ ДІЇ МАЛИХ ДОЗ РАДІАЦІЇ В УМОВАХ ТРАНСФОРМОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ В ЗОНІ ВПЛИВУ АВАРІЇ НА ЧАЕС

CHRONIC LOW DOSE RADIATION EFFECTS IN THE TRANSFORMED ECOSYSTEMS WITHIN THE CHORNOBYL NPP AREA

Липська А.І., Родіонова Н.К., Рябченко Н.М., Ганжа О.Б., Бурдо О.О., Ніколаєв В.І.
Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна
alla.lypska@gmail.com

Lypska A.I., Rodionova N.K., Riabchenko N.M., Ganzha O.B., Burdo O.O., Nikolaev V.I.
Institute for Nuclear Research, NAS of Ukraine

Resume. The results of radioecological and radiobiology monitoring of the experimental sites within the Chernobyl exclusion zone are presented. Under chronic low-dose radiation exposure of indicator species of small rodents, compensatory reactions in the bone marrow and peripheral hematopoietic organs are observed against the background of dyshemopoiesis, which may indicate the probability of adaptation processes in a number of generations of irradiated animals.

Вступ. Забруднення довкілля внаслідок радіаційних аварій на об'єктах атомної промисловості, у тому числі катастроф на Чорнобильській АЕС та Фукусімі, призвело до техногенної трансформації багатьох екосистем. Це зумовило розвиток актуального напрямку в радіобіології - дослідження ефектів хронічної дії малих доз іонізуючої радіації на біоту, формування компенсаторно-приспосувальних реакцій, що забезпечують стійкість природних популяцій на забруднених радіонуклідами територіях. **Мета:** комплексні радіоекологічні та радіобіологічні дослідження в умовах трансформованих екосистем в чорнобильській зоні відчуження (ЧЗВ).

Матеріали та методи: робота виконана на дрібних гризунах індикаторних видів з територій ЧЗВ, застосовували радіометричні, γ -, β -спектрометричні, гематологічні та статистичні методи.

Результати та висновки. Проведено радіоекологічну характеристику дослідних полігонів. Виявлено неоднорідність просторового розподілу радіонуклідів, що призводить до формування експозиційної дози різної потужності. У тварин з територій ближньої зони ЧАЕС реєстрували відмінності у коефіцієнтах переходу ^{137}Cs та ^{90}Sr у ланцюзі «грунт-тварина», що зумовлено фізико-хімічними формами знаходження радіонуклідів у ґрунті. Встановлено, що дозові навантаження на даний термін після аварії на ЧАЕС у тварин не перевищують безпечний пороговий рівень для ссавців, рекомендований МКРЗ (ICRP, 2008). Проте у дослідних тварин реєстрували дисбаланс в системі гемопоезу, зміни параметрів кровотворних органів та периферичної крові. В кровотворних органах реєстрували дуальні зміни як реакційного, так і пошкоджуючого характеру. У кістковому мозку відмічали збільшення вмісту клітин низького рівня диференціювання а також прискорення процесів дозрівання клітин еритроїдного ряду, в селезінці - розширення плацдарму кровотворення. Разом з цим виявляли клітини з патологічними змінами.

Висновок: у дрібних гризунів з природних популяцій ЧЗВ реєстрували реакційні зміни в кістковому мозку та периферичних органах на фоні порушень гемопоезу, що може свідчити про формування компенсаційних реакцій та ймовірність започаткування адаптаційних процесів у ряді поколінь за дії малих доз радіації.

Ключові слова: радіонукліди, радіобіологічні ефекти, мишоподібні гризуни, кровотворна система, Чорнобильська зона відчуження.

ПРОГНОСТИЧНІ МАРКЕРИ ПРОМЕНЕВИХ УРАЖЕНЬ У ХВОРИХ ОНКОГІНЕКОЛОГІЧНОГО ПРОФІЛЮ

PROGNOSTIC MARKERS OF RADIATION INJURIES IN ONCOGYNECOLOGICAL PATIENTS

Маковецька Л.І.¹, Дьоміна Е.А.¹, Іванкова В.С.², Главін О.А.¹, Назарчук Б.С.³

¹Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Е. Кавецького
НАН України, Київ, Україна

²ДНП «Національний інститут раку» МОЗ України, Київ, Україна

³ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
tsigun@ukr.net

Makovetska L.I.¹, Domina E.A.¹, Ivankova V.S.², Glavin O.A.¹, Nazarchuk B.S.³

¹R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²NPO «National Cancer Institute», Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³Educational and Scientific Center «Institute of Biology and Medicine» of Taras Shevchenko
National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Мета. Дослідити зміни показників окисних процесів у крові та рівня пошкодження ДНК у лімфоцитах периферичної крові (ЛПК) онкогінекологічних хворих до початку та після проведення радикального комбінованого хіміопроменевого лікування в якості прогностичних маркерів променевиx ускладнень.

Матеріали та методи. Дослідження виконано на крові хворих на рак тіла матки (РТМ, 35 осіб) і рак шийки матки (РШМ, 32 особи) та 22 умовно здорових осіб, від яких отримано інформовану згоду. Визначали інтенсивність генерування супероксидного аніон-радикала ($O_2^{\cdot-}$) ЛПК та про-антиоксидантне співвідношення (ПАС) у гемолізаті хемілюмінесцентними методами, спектрофотометрично вміст малонового діальдегіду (МДА) у плазмі, рівень дрониткових розривів (ДР) ДНК у лімфоцитах (Comet assay).

Результати та висновки. У крові хворих на РТМ та РШМ до початку проведення протипухлинної терапії, порівняно зі здоровими особами, виявлено достовірне підвищення і значну варіабельність значень показників інтенсивності генерування $O_2^{\cdot-}$ в 1,34 (528–2349 імп/72с) та 1,54 (701–3109 імп/72с) разів, вмісту МДА в 3,2 (17,95–110,78 мкМ/г білка) та 2,73 (18,37–87,80 мкМ/г білка) разів, ПАС в 1,30 (8,54–40,63 тис.імп/180с) та 1,35 (6,33–43,63 тис.імп/180с) разів, рівня ДР ДНК в 2,03 (3,97–13,56 % ДНК у хвості комети) та 2,17 (3,90–16,23 % ДНК у хвості комети) разів, відповідно. Отримані дані вказують на активацію у крові хворих процесів вільнорадикального окиснення внаслідок впливу метаболізму пухлини і можливий розвиток окисного стресу та підвищення нестабільності геному, що є прямою загрозою виникнення ранніх та віддалених побічних ушкоджень здорових клітин пацієнток. Радикальне хіміопроменеве лікування призвело до посилення окисних процесів у крові та незначного підвищення рівня пошкоджень ДНК. Таким чином, у рамках виконаного дослідження представлені біохімічні та молекулярно-генетичні показники можуть розглядатися в якості додаткових прогностичних маркерів, що дозволить виокремити групи пацієнток з підвищеним ризиком віддалених ускладнень внаслідок протипухлинної терапії.

Ключові слова: хіміопроменева терапія, прогностичні маркери, променеві ускладнення, кров, рак тіла матки, рак шийки матки.

THE EFFECT OF POMEGRANATE PEEL, LEAF AND PARTITIONS EXTRACTS ON THE LEVEL OF LIPIDS PEROXIDATION

Mammadli S.A.¹, Ahmedzade G.Y.²

¹*Institute of Radiation Problems, Ministry of Science and Education of Azerbaijan,*

²*Baku State University*

azeri_wom@yahoo.com

Introduction and aim. Representing the relationship between DNA molecules, between protein molecules, as well as between DNA and protein molecules, according to the hypothesis of the authors of, which are formed in vivo with the participation of various metabolites that are constantly present in cells, and are a trigger that determines cell aging mediated the inevitable accumulation of DNA damage during aging. Thus, the theory of aging of genomic instability in combination with the intensity of the appearance of free radicals suggests that proper coverage of the components of the antioxidant defense system in cells can maintain the functional state of the DNA molecule and the stability of transmission of physiological information established by hereditary information by regulating the rate and direction of the redox potential. Taking into account the known data on the primary reactions underlying the physiological aging process, as well as the results of our comprehensive study, we can formulate some conclusions about the mechanism of radioprotective action extract of Pomegranate, which, as it turned out, is diverse and composes from closely interlocking functional paths.

Materials and methods. Irradiation of the onion seeds *Allium cepa* was performed on “Issledovatel” apparatus (⁶⁰Co) at dose rate 0.02 Gy/s and “Rhuxund-20000” apparatus (⁶⁰Co) at dose rate 0.5-1 Gy/min. Control and irradiated seeds were couched on the wet filter paper in the Petri dishes at 24°C. Analysis of the lipid peroxidation (LP) rate by the procedure of registration of the malondialdehyde (MDA) quantitative content in plant leaves through colour reaction with thiobarbituric acid by change of the optical density of the stained complex on CФ-26 at 532 nm. Intensity of the lipid peroxidation in plant leaves was evaluated by accumulation of MDA oxidation products in tissues which was measured by colour reaction with thiobarbituric acid. For that purpose, 0.3 mL of the buffer (Tris NaCl HCl) was added to the test tube with 0.3 g weight of the plant material, homogenized, and then 2 mL of 0.5% thiobarbituric acid (TBA) in 20% trichlor acetic acid (TCA) was added, and incubation was performed during 30 min. on boiling water bath with subsequent filtration. Then filtrate was transferred to the cuvette, and optical density was measured on CФ-26 spectrophotometer at 532 nm wave length. Environment with reagents was used for control.

Results and conclusions. MDA resulting from chain reaction of peroxidation by free radicals of polyunsaturated fatty acids is not only the indicator of free radicals rate (FR) and peroxide processes, but it also easily reacts with macromolecules. Lipid peroxidation process is induced by free radical oxygen forms which form unstable lipid hydroperoxides able to spontaneous decomposition through attacking of polyunsaturated fatty acid chains. However in this dose range, in the mode without processing, it increased 2-fold; and with processing - only to 1.5 times as an average. Another unique feature of Pomogranate peel, leaf and partitions treatment impact was increase of their action at higher doses. Thus, at 1 Gy, decrease of MDA ranged from 88% to 95%, and at 15 Gy it was much lower: 60% to 72%. Thus, it was shown that treatment of seeds with Pomogranate peel, leaf and partitions extracts before irradiation led to reduced MDA concentration in plant tissues obtained from irritated seeds. First of all, considering the aging mechanism from the standpoint of its relationship with the reliability of the functioning of repair systems, it can be argued that one of the ways

of radioprotective regulation of this mutation process caused by physiological aging is its effect on the activity of individual stages of DNA repair. So, it was shown that pre-irradiation of seed treatment with peel, leaf and partitions extracts caused a decrease in the concentration of MDA in plant tissues obtained from irradiated seeds.

Keywords: gamma irradiation, Pomegranate, LP (lipid peroxidation), MDA (malondialdehyde).

STUDY OF THE RADIOECOLOGICAL SITUATION AROUND LAKE GALA

Mammadli S.A.¹, Muslumova Z.H.¹, Farajov M.F.¹, İsmailova G.A.²

¹*Institute of Radiation Problems of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

²*Azerbaijan State Pedagogical University, Ministry of Science and Education of Azerbaijan.
Baku, Azerbaijan
mamedli.sevil@gmail.com*

Introduction and aim. In the context of the global deterioration of the state of environmental ecosystems, one of the urgent tasks is the development of new innovative research areas with a resource-saving and environmental focus. The village of Gala is located in the northeast of Absheron and is one of the oldest settlements on the peninsula. In the village of Gala, whose history goes back 5 thousand years, there are 215 archaeological sites. In 2008, on the initiative and under the direct supervision of the Heydar Aliyev Foundation, "the first open-air historical and ethnographic museum complex" was created on the territory of the Gala archaeological and ethnographic reserve. On the territory of the complex, the architectural monuments of Absheron dating back to the III-II millennium BC were collected and restored. There were two lakes in the village. One was salty, the other fresh. At the end of the 19th century, in connection with the drilling of oil wells in these areas, water flowed into the lakes, and as a result, these two lakes merged. There was a salt bath on the territory of Lake Gala. People used the water of this lake to treat skin diseases. Therefore, the study of the resources of the salt lakes of Absheron is of great importance.

Materials and methods. Samples of water and bottom sediments were taken from 35-40 places of the lake. The composition of the samples was studied by spectrometric and radiospectroscopic methods of analysis. The amount of radionuclides and heavy metals was studied on an Agilent-Technologies 7700 ICP-MS mass spectrometer (USA) and on a Canberra HPGe radiospectrometer, which are widely used in environmental studies.

Results and conclusions. Employees of the Institute of Radiation Problems of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan conducted a study of the composition of water and bottom sediments of Lake Gala and the ecological state of soils in the coastal areas of the lake. According to the results of the analysis, it was found that the mineralization of the lake is unevenly distributed. Coastal areas of the lake are polluted with drilling wastes. The north side of the lake is polluted by runoff and seepage from oil fields and oil wells. The hydrocarbons of the crude oil absorbed by the soil have created a layer of bitumen here. The amount of oil products in soil samples taken from coastal areas ranges from 10-200 g/kg. The pH of the lake water is in the range of 7.1 - 7.9. Soil and bottom sediment samples contain only natural radionuclides. The composition and activity of radionuclides in samples of bottom sediments taken from the bottom of the lake were distributed as follows. - 40 K 254 - 304 Bq / kg, 226Ra - 19.3 - 45.6 Bq / kg, 228Ra -19 - 23.5 Bq / kg, 222Rn - 15 - 36 Bq /kg, 238U - 71 - 117 Bq / kg, 235U 3 - 5 Bq / kg, 232Th - 35 - 49 Bq / kg. The amount of heavy metals in the waters and bottom sediments of the lake did not exceed the permissible concentrations. After the isolation of the lake from the effluents flowing into the lake, the water of the lake can be suitable for balneal purposes. Every year tourists come here to visit historical monuments. The convenient geographical position and the rich mineral composition of the water will make it possible to use the natural resources of Lake Gala to create recreational bases here. Therefore, we consider it expedient to study the healing properties of the water of Gala Lake, as well as to improve the ecological state around the lake.

Keywords: Lake Gala, natural resources, radionuclides, heavy metals, bottom sediments.

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ПАТОЛОГІЇ ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС (НА ПРИКЛАДІ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

STRUCTURE OF PATHOLOGIES OF VICTIMS OF THE ACCIDENT AT THE CHERNOBYL DISASTER (ON THE EXAMPLE OF THE VOLYN REGION)

Марчук В.¹, Голуб В.², Голуб С.²

¹ Центр радіаційного захисту населення КП «Волинська обласна клінічна лікарня»,
Луцьк, Україна

² Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
golub_2006@ukr.net

Marchuk V.¹, Holub V.², Holub S.²

¹ Population Radiation Protection Center KP "Volyn Regional Clinical Hospital", Lutsk,
Ukraine

² Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Вступ. Центр радіаційного захисту населення КП «Волинська обласна клінічна лікарня» відповідає за організацію надання медичної допомоги постраждалим внаслідок Чорнобильської катастрофи, здійснюється постійна робота по наповненню бази даних Державного реєстру потерпілих. **Результати та висновки.** Станом на 01.01.2023 р. у лікувально-профілактичних закладах охорони здоров'я Волинської області, підпорядкованих МОЗ України, під диспансерним наглядом перебуває 118 277 осіб, потерпілих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Серед даної категорії населення дорослі віком 18 років і старші складають 73 223 (61,9%), серед них ліквідатори 1708, евакуйовані 413 осіб; діти 0 – 17 років включно – 42 933 (38,1%) дітей. У 2022 році показник профілактично оглянутих дорослих склав 68 143 (90,03%) та 42 933 (100,0%) дітей. В стаціонарних умовах за 2022 рік проліковано 26,29% ліквідаторів, 28,76% евакуйованих, 25,99% проживаючих на радіаційно-забруднених територіях та 14,43% дітей. Поширеність захворювання серед дорослих постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи становить 186,1 на 10 тис. населення (абс. число 71 255), у дітей 78,6 на 10 тис. населення (абс. число 32 708). Рангові місця в структурі поширеності хвороб серед дитячого населення займають: хвороби органів дихання – 41,6%; хвороби ендокринної системи – 15,5%, хвороби органів травлення – 8,5%. У дорослого населення: хвороби системи кровообігу – 38,3%; хвороби органів дихання – 12,9%; хвороби органів травлення – 9,2%. Показник первинної інвалідності, пов'язаної з шкідливими чинниками Чорнобильської катастрофи, у 2022 році – всього 13,6 на 10 тис. населення (2021р. – 13,10), з ниху дорослих – 20,3 на 10 тис. населення та дітей -1,8 на 10 тис. населення. У структурі первинної інвалідності показник онкологічної захворюваності зріс відносно 2021 року на 2,2% (93,4%), уроджені аномалії зменшилися із 6,0 до 3,9%. Показник загальної смертності серед дорослого населення потерпілого від наслідків Чорнобильської катастрофи становить 220,4 на 10 тис. населення та 1,1 на 10 тис. дитячого населення. Для удосконалення забезпечення та надання особам, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, медичних послуг, що не включені до програми медичних гарантій, необхідно виділення додаткових коштів для проведення обстежень та стаціонарної спеціалізованої допомоги.

Ключові слова: населення, Національний реєстр, захворюваність, інвалідність.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ ОСІБ, ОПРОМІНЕНИХ *IN UTERO* ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС

RECONSTRUCTION OF THE THYROID DOSES OF THE PERSONS EXPOSED *IN UTERO* DUE TO CHORNOBYL ACCIDENT

Масюк С.В., Чепурний М.І., Будерацька В.Б., Жадан Н.С.

*Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна
masja1979@gmail.com*

Masiuk S.V., Chepurny M.I., Buderatska V.B., Zhadan N.S.

State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Одним з наслідків терористичних актів на об'єктах ядерної промисловості України або застосування тактичної ядерної зброї буде опромінення щитоподібної залози населення в результаті поглинання організмом людини викинутих в навколишнє середовище радіоізотопів йоду. Як показав досвід аварії на Чорнобильській АЕС, дози опромінення щитоподібної залози зростають зі зменшенням віку, досягаючи максимальних значень у осіб, опромінених *in utero*. Метою даної роботи є реконструкція доз щитоподібної залози осіб, опромінених *in utero* на Чорнобильській АЕС. Результати роботи можуть бути використані для прогнозування наслідків можливої радіаційної аварії чи використання ядерної зброї та прийняття рішень щодо застосування відповідних контрзаходів органами влади.

Матеріали та методи. Розроблено еколого-дозиметричну модель внутрішньоутробного опромінення щитоподібної залози. В основу моделі покладені результати моніторингу вмісту ^{131}I в щитоподібній залозі вагітних жінок та новонароджених дітей, проведеного у травні-червні 1986 року, а також результати індивідуального опитування матерів осіб, опромінених *in utero* (близько 2500 персональних інтерв'ю), виконані співробітниками лабораторії радіологічного захисту Національного наукового центру радіаційної медицини (ННЦРМ) в 2003-2007 роках. У ході опитування з'ясувалась поведінка матері у квітні-червні 1986 року (харчування, переїзди, прийом препаратів йодиду калію), а також термін вагітності на момент аварії, дата народження дитини таяк харчувалась дитина після народження.

Результати та висновки. Виконано реконструкцію доз на щитоподібну залозу близько 2500 осіб, опромінених *in utero* в результаті аварії на ЧАЕС, чії матері проживали в Житомирській, Київській та Чернігівській областях України. Основний внесок в дозу опромінення щитоподібної залози дав ^{131}I (в середньому 97.4% від усієї дози). Лише 2,6% від сумарної дози опромінення обумовлено надходженням в організм короткоіснуючих радіонуклідів телуру та йоду ($^{132}\text{Te}+^{132}\text{I}$ та ^{133}I). Середня пренатальна та постнатальна доза опромінення щитоподібної залози від ^{131}I становила 87 мГр, хоча у 1,5% осіб доза перевищувала 1,0 Гр. Геометричне стандартне відхилення дози коливалось від 1,9 до 5,2. Невизначеність доз щитоподібної залози була в основному зумовлена похибками, пов'язаними з параметрами екологічної моделі міграції радіоїоду ланками харчового ланцюжка та терміном вагітності на момент аварії.

Ключові слова: радіаційна аварія, щитоподібна залоза, ^{131}I , опромінення *in utero*, Чорнобильська АЕС.

**ГІСТОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСПЛАНТАЦІЙНОЇ ЗОНИ ПРИ ПЕРЕСАДЦІ
КОРЕНІВ З КОРЕНЕВИМ ЧОХЛИКОМ
У ПРОРОСТКІВ ГОРОХУ *PISUM SATIVUM***

**HISTOLOGICAL ANALYSIS OF THE TRANSPLANT AREA DURING
TRANSPLANTATION OF ROOTS WITH ROOT CAP OF
THE PEA *PISUM SATIVUM***

Мележик Л.В., Бережна Н.М., Рашидов Н.М., Літвінов С.В.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна

Melezhyk L., Berezhna N., Rashydov N., Litvinov S.

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

Вступ та мета. Виведення нових сортів сільськогосподарських культур потребує знання особливостей реакції тканин рослин на зміни клітинного мікрооточення, що моделюється в експериментах з трансплантації різних тканин. Подібні модельні системи стають базою для дослідження різноманітних стимулюючих та гальмуючих впливів, наприклад, дії різноманітних фітогормонів, іонізуючої радіації, впливу солей важких металів тощо. Для багатьох перспективних, з точки зору вдосконалення значущих властивостей, рослинних культур ці процеси залишаються вивченими недостатньо. Зокрема, увагу дослідників привертають спроби трансплантації у гороху посівного (*Pisum sativum* L.).

Матеріали і методи. У семидобових проростків гороху, опромінених в дозах 6, 10, 15 і 30 Гр, та неопромінених – контрольних видаляли стебло на 1 см вище кореня. На свіжий зріз пересаджували частини кінчиків неопромінених коренів з центром спокою та кореневим чохлаком. Дослідні рослини вирощували на водному середовищі в умовах високої вологості. На 4-ту, 7-му та 14 добу після пересадки лезом від руки робили подовжні зрізи через місце контакту трансплантатів, проводили фіксацію, заключали в епоксидну смолу і робили зрізи на мікротомі. На пофарбованих зрізах проводили гістологічний аналіз стану трансплантатів та місця їх контакту. На 10-ту добу з моменту пересадки у контролі відмічалось зростання тканин з диференціацією в об'єднаному калусі елементів флоєми та ксилеми, зникав раневий ізолюючий прошарок. У варіантів з опроміненням, незалежно від дози опромінення, спостерігали відсутність проліферативної активності у пересадженій частині кореня, утворення ізолюючого прошарку між трансплантатами, спостерігали повний некроз пересаджених клітин.

Результати та висновки. Таким чином, в дослідженні виявлено, що пересаджена частина кореня гороху *Pisum sativum* L. здатна до зростання зі стеблом. Доказом цього є об'єднання провідних шляхів кореневого апексу та стебла. Такий процес можна пояснити тотипотентністю клітин. У другому дослідженні встановлено, що зростання під час трансплантації було відсутнє. Друге дослідження дає підстави вважати, що доза опромінення була досить значною, через що не спостерігалось зростання трансплантованих тканин.

Ключові слова: трансплантація, кореневий чохлак, стебло, *Pisum sativum* L, тотипотентність.

РАДІОНУКЛІДНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

RADIONUCLIDE CONTAMINATION OF REPRESENTATIVES OF ICHTHIOFAUNA OF THE CHORNOBYL NPP COOLING POND

Меньковська М.О., Каглян О.Є., Гудков Д.І.
Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
menkowskaya@gmail.com

Men'kovskaya M.O., Kaglyan O.Ye., Gudkov D.I.
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Зниження рівня води у водоймі-охолоджувачі (ВО) Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) вплинуло на особливості міграції та перерозподілу радіонуклідів у біотичних і абіотичних компонентах екосистеми водойми. Метою роботи було оцінити зміни радіонуклідного забруднення представників іхтіофауни ВО ЧАЕС до пониження рівня води у 2014 р. та станом на 2021 р.

Матеріали та методи. Проби риб відбирали у північно-західній (колишній «старій теплій») частині ВО упродовж 2013–2021 рр. Питому активність ^{137}Cs визначали з використанням гамма-спектрометричної системи Mirion Technologies - Canberra (детектор GC4018, аналізатор LYNX), вміст ^{90}Sr – за допомогою спектрометра енергій бета випромінення СЕБ-01-70, а також з використанням радіохімічного аналізу за оксалатною методикою. Виконано оцінку динаміки питомої активності радіонуклідів у найбільш поширеніших мирних видах риб ВО – краснопірки звичайної (*Scardinius erythrophthalmus* L.), карасі сріблястому (*Carassius gibelio*), плітки звичайної (*Rutilus rutilus* L.), а також факультативному хижаку окуні звичайному (*Perca fluviatilis* L.).
Результати та висновки. Середня питома активність ^{90}Sr в краснопірці збільшилася з 179 ± 40 до 1311 ± 339 , у плітці – з 86 ± 48 до 946 ± 111 , а у окуня - з 90 ± 26 до 508 ± 116 Бк/кг. Зареєстровані відмінності між вибірками 2013 і 2021 є статистично достовірними згідно з Т-критерієм Стьюдента. Середній вміст ^{137}Cs змінювався в краснопірці з 857 ± 163 до 1044 ± 319 , у плітці – з 1078 ± 169 до 797 ± 76 , та в окуні – з $3580,5\pm 26$ до 2757 ± 712 Бк/кг. Згідно з Т-критерієм Стьюдента ці вибірки достовірно не відрізняються, через що можна зробити висновок, що вміст ^{137}Cs за 7 років майже не змінився. При спуску ВО обмінні форми радіонуклідів потрапляли з осушених донних відкладів у воду та сорбувалися донними відкладами. Швидкість сорбції ^{90}Sr у порівнянні ^{137}Cs невелика і він на довше залишається у водних масах, а його концентрація підвищується і відбувається накопичення представниками водної біоти, зокрема, рибою. Таким чином, в результаті пониження рівня води питома активність ^{90}Sr в представниках іхтіофауни ВО ЧАЕС збільшилася в 5,6–16,5 разів (в середньому в 11 разів), а ^{137}Cs – 0,7–1,2 рази (в середньому в 0,99 разів). Питома активність радіонуклідів у рибі ВО ЧАЕС в період досліджень у всіх випадках багаторазово перевищувала допустимі рівні, згідно з прийнятих в Україні нормативів для рибної продукції – у 2,46 – 37,4 разів для ^{90}Sr та у 5,3–23,8 разів для ^{137}Cs . Дослідження виконані за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264), а також урядової програми Японії SATREPS (грант № JPMJSA1603).

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, водойма-охолоджувач ЧАЕС, радіонуклідне забруднення, риби, питома активність, ^{90}Sr , ^{137}Cs .

INVESTIGATIONS OF RADIATION EXPOSURES IN THE AFTERMATH OF THE CHORNOBYL ACCIDENT

Michel R.¹, Romanchuk L.²

¹*Institute for Radioecology and Radiation Protection, Leibniz University Hannover, Germany*

²*Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine
ludmilaromanchuck14@gmail.com*

Introduction and aim. Acknowledging three decades of research on the consequences of the Chernobyl accident a short review is given on the accident, the releases of radionuclides and the radiation exposures in the highly contaminated regions. The Chernobyl accident has provided a wealth of information about the consequences of a nuclear reactor accident. The past experiences provided heuristic guidelines to estimate the consequences of large scale contaminations with Cs-137, Sr-90 and actinides; e.g. Michel and were extremely helpful for fist estimates of the consequences of the Fukushima accident. In this presentation, I look back – after a general survey on the Chernobyl and Fukushima accidents – to our joint work with the State University of Agriculture and Ecology (now Polissia National University), Zhytomyr, in particular to the collaboration with L. Romanchuk.

Results and conclusions. The accidents at Chernobyl and Fukushima occurred 25 years apart on April 26, 1986 and March 11, 2011. At Chernobyl, a graphite-moderated, water-cooled pressure tube reactor without containment exploded. After an uncontrolled power excursion a graphite fire and melting of the core occurred as a consequence of design deficits and human malpractice. At Fukushima, 3 cores of water-moderated, water-cooled boiling water reactors with reactor pressure vessels and containments melted and 4 hydrogen explosions as well as multiple venting occurred as a consequence of design deficits and station blackout due to an earthquake and a tsunami.

At Chernobyl, there was no retention of radionuclides because of the uncovered reactor core. Large amounts (5.3×10^{18} Bq) of radionuclides were released depending on their volatility; Strontium-90 and Plutonium-isotopes remained mostly in the close proximity of the plant. Large-scale transport and fallout of radioactivity over the USSR and Europe happened. At Fukushima, many radionuclides were kept inside the reactors due to the suppression chambers and containments. Massive release of rare gases occurred. In addition, I-131 ($> 10^{17}$ Bq) and $^{134,137}\text{Cs}$ ($> 10^{16}$ Bq) were released into the atmosphere and the Pacific. ^{90}Sr and Pu-isotopes were not released in dose relevant amounts. Small-scale (about 20%) fall-out occurred over Northern Japan; large-scale transport and fall-out happened mostly over the Pacific. At Chernobyl, about one order of magnitude more radioactivity was released than in Fukushima; both accidents having completely different compositions of radionuclide releases.

The radiological consequences of the Chernobyl accident were: 134 first responders suffered from acute radiation syndrome; 28 of them died. A total of 114.511 persons were immediately evacuated. They received thyroid doses up to a few Sievert and effective doses up to a few times 10 Millisievert. Of more than 500.000 liquidators, about 300.000 persons received mean effective doses of 146 mSv in 1986, about 138.000 persons 96 mSv in 1987. The not evacuated population in the highly contaminated areas received the highest radiation exposures: thyroid doses up to some 10 Sieverts for children, 26.000 persons received effective doses of more than 100 mSv from long-lived radionuclides during 1986–2005.

At Fukushima, no deterministic effects and no acute radiation syndrome occurred, neither in workers nor in the public. Early evacuation of about 80.000 persons was performed; later extended the evacuations to a total of 146.520 persons. The thyroid doses of 1.080 children from Kawamata – one of the most highly affected towns – remained below 200 mSv, for 95%

of the children below 50 mSv. The external radiation exposure during the first 4 months of 9.747 persons in Namie, Iitate and Kawamata was: 58% below 2 mSv, 92% below 5 mSv, 99% below 10 mSv, maximum 23 mSv. The internal radiation exposure remained below 0,1 mSv/a (on the basis of foodstuff from October/November 2011); whole body measurements of 4.745 persons in Minami Soma between October and December 2011 showed 0,035 mSv/a – 0,070 mSv/a.

Lifetime doses in Fukushima city were estimated to remain below 20 mSv, external exposure being dominating. The predominant majority of the population of Eastern Japan received thyroid doses of children below 10 mSv and effective doses below 1mSv. In the metropolitan area of Tokyo thyroid doses of children were below 1 mSv and effective doses below 0,1 mSv. There was no significant radiation exposure in Hokkaido and Western Japan. Also the occupational exposure of the workers at Fukushima during and after the accident was comparably low. 171 workers received more than 100 mSv, 139 workers between 100 mSv – 150 mSv, 23 workers between 150 mSv – 200 mSv, 3 workers 200 mSv – 250 mSv, and 6 workers more than 250 mSv (309 mSv – 678 mSv).

In later years, we developed methods for realistic assessments of the radiation exposure on the basis of environmental data and we extended our investigations to the exposure due to ^{90}Sr and actinides. In total, from 1996 to 2007 we investigated soil profiles of agricultural soils, plants, meat, fish, and other foodstuffs for ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}U , ^{235}U , ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am , and ^{244}Cm . The exposure due to ^{90}Sr was not negligible, that due to the actinides was negligible (less than 2 μSv per year) even for smokers of self-grown tobacco. The latter received about 40 μSv per year more exposure due to actinide radioisotopes. In summary, the total exposure of the inhabitants in Christinivka is well within the range of worldwide natural radiation exposures and not a matter of concern. The open question about the way back to normality in zone 2 should soon be answered.

Keywords: Chernobyl, Fukushima, radionuclides, radioisotopes.

МІКРОЕВОЛЮЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ЗОНІ ВПЛИВУ АВАРІЇ НА ЧАЕС. ДОЗИМЕТРИЧНИЙ АСПЕКТ

MICROEVOLUTIONARY PROCESSES IN THE ZONE OF INFLUENCE AT CHERNOBYL NPP. DOSIMETRIC ASPECT

Міхеев О.М.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна
mikhalex7@yahoo.com*

Mikheev O.

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

В доповіді звертається увага виключно на дозиметричний аспект мікроеволюційної проблеми, тобто на методи оцінки ролі радіаційного чинника і не розглядаються самі мікроеволюційні події. Біологічні об'єкти, що мешкають в зоні впливу аварії на ЧАЕС, піддаються впливу цілого комплексу факторів фізичної (іонізуюча радіація (ІР), гранулометричний склад ґрунту, вологість повітря та ґрунту, температура та ін.), хімічної (зокрема, важкі метали та мікроелементи) та біологічної природи (присутність мікро- та макроорганізмів). Перелічені фактори можуть виступати в ролі як факторів мінливості (генетичної та/або епігенетичної), так і факторів відбору. У зв'язку з цим першочерговим завданням є визначення вкладу («ваги») фактора іонізуючої радіації (ФІР) у мікроеволюційні процеси та зіставлення його внеску з внеском інших екологічних факторів. Особливо складним це завдання стає тоді, коли необхідно враховувати дозові навантаження на біологічні об'єкти, що знаходяться в умовах хронічної дії ІР, зумовленої радіонуклідами, що нерівномірно розподілені між компонентами екосистем. Крім цього, завдання ще ускладнюється через те, що ФІР може виступити у якості фактора, що модифікує (підсилює або послаблює) мікроеволюціогенну дію інших факторів. У зв'язку з вищесказаним, дозиметричний аспект проблеми мікроеволюції пропонується розкласти на кілька блоків-етапів: Блок дозиметричної «підтримки»: 1. Створення (вибір) радіо-екологічних полігонів у зоні впливу аварії на ЧАЕС. 2. Радіометричні дослідження умов проживання рослин та тварин на вибраних ділянках. Визначення потужності зовнішнього випромінювання. Визначення питомої активності органів и та тканин біологічних об'єктів. 3. Розрахунки дозових навантажень на біологічні структури (власне дозиметрична «підтримка»). 4. Створення штучних міні-радіаційних полів в умовах лабораторних та польових експериментів за допомогою внесення «аварійних» сумішей радіонуклідів чи ампул з розчинами солей радіоіотопів. 5. Лабораторні досліді з інкорпорованими в тканині рослин радіонуклідами. 6. Моніторинг радіостійкості біологічних об'єктів, які тривалий час перебували (перебувають) в умовах підвищеного фону ІР. Статистичний блок: 7. Здійснення спостережень та експериментів, що передбачають застосування кореляційного аналізу з метою встановлення «ваги» ФІР серед інших факторів у мікроеволюційних подіях. 8. Застосування схем математичного планування експерименту з урахуванням можливої неаддитивності (нелінійності) спільного впливу ФІР та інших екологічних еволюціогенних чинників. Методичний блок: 9. Фізіологічний, ембріологічний, гістологічний, цитогенетичний, біохімічний, молекулярно-біологічний та фітопатологічний аналізи. Теоретичний блок: 10. Теоретичний аналіз та синтез. Зрештою, запропонований комплекс методів дозиметричної «підтримки», дозволить кількісно визначити дозові навантаження від зовнішніх і внутрішніх (інкорпорованих в біологічні об'єкти) джерел іонізуючого випромінювання та співставити їх мікроеволюційний вплив з іншими факторами.

Keywords: microevolution, Chernobyl zone, dosimetry.

THE PURIFICATION OF WATER FROM ^{137}Cs BY TERRESTRIAL PLANTS

Mikheev O.M.¹, Lapan O.V.²

¹*Institute of Cell biology and Genetic Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*National Aviation University, Kyiv, Ukraine*

k.lapan@ukr.net

Introduction and aim. One of nowadays important tasks in environmental protection is the development of new or the improvement of existing methods for improving the state of natural and man-made environments and, in particular, water bodies. Among various pollutants, radionuclides are especially dangerous for living organisms. In water bodies ^{137}Cs is mainly contained in the form of water-soluble cationic forms, therefore, the rational method of its extraction is biological, namely phytoremediation, which is promising in terms of its environmental friendliness and economy. The process of accumulation of ^{137}Cs by plants is influenced by a number of factors: the specificity of the species and variety, the development of the root system, the phase of plant development, their physiological state, the pH of the water medium, the presence of macrocations in the water medium. At the same time the absorptive capacity of plants can be modified by applying factors of a physical nature, for example, UV-C irradiation of plants. The study of the effect of UV-C irradiation on plant objects was carried out with the aim of establishing doses that increase, i.e. modify the sorption capacity of the plant component of the bioplateau with respect to ions of ^{137}Cs .

Materials and methods. The construction of the bioplateau was carried out in the following sequence: the bottom of the cuvette measuring $21 \times 12.5 \times 2.5$ cm was covered with a layer of granular foam plastic 1.5 cm thick; perlite (50 cm^3) was poured on top of the foam plastic; 100 ml of water was poured into the cuvette; corn seeds were placed on the surface, the bioplate was placed in a thermostat at $t = 24$ °C. To study the effect of UV-C irradiation on the sorption capacity of bioplateau plants with seven-day-old plants of common corn (*Zea mays L.*) after UV-C irradiation they were cultivated on a solution of ^{137}Cs chloride in glass containers, which were pre-treated for 3 days with 0.1 M with a solution of stable ^{133}Cs chloride in order to prevent the sorption of cesium radioisotope ions by the inner surface of the glass. The settled tap water was used. With the interval of 2-3 days the solution was poured into a Marinelli vessel to determine the specific activity of the radionuclide on a SEG-001 "AKP-S"-63 gamma spectrometer. The initial specific activity of radiocesium was 3.0 kBq/l that according to previous experiments did not cause a noticeable effect on the growth and the development of plants. The specific activity of ^{137}Cs was measured to an error of 3.8%.

Results and conclusions. It was established that on the second day of incubation of the plants in a solution with cesium at doses of UV-C irradiation of $0.25\text{-}2 \text{ kJ/m}^2$ the stimulation of absorption of cesium ions was observed, at other doses the absorption of ^{137}Cs was inhibited. Subsequently, on the 4th and the 7th days of observation the degree of purification of water from cesium was the same for all doses of irradiation and slightly exceeded the control level.

Taking into account the obtained results, it can be concluded that despite the applied doses of UV-C irradiation, plants have the ability to restore their absorption properties. Furthermore, it was established that doses of $0.25\text{-}2 \text{ kJ/m}^2$ of UV-C irradiation had a stimulating effect on the sorption capacity of plants. Thus, by applying these doses of UV-C, it is possible to modify, in particular intensify the process of cleaning a water body.

Keywords: water bodies, ^{137}Cs , bioplateau, terrestrial plants.

**ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСА ГІГАНТСЬКОГО ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА
БІОПАЛИВА НА ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

**CULTIVATION OF GIANT MISCANTHUS FOR THE PRODUCTION OF BIOFUEL
IN THE CONTAMINATED AREAS OF THE FORESTS OF UKRAINE**

Можарівська І. А.¹, Романчук Л. М.²

¹*Поліський національний університет, Житомир, Україна*

²*Житомирська філія державної установи “Інститут охорони ґрунтів України”
innamozharivska@gmail.com*

Mozharivska I. A.¹, Romanchuk L. M.²

¹*Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine*

²*Zhytomyr Department of the State Institution “Institute of Soil Protection of Ukraine”*

Вступ та мета. Забезпечення альтернативними джерелами енергії в умовах радіоактивного забруднення є стратегічним моментом ефективного розвитку держави. Тому виходом з екологічної та енергетичної кризи, що утворилася в Україні, є використання відновлювальних джерел енергії. Метою наших досліджень була фітореабілітація ґрунтів шляхом вирощування міскантуса гігантського в умовах радіоактивного забруднення Житомирського Полісся.

Матеріали та методи. Дослідження проводились на території населеного пункту с. Христинівка Житомирської області, яке відноситься до зони безумовного обов’язкового відселення (2-а зона радіоактивного забруднення). Відбір зразків ґрунту для визначення вмісту ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr проводився згідно ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381 – 2:2004. Відбір зразків рослинної продукції для визначення ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs проводилась згідно методичних вказівок «Відбір проб, первинна обробка та визначення вмісту ⁹⁰Sr та ¹³⁷Cs у харчових продуктах». Лабораторні дослідження виконувались відповідно до діючих ДСТУ у сертифікованій вимірювальній лабораторії Поліського національного університету.

Результати та висновки. Дослідження проведені в с. Христинівка показали, що на дослідних ділянках де вирощували міскантус гігантський щільність забруднення ґрунту ¹³⁷Cs залишається досить високою та варіювала в межах 1005,4 кБк/м². Щільність забруднення ґрунту досліджуваних ділянок ⁹⁰Sr варіювала у межах 20,4 кБк/м². Доведено, що питома активність ¹³⁷Cs у міскантуса гігантського становила – (152–184 Бк/кг). Концентрація ⁹⁰Sr у міскантуса гігантського варіювала від 78–94 Бк/кг. Вміст важких металів у ґрунті та рослинах знаходився у межах гранично допустимих концентрацій та мали слабкий рівень забруднення. Вміст рухомих сполук міді був на дуже низькому рівні забезпеченості і варіював від 0,078 до 0,091 мг/кг, а забезпеченість дослідних ділянок рухомих цинком знаходилась на середньому та підвищеному рівнях 1,80–2,43 мг/кг відповідно. Показники енергопродуктивності міскантуса гігантського склали 4144 ккал/кг. За результатами досліджень наведено теоретичне узагальнення і вирішення екологічних проблем шляхом вирощування міскантуса гігантського з метою отримання відносно чистої продукції для виготовлення твердого палива.

Ключові слова: радіаційно забруднені ґрунти, міскантус гігантський, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr .

RADIATION AND ITS IMPACT ON HUMANS

Nazarova R.T., Rashidova S.M., Akhmedova S.I.
Azerbaijan Medical University, Department of Infectious Diseases
23, Bakikhanov st, Baku, Azerbaijan

A person lives in a condition of constant exposure to natural background radiation. Scientists suggest that radiation is a natural and constantly acting factor on living organisms.

There are two types of radioactivity: natural and artificial. Natural radioactivity includes cosmic radiation, solar radiation and ionized radiation of the earth's crust, soil and gases.

Artificial radioactivity arises due to human activity, because of which there is a spontaneous decay of the nuclei of elements acquired artificially.

One should distinguish between external and internal radiation. External irradiation of the body is created by cosmic rays, the impact of natural or artificial emitters located in the air, in the ground, in the walls of rooms, or used in industrial, scientific, medical places (for example, CT). Internal radiation stems from radioactive substances that enter the human body with inhaled air, food and water.

The impact of radiation on the human body does not flow without a trace.

The effects of radiation on the body is divided into two groups. The first is genetic effects: mutations at the level of genes and chromosomes. The second includes somatic manifestations in the form of headaches, chronic fatigue syndrome, the development of radiation sickness in people, tumors, malignant neoplasms, and leukemia. In addition, the radioactive hazard is associated with the possibility of metabolic disorders, resulting in congenital malformations in the next generations, infertility, miscarriages, a more severe course of infectious diseases, and the development of autoimmune diseases.

There are regions in Azerbaijan where places with high levels of radiation have been noted. In the period from 2011 to 2022 years, patients from these regions with salmonellosis, esherikhiosis, dysentery, viral hepatitis B and C, meningoencephalitis, who had various concomitant autoimmune diseases, blood diseases, such as severe hypochromic anemia, thrombocytopenic purpura, hemorrhagic vasculitis, children with various congenital malformations were admitted to intestinal, hepatitis and neuroinfection department of Children's clinical hospital No. 2. The number of patients with concomitant diseases significantly exceeded the number of patients in the population.

Key words: radiation, humans, radioactivity, autoimmune diseases, blood diseases.

MODIFICATION OF PLANT GROWTH RESPONSES TO SALINITY BY MYCORRHIZAL FUNGI DUE TO SOIL CONTAMINATION CAUSED BY THE WAR IN UKRAINE

Nesterenko O.G.^{1,2}, Kutsokon N.K.², Nesterenko L.D.²

¹*Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Granada, Spain*

²*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Introduction and aim. The military activity in Ukraine results in soil contamination not only with heavy metals but also has far-reaching environmental consequences, especially regarding water resources. This applies to both the Crimean Canal and the recently destroyed Kakhovka dam. The effect on water resources is determined, particularly by the adverse impact on the availability and quality of freshwater resources for plant organisms. Biomonitoring studies have demonstrated increased salinity in soils on large areas of Ukraine. Increasing the salinity of agricultural soils mediates adverse effects on plants and, consequently, reduces food production for the civilian population. It is known that arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can modify the general condition of plant organisms, including their resistance to biotic and abiotic factors.

In this study, we aim to analyse the effect of two types of AMFs on the growth characteristics of the tested plants under conditions of high soil salinity. The main goal is to check the level of biological protection achieved by the inoculation with beneficial fungi in tomato plants to use the results in further investigations to understand molecular mechanisms of mycorrhiza-induced resistance (MIR) regulation.

Materials and methods. The experiment was carried out with tomato plants *Solanum lycopersicum* of the 'MoneyMaker' variety, and two types of arbuscular mycorrhizal fungi (*Rhizophagus irregularis* (Ri) and *Funneliformis mosseae* (Fm) were chosen. The substrate contained sterile sand and vermiculite 1:1 (v/v), and the salt concentration was 100 mM NaCl (chronic). The planting medium was Long Ashton nutrient solution (Hewitt, 1966) containing 25% of standard phosphorus (P). The plants were divided into four groups, namely the control group, inoculated with AMF types: Fm and Ri, salinity treatment - S, as well as salinity and fungal inoculation together (RiS and FmS). In the experiment, tomato plants were grown under natural light and 16 h photoperiod in a greenhouse.

Results and conclusions. The height of the plants was measured on the 8th day post-treatment with the salt solution and repeated once every eight days (three times in total). The height of the tomato seedling increases as a percentage of the control was compared between each measurement. According to preliminary data, in the first period, the growth of plants exposed to salt stress was higher in the groups of plants inoculated with AMF. Namely, it was 76.9 and 83.8 % (RiS and FmS, respectively) compared to 64.9 % in only saline plants. That is, there was significant mycorrhiza-induced resistance. After eight days, we observed minor changes, namely a decrease in mycorrhiza-induced resistance and a tendency to equalize the growth rate of mycorrhizal and non-mycorrhizal plants under salt stress. The inhibition of tomato growth under salt influence became stronger and amounted to 56.5% of the control, but the weak protective effect of Ri was preserved (58.8%). Although mycorrhiza-induced resistance in plants has been reported, whether mycorrhizal plants have potential defence responses for the long term remains unclear. Nevertheless, further research will aim to identify the key mechanisms of MIR, its in-depth analysis and expand the number of plant species, for instance, as the analysis of poplars or willows on AFM interactions.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, arbuscular mycorrhizal fungi, salinity.

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНОМУ ХВОРИХ НА Ph-
НЕГАТИВНІ МІЄЛОПРОЛІФЕРАТИВНІ НЕОПЛАЗІЇ, ЩО ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ
ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС**

**MOLECULAR-GENETIC STUDIES OF THE GENOME OF PATIENTS WITH Ph -
NEGATIVE MYELOPROLIFERATIVE NEOPLASIAS EXPERIENCED BY
IONIZING RADIATION AS A RESULT OF THE ACCIDENT AT CHANPP**

Неумержицька Л.В.¹ Полубень Л.О.²,

¹ДУ«Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», Київ Україна
lneum@ukr.net

²Бес Израел Деаконес Медичний Центр, Бостон, США

Neumerzhyska L.V., Poluben L.O.

¹State institution «National research center for radiation medicine of the national academy of
medical sciences of Ukraine»

²Bes Israel Deaconess Medical Center, Boston, USA

Вступ. З огляду на стрімкий розвиток високотехнологічних методів дослідження геному, важливим та актуальним завданням сьогодення є удосконалення підходів для визначення патогенезу захворювань, що розвинулися внаслідок впливу іонізуючої радіації (ІР). Ph-негативні мієлопроліферативні неоплазії (МПН) це рідкісні гематологічні захворювання, які характеризуються надмірною проліферацією диференційованих мієлоїдних клітин крові: поділяються на справжню поліцитемію (СП), есенціальну тромбоцитемію (ЕТ) та первинний мієлофіброз (ПМФ). Патогенез цих захворювань вивчено недостатньо.

Мета. Визначення молекулярно-генетичних змін у розвитку Ph-негативних МПН в осіб, які зазнали дії ІР внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Матеріали та методи. ДНК хворих на Ph-негативні МПН з радіаційним анамнезом та без такого. ПЛР тест.

Результати та висновки. У цій роботі показано, що частота драйверних мутацій *JAK2*, *MPL* і *CALR*, а також інші зміни в геномі, які потенційно залучені до розвитку та еволюції захворювання, відмінні у хворих з ІР анамнезом та спонтанними МПН.

Виявлено, що хворих із потрійно негативним мутаційним статусом (що не мали мутацій *JAK2*, *MPL* і *CALR*) було, вірогідно, більше в групі з ІР анамнезом, ніж у групі без такого (25,7 % проти 15,7 %, $p \leq 0,05$). До того ж у цій групі найчастіше виявляються неспецифічні мутації (*DNMT3A*, *TET2*, *ASXL1*) із частотою 4,8 випадку проти 3,1 ($p = 0,024$). Отже, хворі на МПН, які зазнали впливу іонізуючої радіації, демонструють інший мутаційний статус, порівнюючи з неопроміненими: нижчу частоту драйверних мутацій і найвищу частоту додаткових мутацій у порівнянні зі спонтанною групою. Виявлення у хворих з ІР в анамнезі збільшеного числа потрійно негативних випадків драйверних мутацій вказує на залучення в розвиток захворювання інших молекулярно-генетичних механізмів, таких як виникнення патогенних мутацій у генах епігенетичного регулювання сімейства *DTA* (*DNMT3A*, *TET2* та *ASXL1*), що свідчить про мутаційне навантаження на клітини, завдяки дії ІР і передумов розвитку МПН.

Таким чином, патогенез та фенотип Ph-негативних мієлопроліферативних неоплазій у хворих, що зазнали дії ІР, можна вважати результатом спільної дії мутацій, що виникають як у драйверних генах (*JAK2*, *MPL* і *CALR*), так і в генах епігенетичного регулювання (*DNMT3A*, *TET2*, *ASXL1*), спричинених ІР.

**НЕАЛКОГОЛЬНА ЖИРОВА ХВОРОБА ПЕЧІНКИ ТА СТЕАТОЗ
ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ У ВІДДАЛЕНОМУ ПЕРІОДІ ПІСЛЯ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ: КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНІ ПРОЯВИ**

**NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE AND PANCREATIC STEATOSIS
IN THE REMOTE PERIOD AFTER THE CHERNOBYL DISASTER:
CLINICAL AND LABORATORY MANIFESTATIONS**

Носач О.В.¹, Чумак А.А.²

¹Національна академія медичних наук України, Київ, Україна

²Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини

НАМН України», Київ, Україна

elenanosach@ukr.net

Nosach O.V.¹, Chumak A.A.²

¹National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²State Institution "National Research Center for

Radiation Medicine of NAMS of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. У віддаленому періоді після Чорнобильської аварії увага дослідників спрямована на визначення найважливіших ланок взаємозв'язку між неалкогольною жировою хворобою печінки (НАЖХП) та серцево-судинними (СС) захворюваннями, що підвищує ризик розвитку летальних СС ускладнень. Одним із провідних напрямів є з'ясування значення змін функціонування підшлункової залози при її жировому переродженні за коморбідного перебігу з НАЖХП. Мета роботи – описати основні клініко-лабораторні прояви патологічних процесів у хворих з НАЖХП і стеатозом підшлункової залози у віддаленому періоді після Чорнобильської аварії.

Матеріали та методи. Проведене клініко-лабораторне та інструментальне (ультразвукова діагностика органів черевної порожнини, езофагогастроуденоскопія) обстеження 36 чоловіків (віком 54–73 років) з НАЖХП та клінічними або ультразвуковими ознаками ураження підшлункової залози. Включені в дослідження пацієнти брали участь в ліквідації наслідків Чорнобильської аварії у 1986–1987 рр. (27 осіб) або були евакуйовані з м. Прип'ять чи мешкали на радіоактивно забруднених територіях після аварії. Документована доза зовнішнього опромінення у більшості хворих не перевищувала 0,35 Гр.

Результати та висновки. У клінічній картині домінували прояви біліарного та кишкового диспепсичних синдромів, СС та цереброваскулярної патології. За результатами загального аналізу крові діагностовано індивідуальні зміни клітинної складової імунної реакції з проявами еозінофілії, нейтрофілії, лімфоцитозу та моноцитозу у близько 20 % хворих за кожним з показників. Швидкість осідання еритроцитів збільшена у третини хворих. Встановлено наявність проявів порушень вуглеводного обміну (гіперглікемія у близько 30 % хворих), ліпідного обміну (переважно підвищення рівня бета-ліпопротеїдів у близько 17 % хворих) та білкового обміну (переважно підвищення рівня сечової кислоти у близько 56 % хворих).

Тривалий перебіг субклінічного запалення та метаболічних порушень може бути тригером подальшого прогресування та ускладненого перебігу коморбідних СС і цереброваскулярних захворювань і потребує подальшого підтвердження шляхом визначення сучасних високочутливих маркерів запалення.

Ключові слова: стеатоз печінки, стеатоз підшлункової залози, Чорнобиль.

ДО ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ЕМІСІЇ ^{137}Cs ПРИ СПАЛЮВАННІ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ

ON THE ISSUE OF ASSESSING ^{137}Cs EMISSION DURING FOREST LITTER BURNING

Новіков А. М., Шинкаренко В. К.

*Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, Київ, Україна
andreyn@ua.fm, ispnppkievua@gmail.com*

Novikov A. M., Shinkarenko V.K.

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plant
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Summary. This study focuses on assessing the emissions of radioactive ^{137}Cs during the burning of forest litter samples, specifically needle leaf litter, from the Chernobyl Exclusion Zone. Understanding these emissions is crucial for predicting the spread of radioactive contamination and evaluating the risks of radiation exposure. The study found that approximately 9% of ^{137}Cs was emitted into the air during the burning process. The findings contribute to the improvement of understanding of radioactive emissions during forest fires in the Chernobyl Exclusion Zone, aiding in risk assessment and mitigation strategies.

Вступ. Оцінка викидів радіоактивного ^{137}Cs , що виникають під час згорання біомаси, має вирішальне значення для прогнозування поширення радіоактивного забруднення та оцінки ризиків радіаційного опромінення, що можуть виникнути внаслідок вдихання радіоактивних речовин. Наявні дослідження свідчать про те, що викиди ^{137}Cs під час горіння біомаси залежать від різноманітних факторів, таких як тип рослинності, температура горіння і інші. Відомо, що частка радіоактивного цезію, яка потрапляє в атмосферу під час лісових пожеж, може різнитися більш ніж на порядок величини, вносячи значну невизначеність в прогнозування. Важливим є проведення досліджень з накопиченням експериментальних даних для підвищення точності прогнозування.

Мета дослідження: Оцінка викидів ^{137}Cs під час згорання лісової підстилки (голки хвої) в зоні відчуження ЧАЕС методом лабораторного спалювання.

Матеріали та методи. Проби лісової підстилки, переважно опад голок хвої були відібрані в зоні відчуження ЧАЕС. Перед спалюванням проби витримували в сухому приміщенні для вирівнювання вологості. Спалювання проводили за допомогою раніше розробленого пристрою, що забезпечував збирання димових часток на скляному фільтрі. Визначали активність ^{137}Cs в пробах та масу проб перед спалюванням, активність ^{137}Cs на фільтрі, в золі та недогарі - після спалювання. Відповідно проводили визначення мас. Гамма-спектрометричне визначення активності ^{137}Cs проводили за допомогою спектрометрів SBS та Camberra.

Результати та висновки. При спалюванні лісової підстилки опад голок хвої з зони відчуження ЧАЕС оцінена емісія ^{137}Cs в повітря з димом становить близько 9 % від початкової кількості в пробі. В золі залишається \square 43%, в недогарі \square 48%. В подальшому планується проведення робіт по оцінці емісії ^{137}Cs під час спалювання зібраних з лісової підстилки гілок сосни без голок хвої.

Ключові слова: лісові пожежі, радіоактивне забруднення, ^{137}Cs , Чорнобильська зона відчуження.

SOURCES OF ¹³⁷Cs INTAKE INTO ORGANISM OF LICHENS AND RADIONUCLIDE CONTENT IN THEIR THALLI: UNRESOLVED PROBLEMS

Orlov O.O.^{1,2}

¹State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

²Polyskiy Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, Dovzhyk, Zhytomyr region, Ukraine
orlov.botany@gmail.com

Introduction and aim. Lichens are permanent components of forest ecosystems. Particularly significant is their ecological role in boreal forest ecosystems including Polissia of Ukraine. After Chernobyl disaster lichens were studied as intensive radionuclide accumulators and bioindicators, in particular ¹³⁷Cs. More than 35 years passed after the disaster but lichens still are characterized by the high levels of ¹³⁷Cs content. The aim of this study is analysis of sources and ways of radionuclide intake into lichens as well as factors determining its content.

Results and conclusions. Terricolous and epiphytic lichens – symbiotrophic organisms consisting of algal and fungal components, they don't have roots, and uptake of water, nutrients and contaminants occurs directly from aerial fallouts by the whole lichen surface. They are exactly the main source of ¹³⁷Cs intake into lichen thalli. During radioactive fallouts caused by the Chernobyl disaster lichens accumulated significant activity of ¹³⁷Cs. Herewith ¹³⁷Cs activity concentration increased in their thalli in different countries of Europe in 10-10⁴ times (Seaward et al., 1988; Bartok & Mocsy, 1990; Biazrov, 2005, etc.). Nowadays in Ukraine according to the Central Geophysical Observatory, global ¹³⁷Cs fallouts are minor and more or less stable (in average 0,31 Bq·m⁻² per month), they also increase ¹³⁷Cs content in lichens. In subsequent period in the organism of lichens which absorbed ¹³⁷Cs processes which cause definite dynamics of radionuclide content occurred. Decay of ¹³⁷Cs leads to decrease of its content in the lichens thalli as well as ¹³⁷Cs dilution in growing phytomass of thalli. Unresolved problems remain: age determination of thalli of epiphytic and terricolous lichens; size (age) effect – different radionuclide content in thalli of different size (age), specific ¹³⁷Cs distribution in different age parts (branches) of fruticous terricolous lichens, for example, of such species as *Cladonia mitis* Sandst., *C. rangiferina* (L.) F.Weber ex F.H.Wigg. etc.; and in different age parts of foliose epiphytic lichens (central – peripheral thalli parts), for example, of such species as *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor, etc.

Crown runoff of ¹³⁷Cs is an important source of radionuclide intake into lichens – through ¹³⁷Cs leaching from trees crowns, ¹³⁷Cs activity concentration in it is low, but total radionuclide activity can be radiologically significant, especially during shallow lingering rains. Trunk runoff of radionuclide is an important mainly for epiphytic lichens. It forms due to the gravitational flow of rain water along the bark of trunk of trees, ¹³⁷Cs activity concentration in it is in 5-10 times higher in comparison with crown runoff, but because lesser volume of runoff total ¹³⁷Cs activity is lesser. Comprehensive parameterization of both runoff types is important but unresolved problem now. Besides both runoff types contain not only water-soluble ¹³⁷Cs, but also radionuclide absorbed on the surface of solid particles of various nature – mineral or organic. They are also accumulated by lichens due to their significant absorbing surface, but the role of different biological structural components of lichens (algal and fungal) in this process is insufficiently studied, as well as the process of self-cleaning of lichens thalli from them with time.

Keywords: epiphytic and terricolous lichens, thalli, ¹³⁷Cs, aerial fallouts, accumulation, crown runoff, trunk runoff.

RADIOACTIVE FALLOUTS: FRACTAL DIMENSION

Orlov O.O.¹, Grabar I. G.²

¹*State Institution “Institute of Environmental Geohemistry of National Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine*

²*Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine
ivan-grabar@ukr.net*

Introduction. Based on a large number of experimental data, the report shows that changing the step of radioactive contamination density measurement from 1000 m to 0.1 m does not lead to the construction of smooth differentiable functions $W(x,y)$. The task of the study was to substantiate the fractal nature of the function $W(x,y)$ for studied parameter.

Objects and methods. The report presents the results of experimental studies of $W(x,y)$ of ^{137}Cs contamination density in the forest ecosystems of Zhytomyr Polissia. Samples were collected at the nodes of a 10×10 Cartesian grid with grid spacing $a \in (0,1; 1; 10; 100; 1000)\text{m}$.

Results and conclusions. Since the measurement of $W(x,y)$ when the sampling step was changed by 5 orders of magnitude did not lead to a smooth continuous differentiable function, a multifractal model of the function $W(x,y)$ was proposed. However, fractals have an infinite level of detail, and therefore they require an infinite amount of samples for their reliable identification. Any experimental model should be finite-dimensional. We propose to approximate the fractal function $W(x,y)$ by the K-generation of Wisek fractal (Grabar, 2023). We show high values of the correlation coefficient (not less than 0.97) of the model already for $K=3-4$. A physical model of the kinetics of the formation of fractal sets of any configuration, complexity, and set of fractal dimensions is proposed. In nature all processes controlled by several independent mechanisms (generalised driving forces) under the Brownian (stochastic) dynamics of their change lead to the formation of fractal objects (Grabar, 2023; Grabar, Kubrak, 2023). We consider this result to be extremely important for the further development of science. It has been shown that this phenomenon leads to the following results: when the field characteristics of each of the generalised driving forces are the same, we obtain monofractal sets; when they differ from each other, we obtain multifractal sets; and when they have orientational flammability, we obtain anisotropic multifractals. The presence of perturbations of the points of application of generalised driving forces and the control of the transparency of their barriers generates blurred fractals, etc. Numerical examples of such fractals and successful attempts to use them to identify the experimental functions $W(x,y)$ of radioactive contamination density are presented in the report.

We are honoured to announce that the synthesis of multifractals is reaching a new scientific level – the construction of fractals with predefined properties. For the interaction of fractal objects with flows of microparticles, liquids or gases, it is necessary to create a special mathematical apparatus for modelling such interactions in a fractal formulation. This can help to solve a large number of applied problems, ranging from the construction of reliable fractal models $W(x,y)$ to new technologies for hydrocarbon production, the creation of biocompatible materials and their controlled splicing with biotissues, filtering, separation and purification of liquids and gases, control of turbulence in liquids and gases in power plants of aircraft, compressor and space technology, etc.

Grabar I. G. Synthesis of multifractals. Monograph. Zhytomyr: Polissya National University, 2023. 200 p.

Keywords: ^{137}Cs contamination density, Wisek fractal, multifractal, fractal model.

СУЧАСНІ ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА У РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ УКРАЇНИ

MODERN ORGANIZATIONAL AND NORMATIVE-LEGAL PROBLEMS OF FORESTRY CONDUCTING IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED FOREST ECOSYSTEMS OF UKRAINE

Орлов О. О.¹, Шевчук В. В.¹, Жуковський О. В.¹, Курбет Т. В.^{1,2}

¹Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, Довжик, Житомирська область, Україна,

²Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, Україна
orlov.botany@gmail.com

Orlov O. O.¹, Shevchuk V. V.¹, Zhukovskiy O. V.¹, Kurbet T. V.^{1,2}

¹Polisky Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and
Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Dovzhyk, Zhytomyr region, Ukraine

²State University «Zhytomyr Polytechnic», Zhytomyr, Ukraine

Вступ та мета. Не зважаючи на 37-річний період після аварії на ЧАЕС, у лісовому господарстві України залишаються проблеми, пов'язані з радіоактивним забрудненням лісів. В першу чергу, це проблеми можливості лісоексплуатації і нормування радіоактивного забруднення продукції. Метою даної роботи є аналіз деяких з них.

Результати та висновки. Чинні картосхеми радіоактивного забруднення лісів України $^{137}\text{Cs}+^{134}\text{Cs}$ у розрізі лісгоспів та областей затверджено ще у 1991 р. В них величини щільності забруднення наведені для лісових кварталів, а лісове господарство ведеться у таксаційних виділах, в умовах значної мозаїчності. Значно менша кількість точок досліджена для ^{90}Sr , що зумовило недостатню вивченість забруднення лісів ^{90}Sr . Слід актуалізувати наявну базу даних обстеження 1991 р. – з поправкою на розпад радіонуклідів ^{137}Cs , ^{134}Cs та ^{90}Sr , розробити і затвердити відповідні картосхеми. В останні 10 років виникли проблеми у радіаційному контролі продукції лісового господарства, як деревної, так і недеревної. За відсутності фінансування, фактично припинила існування галузева система радіаційного контролю – від підрозділу у Держлісагентстві України до інженерів-радіологів лісгоспів. Слід відновити згадану систему та забезпечити контроль вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у продукції лісового господарства. Чинний гігієнічний норматив ГН 6.6.1-120-2006 «Допустимі рівні вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини» застарів. За вмістом ^{137}Cs він у лісогосподарських підприємствах Житомирської і Київської областей відсікає 5-10 % вимірних зразків деревини, що є прийнятним показником, однак для ^{90}Sr ця частка збільшується до 60-80 %, що може свідчити про значно занижений граничний вміст згаданого радіонукліду у деревині, це вимагає його перегляду. Крім того, виникла невідповідність нових Державних стандартів України для деревини (за класами якості) згаданому нормативу, що додатково вимагає його перегляду. Згідно Програми реабілітації радіоактивно забруднених лісів на період до 2020 р. (2010), заплановано обстежити 401 тис. га лісів з метою реабілітації, що не виконано за відсутності державного бюджетного фінансування. Поліським філіалом УкрНДІЛГА у 2010-2022 рр. виключно за кошти лісгоспів обстежено і реабілітовано 25 тис. га лісів, переважно у Житомирській області.

Ключові слова: ліси, радіоактивне забруднення, ^{137}Cs , ^{90}Sr , нормативи, реабілітація.

**РІВЕНЬ ЕКСПРЕСІЇ ІЛ-1 α , ІЛ-2, ІЛ-4, ІЛ-6, TGF- β ТА NF κ B ЯК ПРЕДИКТОРІВ
ІНФЛАМЕЙДЖИНГУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ
ТА УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС**

**THE EXPRESSION LEVEL OF IL-1 α , IL-2, IL-4, IL-6, TGF- β AND NF κ B AS
PREDICTORS OF INFLAMMAGING IN MILITARY SERVANTS OF THE AFU AND
CLEAN-UP WORKERS OF CHORNOBYL ACCIDENT**

Панченко В.В., Голярник Н.А., Бази́ка Д.А.

*Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН
України», Київ, Україна
toripanchenko23@gmail.com*

Panchenko V.V., Golyarnyk N.A., Bazyka D.A.

*State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of National Academy of
Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Різноманітні стресорні фактори, такі як іонізуюче випромінювання, інфекційні агенти, довготривале психологічне і фізичне перенапруження, що діють внаслідок радіаційних катастроф та воєнної агресії можуть сприяти розвитку хронічних запальних процесів та інфламейджингу шляхом активації сигнальних каскадів NF- κ B і цитокінів. Мета – оцінити рівень спонтанної експресії ІЛ-1 α , ІЛ-2, ІЛ-4, ІЛ-6, TGF- β та NF κ B у лейкоцитах периферичної крові військовослужбовців ЗСУ та учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС.

Матеріали та методи. Відносну кількість цитокін-продукуючих лейкоцитів периферичної крові визначали в учасників ліквідації наслідків аварії (ЛНА) на ЧАЕС, військовослужбовців ЗСУ та осіб контрольної групи методом проточної цитометрії. Рівень експресії цитокінів у лейкоцитах оцінювали за показником інтенсивності флуоресценції gMFI (y.o).

Результати та висновки. Виявлено підвищену відносну кількість ІЛ-1 α ⁺ лімфоцитів у військовослужбовців ЗСУ ($63,4 \pm 21,9$ ($p < 0,001$)) порівняно з учасниками ЛНА на ЧАЕС ($32,2 \pm 20,8$) і ІЛ-1 α ⁺ гранулоцитів ($75,5 \pm 17,2$ ($p < 0,05$)) відносно учасників ЛНА на ЧАЕС ($58,0 \pm 13,9$) та КГ ($58,5 \pm 15,9$). Знижені ($p < 0,001$) рівні експресії ІЛ-2 лімфоцитами у військовослужбовців ЗСУ ($355,1 \pm 315,4$) порівняно з учасниками ЛНА на ЧАЕС ($820,9 \pm 310,6$) і КГ ($626,91 \pm 233,23$). Підвищена ($p < 0,05$) відносна кількість ІЛ-6⁺ та ІЛ-4⁺ лімфоцитів ($68,7 \pm 17,6$) і ($66,5 \pm 20,9$) у військовослужбовців ЗСУ відносно учасників ЛНА на ЧАЕС ($51,5 \pm 21,1$) і ($46,3 \pm 17,7$), відповідно. Підвищена ($p < 0,05$) відносна кількість TGF- β ⁺ лімфоцитів ($70,1 \pm 17,1$) і гранулоцитів ($81,1 \pm 10,4$) у військовослужбовців ЗСУ відносно КГ ($46,6 \pm 22,9$) і ($51,9 \pm 24,5$), відповідно. Знижені ($p < 0,001$) рівні експресії NF κ B лімфоцитами в учасників ЛНА на ЧАЕС ($188,7 \pm 29,2$) і військовослужбовців ЗСУ ($145,9 \pm 14,7$) відносно КГ ($221,2 \pm 42,8$). Виявлені зміни у балансі про- і протизапальних цитокінів у військовослужбовців ЗСУ та зниження експресії NF- κ B як в учасників ЛНА на ЧАЕС, так і військовослужбовців ЗСУ, ймовірно, пов'язані зі стрес-індукованою дисрегуляцією сигнальних шляхів NF- κ B та цитокінів, що може призвести до прискореного набуття клітинами секреторного фенотипу, пов'язаного із старінням та розвитку процесів інфламейджингу.

Ключові слова: іонізуюче випромінювання, воєнна агресія, інфламейджинг, цитокіни.

MEASURES TO REDUCE CONTENT OF ^{90}Sr IN FISH

Pavlenko P.M.^{1,2}, Levchuk S.E.¹, Yoschenko V.I.², Hrechaniuk M.O.¹,
Wada T.², Kashparov V.O.^{1,3}

¹*Ukrainian Institute of Agricultural Radiology (UIAR) of National University of Life and Environment Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Institute of Environmental Radioactivity at Fukushima University, Fukushima, Japan*

³*Center for Environmental Radioactivity (CERAD), Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway*
polina.pavlenko97@gmail.com

Introduction and aim. Activity concentration of ^{90}Sr in fish in lakes situated within the Chernobyl exclusion zone (ChEZ) reaches 100 kBq kg⁻¹ and thousand times exceeding permissible levels. This research was conducted in lakes of ChEZ to determine effectiveness of keeping radioactively contaminated fish in "clean" water to reduce the ^{90}Sr content of its muscle tissue and to estimate processing retention factor of Sr for boiling bone tissue.

Materials and methods. Twenty five wild tench or doctor fish (*Tinca tinca*) originated from Glubokoye Lake were chosen as an object of this research. Fish was kept in "clean" Starukha Lake for different periods of time (3, 15, 45 days) to determine effectiveness of keeping radioactively contaminated fish in "clean" water to reduce the ^{90}Sr content of its muscle tissue. Individual muscle and bone tissue samples from each fish were collected during fieldwork and later ^{90}Sr activity concentrations were determined in laboratory conditions. In order to check transferring of radiostrontium from the bone tissue of the ridge during culinary processing into food products, previously used tench fish samples, bone tissue particularly, were used in cooking experiment. After that, ^{90}Sr activity was measured in boiled bones and broth separately to determine the processing retention factor of Sr for fish bone boiling.

Results and conclusions. The research results showed that the experiment with keeping fish from radioactively contaminated lake in "clean" water for 45 days does not lead to a significant decrease in the content of ^{90}Sr in both bone (62500 ± 5000 Bq kg⁻¹) and muscle (430 ± 120 Bq kg⁻¹) tissue of fish. Thus, this measure is inapplicable as a countermeasure to reduce radiostrontium contamination of fish. The processing retention factors of ^{90}Sr for boiling bone tissue of the tench from Glubokoye Lake is less than 0.01, which means that less than 1% from the bone tissue of the fish ridge will go into the broth and makes it expedient to establish permissible levels of ^{90}Sr content only in the meat loin, and not in the whole fish with bone tissue, which contains up to 97% of strontium.

Keywords: ^{90}Sr , countermeasure, Chernobyl, freshwater fish, activity concentration, food processing retention factor.

**ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ РАДІАЦІЙНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ
ВПЛИВУ РЕАКТОРА ВВР-М ІНСТИТУТУ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН
УКРАЇНИ**

**DYNAMICS OF INDICATORS OF THE RADIATION STATE OF THE
ENVIRONMENT IN THE AREA OF INFLUENCE OF THE WWR-M REACTOR OF
THE INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH OF THE NAS OF UKRAINE**

Павленко І.О., Сваричевська О.В., Святун О.В.
Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ
interdep@kinr.kiev.ua

Pavlenko I.O., Svarichevska O.V., Svyatun O.V.
Institute for Nuclear Research of NAS of Ukraine, Kyiv

Резюме. Проаналізовано результати радіаційного стану об'єктів довкілля в санітарно-захисній зоні (СЗЗ) та зоні спостереження (ЗС) дослідницького ядерного реактора (ДЯР) ВВР-М Інституту ядерних досліджень (ІЯД) НАН України за 2021-2022 рр. та їх порівняння з аналогічними даними за попередні роки.

Вступ та мета роботи. Систематичний радіаційний контроль (РК) за впливом ДЯР ВВР-М на довкілля в СЗЗ і ЗС здійснюється з моменту введення його в експлуатацію. Метою даної роботи був аналіз даних радіаційного стану в СЗЗ і ЗС ДЯР ВВР-М за 2021-2022 рік та їх порівняння за 2016-2020 рр.

Матеріали та методи. Вимірювали рівні загальної β -активності та вміст техногенного радіонукліду (^{137}Cs) в атмосферних випадіннях і осідаючому пилю, воді з основних колекторів ІЯД, ґрунті та рослинності. Вимірювання здійснювали в лабораторіях Центру екологічних проблем атомної енергетики (ЦЕПАЕ) ІЯД НАН України. Мережа пунктів контролю в СЗЗ і ЗС була сформована з урахуванням рози вітрів і визначалася необхідністю радіаційного контролю при штатному режимі експлуатації ДЯР ВВР-М і можливих аварійних ситуаціях.

Результати та висновки. Проведені дослідження дозволили накопичити значний фактичний матеріал з радіаційного стану в СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М та обґрунтувати висновок щодо відсутності техногенного впливу на об'єкти довкілля при його експлуатації.

Ключові слова: радіаційний стан, дослідницький ядерний реактор, техногенні радіонукліди.

ВИЗНАЧЕННЯ ДОЗОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДЛЯ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

ESTIMATION OF DOSE COEFFICIENTS FOR MOUSE-LIKE RODENTS OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Павловський В.В., Дрозд І.П.

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

vladvpav@gmail.com

Pavlovskiy V.V., Drozd I.P.

Institute for nuclear research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Дозиметричний супровід є однією з найважливіших складових радіобіологічних та радіоекологічних досліджень. Система дозиметрії людини на даний час є досить розвинутою, зважаючи на постійний інтерес суспільства до проблем радіаційного захисту людей. Водночас, дозиметрія нелюдських видів біоти є менш розвинутою. Більшість існуючих публікацій стосовно дозиметрії тварин присвячена лабораторним тваринам, зважаючи на їх практичне застосування при проведенні радіобіологічних експериментів, спрямованих, знову ж таки, на радіаційний захист людини. Поряд із цим, дозиметрія диких видів тварин почала активно розвиватися лише нещодавно. Провідна роль у її розвитку належить Міжнародній комісії з радіаційного захисту, яка запропонувала методичні основи дозиметрії дикої нелюдської біоти. Співробітниками відділу радіобіології та радіоекології Інституту ядерних досліджень НАН України проводяться багаторічні полігонні радіоекологічні та радіобіологічні дослідження мишоподібних гризунів Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), на основі яких нами визначено дозові коефіцієнти для типових видів дрібних гризунів за методикою, що пропонується Комісією.

Матеріали та методи. В якості біологічних об'єктів використовували три види мишоподібних гризунів, широко розповсюджених у ЧЗВ – *Myodes glareolus*, *Apodemus flavicollis* та *Apodemus agrarius*. Місцями мешкання тварин були території в межах ЧЗВ. Дозові коефіцієнти розраховували за допомогою програмного забезпечення BiotDC (за рекомендаціями Міжнародної комісії з радіаційного захисту).

Результати та висновки. Проведені розрахунки показали, що за ситуацій опромінення мишоподібних гризунів ізотопом ^{137}Cs найбільші значення дозових коефіцієнтів були при моделюванні перебування тварин у норах. Значення коефіцієнтів за ситуацій перебування об'єктів на поверхні ґрунту в періоди їхньої активності були майже вдвічі меншими; подібними були і показники внутрішнього опромінення мишоподібних гризунів. При моделюванні опромінення тварин ізотопом ^{90}Sr спостерігали інші співвідношення. Найбільшими були значення дозових коефіцієнтів за внутрішнього опромінення, причому вони знаходилися на рівні порядків величин, які можна порівняти з опроміненням цезієм. Дозові коефіцієнти за зовнішнього опромінення тварин стронцієм під час перебування у ґрунті та на поверхні ґрунту були значно меншими. Отримані нами значення дозових коефіцієнтів можуть в майбутньому використовуватись для оцінювання доз опромінення мишоподібних гризунів із дослідних полігонів, розташованих у ЧЗВ. Виявлено певні закономірності формування дозових коефіцієнтів на полігонах із різною геолокацією.

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, мишоподібні гризуни, дозові коефіцієнти.

**ВПЛИВ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ВМІСТ ФЕНОЛІВ У
РОСЛИНАХ *Salvia officinalis* В КУЛЬТУРІ *in vitro***

**THE EFFECT OF X-RAY IRRADIATION ON THE CONTENT OF PHENOLS IN
PLANTS *Salvia officinalis* IN CULTURE *in vitro***

Пчеловська С., Листван К.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна
svetapchel@yahoo.com*

Pchelovska S., Lystvan K.

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Рослини шавлії лікарської багаті на корисні фармацевтично цінні речовини. Зокрема рослини шавлії є багатим джерелом поліфенольних сполук із понад 160 ідентифікованими поліфенолами, що включають низку фенольних кислот і флавоноїдів. Ці фенольні сполуки включають кофеїнову кислоту та її похідні, розмаринову та сальвіанолову кислоти, сагекумарин, літоспермінову, загернову та юннанову кислоти. До найбільш поширених флавоноїдів належать лютеолін, апігенін, кемпферол і кверцетин. Рослини роду *Salvia* також багаті ефірними оліями з великим набором терпеноїдів, включаючи α і β -туйон, камфору, 1,8-цинеол, α -гумулен, β -каріофіллен і віридіфлорол. Крім того, вони є джерелом дитерпенів і тритерпенів, таких як карнозонова кислота, урсолова кислота, карнозол і таншинони. Більшість антиоксидантних ефектів приписують фенольним сполукам шавлії, таким як розмаринова та сальвіанолова кислота, сагекумарин і сагерінова кислота. Враховуючи значну цінність шавлії лікарської як джерела антиоксидантів, актуальним є пошук простих і доступних методів стимуляції накопичення в її біомасі фармацевтично цінних речовин.

Матеріали та методи. В роботі наведено результати досліджень вмісту фенольних сполук в рослинах шавлії лікарської, вирощених в культурі *in vitro*, які піддавали рентгенівському опроміненню з метою виявити дози опромінення, здатні спричинити стимуляцію біосинтезу фармацевтично цінних речовин – фенолів, флавоноїдів. Рослини були вирощені в умовах *in vitro* на безгормональному середовищі Мурашіге-Скуга, доповненому 30 г/л сахарози. Опромінення здійснювали на рентгенівській установці РУМ-17 в дозах 5 Гр, 10 Гр, 15 Гр та 30 Гр за потужності дози 1,42 сГр/с. Зразки для визначення вмісту вторинних метаболітів – фенолів та флавоноїдів відбирались через один, три та шість тижнів після опромінення. Рослини висушували ліофільно та екстрагували 70 % етанолом. Вміст фенолів в екстрактах визначали в перерахунку на ферулову кислоту. Дослід проводився в трикратній повторності.

Результати та висновки. В результаті аналізу отриманих дозових залежностей вмісту фенольних сполук в рослинах шавлії лікарської, вирощених в культурі *in vitro*, можна прийти до висновку, що вміст фенольних сполук в опромінених зразках перевищує вдвічі у випадку опромінення в дозі 10 Гр в порівнянні з контрольним, неопроміненим варіантом. Вміст фенолів в екстрактах із рослин, опромінених в дозах 5, 15 та 30 Гр перевищував рівень для контрольних зразків на 60-70 %. Така картина спостерігалась через тиждень після опромінення. Через 3 тижні після опромінення ефект стимуляції не спостерігався. Через 6 тижнів після опромінення незначна стимуляція (близько 15 %) спостерігалась лише для рослин, опромінених в дозах 15 і 30 Гр.

Keywords: Шавлія лікарська в культурі *in vitro*, рентгенівське опромінення, феноли.

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗМІНИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ПРАЦІВНИКІВ ДСП ЧАЕС, ЯКІ ЗНАХОДИЛИСЬ НА СТАНЦІЇ ПІД ЧАС ОКУПАЦІЇ

FUNCTIONAL CHANGES OF THE BRAIN IN THE EMPLOYEES OF THE ChNPP GSD WHICH WERE AT THE STATION DURING THE OCCUPATION

Перчук І. В., Василенко З. Л., Куц К. В., Крейніс Г. Ю., Антипчук К. Ю.
*Державна установа “Національний науковий центр радіаційної медицини”
НАМН України, Київ, Україна*

Perchuk I.V., Vasylenko Z.L., Kuts K.V., Kreinis G.Yu., Antipchuk K.Yu.

Державне спеціалізоване підприємство «Чорнобильська АЕС» (ДСП ЧАЕС) — підприємство зі зняття з експлуатації енергоблоків Чорнобильської атомної електростанції та перетворення об'єкту «Укриття» у екологічно безпечну систему, було окуповано російськими військами з початку збройного вторгнення РФ 24.02.2022 р.

Окупація території зони тривала близько 5 тижнів, її звільнення відбулося на початку квітня 2022 р. Працівники ДСП ЧАЕС, що обслуговували Новий Безпечний Конфаймент та інші структурні підрозділи зони, зазнали впливу екстремального емоційного та фізіологічного стресу, оскільки весь цей час працювали фактично у полоні під контролем російських військових, стані інформаційної невизначеності, здебільшого без ротації та відпочинку, можливості звичним чином задовольняти загальні життєві потреби. Через неконвенційні дії російських окупантів у зоні відчуження постійно існувала реальна загроза радіаційного інциденту невизначеної інтенсивності, що створювало додаткове емоційне напруження серед населення України та в усьому світі, окрім факту повномасштабної війни та ведення бойових дій як таких.

Об'єкт дослідження – особливості клінічних, нейропсихіатричних, нейропсихологічних, та нейрофізіологічних характеристик 24 працівників ДСП ЧАЕС. Середній вік обстежених становив $54,5 \pm 5,8$ років (діапазон 46 – 71 рік).

Методи дослідження: квантифіковані клінічні нейропсихіатричні, психодіагностичні, нейропсихологічні, клініко-радіологічні, нейрофізіологічні (спонтанна і викликана біоелектрична церебральна активність), статистичні.

Результати та висновки. У працівників ДСП ЧАЕС, які перебували на робочих місцях в умовах окупації об'єкту російськими військовими у 2022 році, виявлений ексцес пов'язаних зі стресом та соматоформних розладів, переважно за рахунок посттравматичного стресового розладу (ПТСР). Виявлені ознаки гіперактивації кортико-лімбічної системи переважно правої (субдомінантної) півкулі, фізіологічної гіперзбудливості основних сенсорних систем, функціональної гіпофронтальності, що з найбільшою вірогідністю є психофізіологічною відповіддю на пролонгований психоемоційний стрес.

Працівники ДСП ЧАЕС та інших об'єктів атомної промисловості України потребують постійного медичного моніторингу та психо-соціальної підтримки у зв'язку з підвищеними ризиками розвитку порушень психічного та загального здоров'я у майбутньому та необхідністю збереження професійного потенціалу висококваліфікованих фахівців критичної інфраструктури.

Ключові слова: ЧАЕС, окупація, ПТСР.

ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РАДІОЧУТЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ ХВОРИХ НА РАК ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ

ASSESSMENT OF INDIVIDUAL RADIOSENSITIVITY OF PROSTATE CANCER PATIENTS

Фільченков О.О., Завелевич М.П., Дьоміна Е.А.

*Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології імені Р.Є. Кавецького
НАН України, Київ, Україна a.philch@gmail.com*

Philchenkov A.A., Zavelevich M.P., Domina E.A.

*R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology,
NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Променева терапія (ПТ) є одним з основних методів лікування онкологічних хворих. Однак, попри її ефективність, ПТ може призводити до певних ускладнень через небажане опромінення прилеглих до пухлини нормальних тканин. Визначення індивідуальної радіочутливості організму (ІРО) та відокремлення групи онкологічних хворих з високою ІРО є оптимальним рішенням для мінімізації ризику постпроменевої токсичності. Один із методів, що дозволяє визначити ІРО хворих ще до початку планування курсу ПТ, полягає в оцінюванні радіочутливості лімфоцитів периферичної крові (ЛПК) за кількісним обліком постпроменевих апоптотичних змін. Отже, метою дослідження було визначення змін рівня апоптозу ЛПК хворих на рак передміхурової залози (РПЗ), індукованого тест-опроміненням *ex vivo*, впродовж курсу ПТ, а також характеру залежності «доза–ефект» для цих клітин.

Матеріали та методи. В дослідження включали 16 хворих на РПЗ та 3 умовно здорових донорів відповідного віку. Рівень апоптозу після рентгенівського тест-опромінення ЛПК в дозі 2 Гр визначали до початку ПТ, після першої фракції терапевтичного опромінення хворих (2,5 Гр) та по закінченню ПТ (сумарна доза 76,0 Гр) методом проточної цитометрії без стимуляції ЛПК мітогеном.

Результати та висновки. Встановлено варіабельність рівнів спонтанного апоптозу (без тест-опромінення) в ЛПК до початку ПТ, після першої фракції опромінення хворих та по закінченню ПТ. Широкий діапазон значень апоптотичного індексу визначався і після тест-опромінення ЛПК, отриманих у хворих на всіх трьох етапах дослідження, та складав 1,6–42,6, 2,8–43,0 та 4,3–36,6%, відповідно. Середній рівень спонтанного апоптозу ЛПК донорів був дещо нижчим, ніж у хворих до початку ПТ. Нижчим в порівнянні із хворими був в середньому й апоптотичний індекс ЛПК донорів після тест-опромінення *ex vivo*, що може свідчити про відносно меншу варіабельність ІРО здорових осіб. В ЛПК хворих, отриманих як до початку ПТ, так і після першої фракції, виявлена позитивна кореляція між показниками апоптотичної загибелі без тест-опромінення ЛПК та після тест-опромінення ($r = 0,88$; $p = 0,0008$ та $r = 0,77$; $p = 0,0159$, відповідно). В ЛПК хворих, отриманих по закінченню ПТ, такої кореляції не визначали. Крива залежності «доза–ефект» для ЛПК хворих на РПЗ, отриманих по закінченню курсу ПТ, при опроміненні *ex vivo* в діапазоні 0–6 Гр свідчила про зменшення відносного внеску апоптозу в загальну загибель клітин зі збільшенням дози. До переваг запропонованого тесту слід віднести простоту та задовільну відтворюваність одержаних результатів. Аналіз постпроменевого апоптозу ЛПК дозволяє оцінити ІРО хворого та запобігти проявам променевих ускладнень. Потрібні подальші дослідження, аби з'ясувати, чи може характер залежності радіаційної загибелі ЛПК хворих на РПЗ від дози тест-опромінення об'єктивно віддзеркалювати відповідь хворих на ПТ.

Ключові слова: індивідуальна радіочутливість, рентгенівське тест-опромінення, постпроменевий апоптоз, лімфоцити периферичної крові, онкологічні хворі.

МОРФОЛОГІЧНІ ПОРУШЕННЯ ЕРИТРОЦИТІВ РИБ В УМОВАХ ТРИВАЛОГО ВПЛИВУ МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

MORPHOLOGICAL DISORDERS OF FISH ERYTHROCYTES UNDER LONG-TERM IMPACT OF IONIZING RADIATION IN LOW DOSES

Поморцева Н.А.¹, Родіонова Н.К.², Гудков Д.І.¹, Каглян О.Є.¹
¹Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
²Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна
natapomorceva@gmail.com

Pomortseva N.A.¹ Rodionova N.K.², Gudkov D.I.¹, Kaglyan O.Ye.¹
¹Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
²Institute for Nuclear Research of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Високу чутливість до дії радіаційного чинника виявляють різні ланки кровотворної системи риб, зокрема еритроцити, поява морфологічних порушень в яких свідчить про ослаблення адаптивних можливостей і виникнення патологічних станів в організмі. Тому головною метою представлених досліджень було визначення якісних та кількісних показників морфологічних порушень еритроцитів риб для з'ясування реакцій еритроцитарної ланки до хронічного впливу іонізуючого випромінювання у водоймах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ).

Матеріали та методи. Збір іхтіологічного матеріалу виконували впродовж літніх періодів 2018–2021 рр. у водоймах ЧЗВ, які характеризуються високими рівнями радіонуклідного забруднення всіх компонентів. Використовували два найпоширеніші види риб Українського Полісся – плітку (*Rutilus rutilus* L.) та окуня (*Perca fluviatilis* L.). При відборі та обробці матеріалу застосовували загальноприйняті у гідробіологічних, радіоекологічних та гематологічних дослідженнях методи.

Результати та висновки. Потужність поглиненої дози (ПДД) для досліджуваних видів риб у ЧЗВ знаходилася в діапазоні 7,8–67,3 мкГр год⁻¹, а для риб з контрольних озер – не перевищував 0,07 мкГр год⁻¹. Якісний аналіз еритроцитів контрольних вибірок плітки і окуня виявив 3 типи еритроцитів зі структурними порушеннями. Загальна кількість еритроцитів з морфологічними порушеннями у плітки і окуня складала в середньому відповідно 1,2 і 1,3 %. Натомість у периферичному руслі крові риб у водоймах ЧЗВ спектр порушень клітин еритроцитарної ланки був набагато ширшим. Зокрема, у плітки реєстрували 8 і у окуня 7 типів морфологічних порушень еритроцитів. Збільшення структурних аномалій еритроцитів із збільшенням ПДД у двох видів риб носило достовірний дозозалежний характер, збільшуючись при максимальних потужностях доз у 25,3 та 12,5 разів відповідно у плітки та окуня у порівнянні з контрольною вибіркою. У плітки і окуня з водойм ЧЗВ також виявлена позитивна кореляція, відповідно, $R=0,63$ і $R=0,91$, між ПДД та кількістю еритроцитів з патологією мітозу. Середня загальна кількість порушень у плітки з водойм ЧЗВ складала 21,1 %, а у окуня – 12,2 % що, відповідно, у 17,6 та 9,4 разів вище за контрольні показники. Дослідження виконані за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264).

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, водойми, риби, порушення еритроцитів.

ІНДУКОВАНІ ЕФЕКТИ ФОРМУВАННЯ СТЕРИЛЬНОСТІ ШЛЯХОМ ЛОКАЛЬНОГО ОПРОМІНЕННЯ СТАТЕВИХ ЗАЛОЗ МАЛИМИ ДОЗАМИ У ЩУРІВ ЛІНІЇ ВІСТАР

INDUCED EFFECTS OF STERILITY FORMATION THROUGH LOCAL IRRADIATION OF GENITALIA IN SMALL DOSES IN WISTAR RATS

Прилуцький С.

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького
priluckijsergej356@gmail.com*

Prilutskiy S.

Melitopol State Pedagogical University named Bohdan Khmelnytsky, Ukraine

Вступ та мета. Проблема хірургічного втручання для запобігання небажаної вагітності або усунення патологічних дефектів статевих органів є затратним, менш безпечним та «ювелірним» на сьогоднішній день вимагаючи від лікаря-хірурга високих професійних навичок та відповідної кваліфікації. Постає питання створення більш безпечних, ефективних, менш затратних способів стерилізації ссавців та людей. Одним з яких, може бути метод індукованого радіаційного впливу на статеві системи осіб чоловічої та жіночої статі. Метою роботи є визначення механізмів впливу індуковано-радіаційних ефектів малих доз на ендокринно-статеві залози ссавців для оцінки дієвого способу формування стерильності на противагу хірургічним методам оперативного втручання.

Матеріали та методи: використовувалися методи експериментального, порівняльного характеру, аналізу, абстрагування та моделювання.

Результати та висновки. В результаті проведеного дослідження було визначено, дієвість методу радіаційної стерилізації ссавців на прикладі щурів лінії Вістар полягає у ураженні статевих залоз та інгібуванні вироблення гамет ними. За даними проведеного експерименту в умовах опромінення сперматозоїдів *in vitro* під дією УФ-С спостерігалось зменшення концентрацій клітин у мазку у 5 разів, також фіксувалися морфологічні дефекти у сперматозоїдів. Це означає, що при ураженні гермінативного епітелію чоловічих залоз внутрішньої секреції малими дозами іонізуючої радіації може виникнути аспермія. При дозуванні нижче 0,35 Гр аспермія є непостійною, оскільки залози мають здатність до репарації, але при показниках випромінювання вище 2 Гр аспермія набувається на постійній основі, тим самим гаметогенез в організмі повністю ліквідується. При навантаженні випромінювання на органи репродуктивної функції у самців до 1 Гр розвивається процес сперматогенезу з елементами деструктивної морфології вироблених клітин. Таке явище також унеможливає ембріогенез з боку чоловічої статі. Яєчники самок є більш радіочутливими, ніж сім'яні залози самців, при аналогічному впливі низьких доз радіоактивного випромінювання фіксуються порушення гормоно- та гаметоутворюючої функції. Протягом доби при навантаженні у 0,56 та 1,12 Гр знижується рівень гормонально-статевого фону у самиць, через певний час баланс гормонального фону поновлюється до гомеостатичного рівня, але при повторному опроміненні баланс зазнає повторних змін у негативній тенденції. Отже, фактор одноразового впливу малих доз іонізуючої радіації може використовуватися в якості стерилізуючого чинника.

Ключові слова: стерильність, радіація, гаметогенез, гормональний фон, статеві залози.

ЕВОЛЮЦІЯ МОНІТОРИНГУ: ВІД РАДІАЦІЙНОГО ДО КОМПЛЕКСНОГО РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО ТА РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНІЧНОГО

EVOLUTION OF MONITORING: FROM RADIATION TO COMPLEX RADIOECOLOGICAL AND RADIATION-HYGIENIC MONITORING

Прістер Б.¹, Талерко М.¹, Лев Т.¹, Войцехович О.²

¹*Інститут проблем безпеки атомних електричних станцій Національної академії наук України, Київ, Україна*

²*Український гідрометеорологічний інститут Національної академії наук України Київ, Україна*

Prister B.¹, Talerko N.¹, Lev T.¹, Voitsekhovich O.²

¹*Institute of problem for safety of nuclear electric station National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Ukraine Hydrometeorological Institute National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Introduction and aim. Accumulated data indicate the need to significantly expand the scope of radiation monitoring of the RM, supplementing it with an assessment of a complex of environmental factors that affect the formation of human radiation doses in the contaminated territory.

Materials and methods. Generalized materials of RM and radioecological monitoring of REM of ChNPP before and after the 1986 accident, Exclusion Zone of ChNPP and its adjacent territories, "ChNPP - Rivne NPP" training ground 400 km x 100 km, scientific monitoring on 297 crop rotation fields of 33 farms and livestock farms after the accident at the ChNPP in the period 1987-2006, farms, monitoring of Date, Kuroyama and Motomiya districts of Fukushima province in the area of the accident at the Fukushima-1 NPP (Japan) in the period 2012-2015.

Results and conclusions. Instead of a traditional regular network of sampling points at points in space with certain geographic coordinates in the REM scheme, we began to use the division of the territory into elementary landscapes based on a set of objective features of the area of space – ecological coordinates (districts - elementary landscapes), and it was proposed to evaluate their characteristics according to average representative value of their parameters.

A software modelling complex was created to predict the movement of radionuclides along the food chains of agricultural animals and humans. Radiation protection is carried out by regulating the levels of environmental pollution. Standardization includes establishing a dose limit for critical human organs (anthropological), and then corresponding to these doses, pH content values in the links of the ecological chain "diet - products - animals - plants - soil" (ecological). The effectiveness of using the indicator "criticality" was verified using the data of dosimetric certification of settlements after the Chernobyl accident: the potential criticality of approximately 90% of settlements in the territory with radiation doses above the norm is assessed as "very critical" and "critical".

Today's challenges require the creation of a State Centre for Radiation and Environmental Monitoring and a Scientifically Methodical Monitoring Council in Ukraine.

Keywords: radioecological monitoring, radioecological criticality, zoning, priority.

ФОТОДИНАМІЧНА ТЕРАПІЯ МЕЛАНОМИ МИШЕЙ В16 З МЕТИЛЕНОВИМ СИНІМ

PHOTODYNAMIC THERAPY OF MELANOMA B16 IN MICE WITH METHYLENE BLUE

Прокопенко І.В., Шишко ЄД., Штонь І.О.

*Інститут експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р.Є. Кавецького
НАН України, Київ, Україна
igoprok@gmail.com*

Prokopenko I.V., Shyshko E.D., Shton I.O.

*R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Меланома- агресивна злоякісна пухлина, стійка до хіміо- та променевої терапії. Проте, механізм пошкодження пухлинних клітин під дією фотодинамічного впливу відрізняється від дії іонізуючого випромінювання та хіміотерапії, тому вірогідно, що використання фотодинамічної терапії здатне подолати стійкість клітин меланоми до пошкоджень. В якості фотосенсибілізатора було використано барвник феноліазинової групи метиленовий синій (МС), оскільки згідно з даними літератури він має високу афінність до меланіну і активно накопичується в клітинах пігментованої меланоми.

Матеріали та методи. В якості фотосенсибілізатора використовували барвник метиленовий синій (МС), в якості ад'юванта - природний полісахарид хітозан. Робота виконувалась на мишах із перещепленою меланомаю В16. Для опромінення використовувався напівпровідниковий лазер виробництва НПО "Фотоніка Плюс", Черкаси, Україна, з вихідною потужністю 2 Вт (довжина хвилі 660 нм). МС вводився внутрішньопухлинно. Тваринам відповідних груп після опромінення пухлин вводили хітозан (400 мкг/миша) підшкірно.

Результати та висновки. Застосування хітозану обумовлене його особливістю ефективно проводити фармакологічні агенти в тканини-мішені, а також його імуноад'ювантні властивості. При використанні цього полісахариду спостерігалось виживання значної частини експериментальних мишей. Серед випробуваних параметрів опромінювання оптимальними є світлова доза 250 Дж/см² при щільності потужності 210 мВт/см², та доза 300 Дж/см² при 250 мВт/см². При такому опроміненні досягається повне усунення пухлин та виживання 50% опромінених мишей.

Таким чином, в експериментах по фотодинамічній терапії меланоми В16 мишей з використанням метиленового синього разом з імуноад'ювантом хітозаном, було отримано повну елімінацію пухлин та виживання половини тварин.

Ключові слова: фотодинамічна терапія, метиленовий синій, хітозан.

ПОКАЗНИКИ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ТА МОРФОМЕТРІЇ ПИЛКУ МАКРОФІТІВ У ВОДОЙМАХ З РІЗНИМ ДОЗОВИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

VIABILITY INDICATORS AND MORPHOMETRY OF MACROPHYTE POLLEN IN WATER BODIES WITH DIFFERENT DOSE LOAD

Прокопук М.С.¹, Гудков Д.І.², Зуб Л.М.¹

¹ ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України, Київ, Україна

² Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
maryanaprokopuk406@gmail.com

Prokopuk M.S.¹, Gudkov D.I.², Zub L.M.¹

¹ Institute for Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction and aim. The assessment of correlative changes in the state of biota under the influence of radioactive contamination and the determination of the level of radiological load by bioindication methods are extremely urgent tasks. The ability of plants to absorb elements of radiation pollution is the direct cause of the changes that occur in them. The reproductive structures of plants are highly sensitive to the effects of various pollutants, and assessing the nature of their changes under conditions of radioactive contamination became the aim of our research.

Materials and methods. The pollen grains of macrophytes of the floodplain waters of the Chernobyl NPP Exclusion Zone were the object of the study. Floodplain water bodies in the lower reaches of the Konyk River were selected as control (water bodies that were not contaminated). Palynological studies included the determination of pollen fertility/sterility by the iodine method. AxioVision Rel. 4.8 software was used for the morphological studies.

Results and conclusions. The analysis of the results showed the relative resistance of *Nuphar lutea* pollen grains to radioactive load. Morphological indicators of high doses may include low pollen fertility and high values of the allometric coefficient L_p/W_p . The significant radiation contamination of the reservoir, where the absorbed dose was more than 12 $\mu\text{Gy}/\text{hour}$, is crucial in affecting pollen viability. The proportion of sterile grains was 18% (4.5 times higher than in the control pond). The results of the analysis of pollen fertility of *Potamogeton* showed a significantly higher response to dose loading: at the absorbed dose of 9.58 $\mu\text{Gy}/\text{hour}$ (Lake Azbuchyn) in local populations, one third of pollen grains were sterile (30.9% in *Potamogeton crispus* and 33.9% in *Potamogeton perfoliatus*), while in Lake Plyutovyshche (0.25 $\mu\text{Gy}/\text{hour}$) – 10.1% and 3.2%, respectively. The lowest viability of pollen grains was observed in *Glyceria maxima* and *Typha angustifolia*; in water bodies with high background radioactive contamination (lakes Vershyna – 13.31 $\mu\text{Gy}/\text{hour}$, Hlyboke – 11.75 $\mu\text{Gy}/\text{hour}$, Azbuchyn – 9.58 $\mu\text{Gy}/\text{hour}$) the proportion of pollen sterility was 37-50%. Morphometric studies of pollen grains of helophytes have shown that their size decreases with increasing background radioactive load: a high inverse dependence between them is observed in the coordinates of pollen length and dose factor. Within the sample, pollen grains of different shapes and sizes are formed as the radiation load increases, which also affects the viability of the pollen.

The work was supported by National Research Foundation of Ukraine (Project № 2020.02/0264).

Keywords: bioindication, pollen, radioactive pollution, macrophyte.

ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА РАДІАЦІЙНИЙ СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ВОДОЙМИЩ ЗОНИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКОЇ АЕС

ENVIRONMENTAL AND RADIATION STATUS OF THE ATMOSPHERIC AIR, WATER BODIES OF THE SURVEILLANCE ZONE OF THE SOUTHERN UKRAINE NPP

Прилипко В.А.¹, Морозова М.М.¹, Гришан А.В.², Волохова О.О.², Озерова Ю.Ю.¹
¹ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», Київ, Україна

²Виробниче підприємство «Південноукраїнська АЕС», м. Южноукраїнськ, Україна
medsocncrm@gmail.com

Prylypko V.A.¹, Morozova M.M.¹, Grishan A.V.², Volokhova O.O.², Ozerova Yu.Yu.¹
¹State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine
²Manufacturing enterprise «South Ukrainian NPP», Yuzhnoukrainsk, Ukraine

Вступ та мета. Південноукраїнська АЕС (ПАЕС) є основою Південно-Українського енергетичного комплексу, який за обсягами виробництва забезпечує потреби в електроенергії та нормальні умови для життєдіяльності південного регіону України з населенням більше 5 млн. осіб. Метою роботи є оцінка впливу діяльності АЕС на навколишнє середовище зони спостереження (ЗС) за показниками радіоекологічного моніторингу в динаміці 2015–2021 рр.

Матеріали та методи. Стан атмосферного повітря, водойм, ґрунту, рослинності на вміст радіоактивних і забруднюючих речовин (ЗР); аналітичний та статистичний.

Результати та висновки. Об'єм викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел ПАЕС протягом 2015–2021 рр. має тенденцію до зниження. На межі санітарно-захисної зони ПАЕС хімічні сполуки (сполуки азоту, сполуки сірки, оксид вуглецю, діоксид вуглецю, ароматичні вуглеводні, залізо та інш.) не перевищують величини середньодобових гранично допустимих концентрацій (ГДК). Дані екологічних показників р. Південний Буг (рН, розчинений кисень, сульфати, хлориди, біохімічне споживання кисню, нітрити, нітрати, нафтопродукти та інш.) в динаміці не перевищують ГДК. Вода Олександрівського водосховища відповідає нормативним вимогам. Аналіз результатів спостережень свідчить, що газо-аерозольні викиди інертних радіоактивних газів (ІРГ), довгоживучих нуклідів (ДЖН), Йод-131 в атмосферу склали соту відсотка до ліміту викиду ІРГ, ДЖН і тисячну відсотка для йоду. Максимальні середні значення концентрації в атмосферному повітрі ЗС ПАЕС ¹³⁷Cs склали від 2,858 мкБк/м³ (проммайданчик ПАЕС) до 1,986 мкБк/м³ (с. Рябоконево 33,5 км), а максимальні середні значення концентрації в повітрі ⁹⁰Sr від 1,310 мкБк/м³ до 0,566 мкБк/м³ відповідно. Скиди ПАЕС до р. Південний Буг, за показниками радіонуклідів, не вносять суттєвих змін в якість поверхневих вод. Вміст ¹³⁷Cs у пробах сільськогосподарської продукції значимо нижчий допустимих рівнів. Аналіз результатів спостережень свідчить, що за останні 7 років не було зафіксовано перевищення встановлених допустимих рівнів ЗР і радіонуклідів. Вміст ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs рівномірно у всіх радіусах спостереження по відстані від АЕС підтверджує дуже низький рівень викиду ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs у навколишнє середовище ПАЕС.

Ключові слова: навколишнє середовище, зона спостереження АЕС, радіоекологічний моніторинг.

**ВМІСТ ^{90}Sr ТА ^{137}Cs У НАДЗЕМНИХ ТА ПІДЗЕМНИХ ОРГАНАХ ГЕЛОФІТІВ
ВОДОЙМ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ**

**THE CONTENT OF ^{90}Sr AND ^{137}Cs IN ABOVE GROUND AND UNDERGROUND
ORGANS OF HELOPHITES IN THE WATER BODIES OF THE EXCLUSION ZONE**

Пришляк С.П., Беляєв В.В., Волкова О.М.
Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
belyaev-vv@ukr.net

Pryshlyak S.P., Belyaev V.V., Volkova O.M.
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Упродовж останнього десятиріччя у меристемних тканинах ґрунтових коренів гелофітів спостерігали низку цитогенетичних порушень (Gudkov, 2016, 2017; Shevtsova, 2013, 2014), ступінь прояву яких залежить від величини дози випромінювання. Дослідження особливостей розподілу радіонуклідів по органах та тканинах рослин необхідні для розрахунку дози їхнього внутрішнього опромінення.

Мета роботи – визначити закономірності формування радіонуклідного забруднення надземних та підземних органів гелофітів у замкнених водоймах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ).

Проби рослин відбирали упродовж 2020–2021 рр. у водоймах ЧЗВ – озерах Азбучин, Глибоке, Далеке, Янівському затоні та у найбільших 4-х водоймах, які утворилися після спуску води з водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС. Питому активність ^{90}Sr та ^{137}Cs у надземних органах, кореневищах і ґрунтових коренях очерету звичайного та рогозу вузьколистого визначали загальноприйнятими бета- та гамма-спектрометричними методами. Результати наведені у Бк/кг повітряно-сухої маси.

У різних водоймах питома активність ^{90}Sr у надземних органах очерету звичайного становила 75–32400, у кореневищах – 50–4020, у коренях – 156–43600 Бк/кг, рогозу вузьколистого – 597–76700, 246–33000 та 652–55100 Бк/кг, відповідно. Вміст ^{137}Cs у надземних органах очерету звичайного зареєстрований у діапазоні величин 372–21863, у кореневищах – 281–20483, у коренях – 1612–46534 Бк/кг, рогозу вузьколистого – 385–2891, 377–2200 та 1382–25847 Бк/кг, відповідно.

У середньому питома активність ^{90}Sr у коренях очерету звичайного була відповідно у 4 та 12 разів вищою, ніж у надземних органах та кореневищах. Вміст ^{90}Sr у надземних органах, кореневищах та коренях рогозу вузьколистого вірогідно не відрізнявся. Величини питомої активності ^{137}Cs у коренях очерету звичайного та рогозу вузьколистого були у 6 разів вищими, ніж у надземних органах та кореневищах, а питома активність надземних органів та кореневищ вірогідно не відрізнялася.

Зазначені закономірності розподілу радіонуклідів у надземних та підземних органах гелофітів необхідно враховувати при визначенні дози внутрішнього опромінення рослин.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264)

Ключові слова: водойми, радіонукліди, гелофіти, надземні та підземні органи.

ОЦІНКА ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЕНДОКРИННИХ ДИЗРАПТОРІВ ЯК ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ ДЕТЕРМІНАНТ РАКУ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ

ASSESSMENT OF IONIZING RADIATION AND ENDOCRINE DISRUPTORS AS EPIDEMIOLOGICAL DETERMINANTS OF THYROID CANCER

Присяжнюк А. Є.¹, Гудзенко Н.А.¹, Бази́ка Д.А.¹, Фузік М.М.¹, Хухрянська О.М.¹,
Бабкіна Н.Г.¹, Даневич С.А.¹, Федоренко З.П.², Сумкіна О.В.²

¹ДУ«Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»

²Національний інститут раку

gudznat@gmail.com

Prysyazhnyuk A. Ye.¹, Gudzenko N. A.¹, Bazyka D. A.¹, Fuzik M. M.¹, Khukhryanska O. M.¹,
Babkina N. G.¹, Danevich S. A.¹, Fedorenko Z. P.², Sumkina O. V.²

¹SI «National Research Center for Radiation Medicine of NAMS of Ukraine»

²National Cancer Institute

Вступ та мета. Етіологічну роль іонізуючого випромінювання у виникненні раку щитовидної залози (РЩЗ) доведено у низці епідеміологічних досліджень, особливо коли опромінення відбулось в дитинстві. У роботі D. Preston (2007) наведено оцінки атрибутивного радіаційного ризику цього захворювання, який, за розрахунками автора, склав 25 % серед дорослих японців, які пережили атомне бомбардування Хіросіми та Нагасакі. Під час Чорнобильської аварії в атмосферу було викинуто близько 1,8 EBq ¹³¹I. Більше 10% цієї активності випало на території України. Через 4–5 років після аварії відмічено зростання захворюваності на РЩЗ дітей. Вважається, що це зумовлено впливом ¹³¹I та спостерігається в північних регіонах України з найбільшими його опадами. Серед інших чинників навколишнього середовища у виникненні та прогресуванні РЩЗ істотну роль можуть також відігравати ендокринні руйнівники (дизраптори), в тому числі пестициди. Метою дослідження було оцінити вплив радіаційного опромінення за рахунок опадів радіоактивного йоду чорнобильського походження та застосування пестицидів в сільськогосподарському виробництві на рівень захворюваності на РЩЗ населення України.

Матеріали та методи. Об'єктами дослідження були захворюваність на РЩЗ населення України у 2001–2019 рр., середні обласні поглинуті дози опромінення щитовидною залозою та обсяги застосування різних груп пестицидів в областях України. Розраховано вікові, грубі та стандартизовані показники захворюваності (світовий стандарт), коефіцієнти парної і множинної кореляції

Результати та висновки. У 5 північних областях України спостерігались найвищий рівень забруднення опадами ¹³¹I, за рахунок якого середньо обласний показник опромінення щитовидної залози перевищив 35 mGy (Черкаська – 49 mGy, Чернігівська – 50 mGy, Рівненська – 62 mGy, Київська – 72 mGy, Житомирська – 81 mGy).

Згідно з даними медико-географічного аналізу частоти РЩЗ в Україні у 2001–2019 рр. високі показники захворюваності ($> 8,00 \times 10^{-5}$) відмічені у мешканців Вінницької, Київської, Сумської, Херсонської областей та м. Київ. Серед них тільки Київська область належить до території інтенсивного радіаційного забруднення. Порівняно невисокі показники захворюваності ($4,25\text{--}7,36 \times 10^{-5}$) визначаються у населення інших територій підвищеного радіаційного спостереження (Чернігівська, Житомирська, Рівненська області).

Інші з вище перелічених областей з високим рівнем захворюваності на РЩЗ належать до регіонів переважно сільськогосподарської орієнтації народного господарства та високого рівня застосування пестицидів. Картограма застосування пестицидів свідчить про те, що найбільш інтенсивне використання пестицидів мало місце у середній полосі України: Хмельницькій, Вінницькій, Черкаській, Кіровоградській, Полтавській, Сумській областях. Низький рівень захворюваності ($1,55 - 3,52 \times 10^{-5}$) відмічено у західних областях (Закарпатській, Волинській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Тернопільській), де мали місце найменші середньообласні дози опромінення щитовидної залози та низький рівень застосування пестицидів.

Коефіцієнт парної кореляції між дозами опромінення за рахунок ^{131}I та захворюваністю на РЩЗ склали $-0,4421$ ($p < 0,05$), а міжрівнем застосування пестицидів та захворюваністю на РЩЗ $-0,4597$ ($p < 0,05$). Коефіцієнт множинної кореляції (або сукупний коефіцієнт кореляції) залежності рівня захворюваності на РЩЗ від середньообласних доз опромінення органу та рівня застосування пестицидів складає $-0,5867$ ($p < 0,05$).

Проаналізовані дані не виключають можливий внесок інших діючих факторів.

Ключові слова. щитовидна залоза, рак, іонізуюче випромінювання, пестицид, ендокринний дизраптор.

MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE INTERNAL EXPOSURE DOSE TO THE POPULATION DURING THE REMOTE STAGE OF MITIGATING THE CONSEQUENCES OF THE CHORNOBYL NPP ACCIDENT

Raichuk L., Shvydenko I., Chobotko H., Umanskyi M.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, Kyiv, Ukraine

Introduction and aim. To estimate the internal exposure dose of the population resulting from the Chernobyl NPP accident, the mathematical model was developed and an appropriate software has been developed based on current data and data that might need to be collected in the future. The use of an artificial neural network (ANN) enables the user to choose between two options: conducting training of the ANN and preserving the obtained weights, or predicting the values of internal radiation exposure using an existing weight file for the ANN, as well as visualizing the results in the form of corresponding graphs.

Materials and methods. The developed ANN has a relatively simple structure consisting of 10 neurons in the input layer, two layers with 10 neurons each in the hidden layer, and 1 neuron in the output layer. The subsequent hidden layer has a dropout rate of 0.5. This design ensures efficient training and prevents the ANN from overfitting. The system parameters for further modeling were established through supervised learning. The developed ANN was trained (over 16 epochs) on a dataset consisting of 2687 data rows using cross-validation and tested on a separate dataset of 299 data rows. The ANN is capable of transforming the input data into a format compatible with the developed mathematical model. The developed mathematical software was implemented using the Python programming language, utilizing the PyQt framework for creating a graphical interface.

Results and conclusions. In the input layer, specifically selected factors were utilized, including the following thoroughly analyzed indicators: a) Quantitative: age, years; forest area within a 3 km radius of the settlement, %; specific forest area per capita within a 3 km radius of the settlement, km²/person; ¹³⁷Cs contamination level of the territory, kBq/m²; distance to the nearest district center, km; distance to the nearest forest, km; time from the Chernobyl accident to the measurement of internal exposure dose, months. b) Qualitative: soil type; profession; radioactively contaminated zone. These factors were chosen as the maximum analyzed indicators for the input layer. The output data of the ANN undergo preprocessing: categorical factor values are encoded using OneHotEncoding into numerical values within the required range, while numerical factor values are normalized using Z-score. During cross-validation, the data was divided into 10 parts. The hyperbolic tangent function was chosen as the activation function. The deterioration of prediction performance on the test dataset was taken as the stopping criterion for training. The calculated model has minimized errors of MSE (Mean Squared Error) and MAE (Mean Absolute Error), achieved through the backpropagation method for error propagation. The program features an intuitive and straightforward interface. It allows the user to set the necessary parameters of the ANN and choose the next steps of the program: training or prediction. Afterward, the user has the option to view the generated graphs depicting the error obtained after each epoch and visually compare the predicted values with the expected ones. The developed software provides the user with the ability to adjust the parameters of the neural network. It offers graphical representation of the error values at each training epoch and the distribution of absolute errors among the test data. The software includes the option to save synaptic weights for future use without the need for retraining, as well as the capability to train on new datasets that adhere to the appropriate format. The training achieved an efficiency rate of 89%, with the metrics of mean absolute error and median absolute error measuring 0.0346 and 0.0197514, respectively.

Keywords: mathematical model, software, internal exposure dose, artificial neural network.

НОВІ ТА РІДКІСНІ ВИДИ РОСЛИН В УМОВАХ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

NEW AND RARE SPECIES OF PLANTS IN CONDITIONS OF RADIATION POLLUTION

Рахметов Д.Б.¹, Гуреля В.В.², Фещенко В.П.³, Волощук В.П.¹
¹Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України
²Інститут сільського господарства Полісся НААН
³Поліський національний університет

Rakhmetov D.B.¹, Gurelya V.V.², Feshchenko V.P.³, Voloshchuk V.P.¹
¹Hryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine
²Institute for Agriculture of Polysia NAAS of Ukraine
³Polissya National University

Незважаючи на те, що понад тридцятисемирічний період віддаляє нас від Чорнобильської катастрофи, не менш актуальною проблемою залишається всебічне дослідження наслідків цієї аварії та вирішення завдань, пов'язаних із зменшенням негативного впливу її на довкілля. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС в Україні основним радіоактивним забруднювачем – штучним довгоживучим радіонуклідом ¹³⁷Cs було забруднено 9% території країни. З них 4,0 млн. га під лісом та 1,13 млн. га – під сільськогосподарськими угіддями. Постраждала велика кількість населених пунктів на території України та за її межами. Основна господарська спрямованість регіону аварії – зона Полісся, північна частина Лісостепу – аграрне виробництво (Актуальні завдання..., 2011; Гродзинський та ін., 1996; Гудков, 2006).

Накопичення радіонуклідів у рослинах залежить від багатьох факторів, у тому числі від ґрунтово-кліматичних умов, видового, сортового складу культур. Є рослини, які здатні накопичувати радіонукліди у значних кількостях, ніж інші.

На рівні радіостійкості рослин також відображаються різні властивості організму: структурна організація геному, здатність до репарації ДНК та репопуляції, наявність клітин поза клітинним циклом, накопичення речовин, що запобігають розвитку молекулярних ушкоджень (Гродзинський та ін., 1996; Гудков, 2006; Рахметов, Фещенко, 2006; Рахметов та ін., 2011).

Важливим питанням є вирощування рослин, які не потребують великих економічних витрат, не чутливі до чинників довкілля, здатні забезпечувати екологічно чисту продукцію та відновлювати родючість ґрунту.

Більшість території Полісся зайнята дерново-підзолистими ґрунтами, які сприяють швидкому переміщенню радіонуклідів із ґрунту в рослину.

Відомо, що рослини мають здатність по-різному накопичувати радіоактивні речовини. Протягом багаторічного періоду науковцями з Національного ботанічного саду імені М.М.Гришка НАН України, Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Інституту сільського господарства Полісся НААН і Поліського національного університету проводилися комплексні дослідження різних груп корисних рослин (енергетичних, кормових, технічних, олійних) близько 30 культур у Чорнобильській зоні. З'ясовано, що значна кількість інтродукованих рослин мають властивість у незначних кількостях накопичувати радіоактивні речовини під час вирощування їх на забруднених територіях.

Для Чорнобильської зони розроблено наукові засади альтернативного біоконвеєру, який завдяки розширенню спектру рослин за рахунок нових інтродуцентів дозволяє

досягти суттєвого збільшення тривалості (на 1,5–2,0 місяці) та обсягів надходження фітосировини і покращення якісних характеристик кормів для потреб тваринництва (Рахметов, Фещенко, 2006).

Унаслідок проведених багаторічних досліджень визначено особливості міграції ^{137}Cs у трофічних ланцюгах ґрунт–рослина залежно від виду рослин та рівня удобрення. Порівняно коефіцієнти переходу ^{137}Cs інтродукованих рослин з рослинами, що традиційно використовуються на кормові цілі (Гуреля, Фещенко, Рахметов, 2011; 2012, 2013).

Для освоєння радіаційно забруднених земель заслуговують на увагу високопродуктивні енергетичні рослини та сорти створені на їх основі, такі як міскантус китайський (сорт Велетень), міскантус гігантський (с. Гулівер), міскантус цукроквітковий (с. Снігопад), сорго цукрове (с. Ботанічний, Енергодар), щавнат (с. Бієкор-1, Наставник), сільфій пронизанолистий (с. Богатир), просо прутоподібне (с. Зоряне), козлятник східний (с. НБС-75). Ці культури забезпечують вихід умовного біопалива 15-20 т/га та загальний вихід енергії від 60 до 120 Гкал/га.

Серед енергетичних олійних інтродуцентів перспективними є високопродуктивні сорти ярих та озимих культур, таких як тифон – сорт Фітопал, Обрій, рижій – с. Перемога, Євро-12, редька олійна – с. Кияночка, суріпиця озима – с. Оріана та ін.

Для вирощування у зоні Полісся України на особливу увагу заслугове топінсоняшник (*Helianthus tuberosus* L. × *H. annuus* L.). Встановлено, що рослини топінсоняшника порівняно з сільфієм пронизанолистим, що характеризується невисоким рівнем накопичення радіонуклідів, значно менше акумулює ^{137}Cs у фітомасі.

Зважаючи на особливості накопичення радіоактивних речовин у надземній масі та бульбах рослин, слід зазначити, що найбільшою питомою активністю ^{137}Cs відрізняється листя. При внесенні добрив значною мірою спостерігається зниження рівня радіоактивних речовин у всіх органах рослин. Стебла рослин відрізняються меншим накопиченням ^{137}Cs ніж листя. На відміну від стебел і листя, у бульбах цезію накопичується значно менше. Внесення добрив позитивно впливає на збільшення врожайності рослин та сприяє меншому накопиченню радіонуклідів у рослинницької продукції.

Зважаючи на вище зазначене, нові та малопоширені інтродуковані культури представляють важливий інтерес для вирощування у зоні радіаційного забруднення Полісся України та є перспективними для розширення сировинної бази високопродуктивних корисних рослин кормового, енергетичного, технічного напрямку використання.

Подяка. Робота підтримана грантом НФДУ (№ 2020.02/0316).

Ключові слова: радіоактивне забруднення, кормові культури, енергетичні рослини.

ПРІОНИ ТА АМІЛОЇДИ У РОСЛИН, ІНТРОДУКОВАНИХ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

PRIONS AND AMYLOIDS IN PLANTS INTRODUCED TO THE NORTHERN FOREST STEPPE OF UKRAINE

Рахметов Д.Б.¹, Літвінов С.В.², Куцоконь Н.К.²,
Бондарчук О.П.¹, Хаджиматова К.В.¹, Рахметова С.О.¹, Рашидов Н.М.²
¹Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Київ, Україна
²Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна

Rakhmetov D.B.¹, Litvinov S.V.², Kutsokon N.K.², Bondarchuk O.P.¹,
Khadzhyratova K.V.¹, Rakhmetova S.O.¹, Rashidov N.M.²
¹Hryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
²Institute Cell Biology and Genetic Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Зміна кліматичних умов може призвести до суттєвих змін у метаболізмі рослин. Це у свою чергу може відображатися у накопиченні певних речовин, до яких можна віднести пріоноподібні протеїни. Відомо, що інтродукція та акліматизація рослин призводять до значних змін у їх метаболізмі та епігенетичній модифікації (Рахметов, 2011; Козеко, Рахметов, 2016; Takakuwa et al., 2019; Senior et al., 2020). Тож гіпотеза щодо впливу інтродукції на конформацію білків протеому є достатньо обґрунтованою. Результати попередніх досліджень з вивчення ІЧ-спектрограм листків окремих видів рослин показали, що інтродукція призводить до статистично достовірних модифікацій конформації білків (Рахметов та ін., 2021). Метою роботи є мобілізація нових рослинних ресурсів та оцінка біолого-морфологічних, мікроморфологічних і біохімічних особливостей генотипів *Cicer arietinum* L., *Lepidium sativum* L., *Parrotia persica* (DC.) C.A.Mey. та видів роду *Mentha* L. за умов інтродукції у північній частині Правобережного Лісостепу України. Предмет дослідження – генотипи *Cicer arietinum* L. (9 зразків), *Parrotia persica* (DC.) C.A.Mey. (6 зразків), *Lepidium sativum* L. (9 зразків), види роду *Mentha* L. (5 зразків). У результаті проведених досліджень визначено вплив хронічних стрес факторів у рослин *Cicer arietinum* L., *Lepidium sativum* L., *Parrotia persica* (DC.) C.A.Mey. та видів роду *Mentha* L. на активність ряду генів та утворення β-конформацій у білках за допомогою FTIR- та Раман-спектроскопії. Здійснено аналіз для порівняння протеомних профілів у контрольних рослин та рослин, що зазнали впливу хронічних стресових чинників. Виділено білки-кандидати з пріоно-подібними властивостями за допомогою афінної хроматографії. Серед багатьох досліджуваних об'єктів, варто зосередити увагу на інтродукованих рослинах *Parrotia persica*, які є реліктовим видом Талишу (Азербайджан). У результаті проведених досліджень визначено вплив погодних умов району інтродукції на вміст пріоноподібних (амілоїдних) протеїнів у листках рослин. Вивчення ІЧ-спектрограм листків показало, що у процесі інтродукції відбуваються статистично достовірні модифікації конформації білків. З'ясовано, що процес інтродукції фенотипу (популяції) з Масалінського району, на відміну від інших, здійснюється за рахунок активної адаптивної клітинної відповіді рослин на інтродукційний стрес. Встановлено, що фенотипи 2 і 3 *P. persica* – Ленкоранський і Лерікський, є перспективними з точки зору пошуку в їх протеомі пріоноподібних і/або амілоїдних протеїнів. Дана особливість не властива фенотипу з Масалінського району, так як він знаходиться на північно-західній межі ареалу, який характеризується частими осінньо-зимовими холодами, що забезпечує кращу адаптацію

фенотипу ф.1 *P. persica* до відносно жорсткіших кліматичних умов України. Поряд з узагальненням отриманих важливих результатів, актуальним лишається питання з'ясування механізмів утворення пріоноподібних білків та амілоїдів під впливом стресових чинників різної природи та їх ролі в довготерміновій трансгенераційній пам'яті у рослин.

Подяка. Робота підтримана грантом НФДУ (№ 2020.02/0316).

Ключові слова: *Parrotia persica*, ІЧ-спектрограма, пріоноподібні протеїни.

РАДИОМОДИФІКУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ФІТОКОМПЗИТИВ ЧАБРЕЦЮ

RADIO-MODIFYING PROPERTIES OF THYME PHYTOCOMPOSITES

Ракша-Слюсарєва О.А.¹, Рашидов Н.М.², Слюсарєв О.А.¹

¹Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

²Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна

Raksha-Sliusarieva O.A.¹, Rasydov N.M.², Sliusariev O.A.¹

Вступ та мета. Радіоекологічна обстановка в Україні значно погіршилася з 2014 р., що пов'язано з розв'язуванням війни РФ проти України. Військові дії призводять до руйнування інфраструктури України й подальшого розповсюдження радіонуклідів в довкіллі. Крім того, в Україні існує загроза терактів на атомних станціях, з можливістю витоку в довкілля іонізуючої радіації. В зв'язку з цим не зникає необхідність пошуку речовин з радіопротекторними властивостями, що захищають організм від шкідливої дії іонізуючої радіації. Метою дослідження було визначення впливу нового радіопротективного фіто композиту чабрецю та селену (ФЧС) на фізичні показники та стан психонейроімунної регуляції при гострому опроміненні.

Матеріали та методи. Дослідження проводились на білих безпородних щурах. Тварини були згруповані у 3 групи по 25 особин. Інтактна група (ІГ) тварин не підпадала опроміненню й не отримувала ФЧС. Контрольна група тварин підпадала гострому опроміненню (КГ), основна група тварин (ОГ) отримувала щодобово перед опроміненням ФЧС у дозі 1,0 мл на одну тварину протягом 3,5 тижнів. Опромінення тварин провадилось одноразово в дозі 6,5 Гр на приладі Рокус М № 126 – гаматерапевтичний апарат. У тварин до та через місяць після опромінення досліджували масу тіла; вміст лейкоцитів; показники клітинної ланки неспецифічної резистентності та імунної системи; автоімунні процеси, що розвиваються в організмі в результаті променевого ураження, а саме - сенсibiliзацію організму до антигенів власних тканин: серця, селезінки, печінки, нирок, легеней, наднирників, сіменників, стовбуру головного мозку, мозочка, кори головного мозку та лімбу; а також стан діяльності вищої нервової системи за показниками грумінгу тварин.

Результати та висновки. Після опромінення, на відміну від КГ, у яких вона знижувалась, порівняно з ІГ, маса тварин ОГ малазначну тенденцію до збільшення. У тварин ОГ після опромінення вміст лейкоцитів знаходився в межах норми й був вірогідно вищим за показники КГ. Вміст пулу нейтрофілів у тварин ОГ був значно вищим у порівнянні з КГ після опромінення. На відміну від КГ, у тварин ОГ вірогідно підвищувався вміст паличкоядерних нейтрофілів, моноцитів, еозинофілів. Зареєстровано вихід в периферичну кров ОГ метамієлоцитів, що свідчить про напруженість в ОГ мієлоцитарної гілки кровотворення. Вміст лімфоцитів у тварин ОГ після опромінення мав тенденцію до зниження, порівняно з ІГ та показниками норми, але був суттєво вищим за показники КГ. Цитоморфологічні дослідження свідчили про позитивний вплив введення ФЧС на показники імунної системи. У тварин КГ після опромінення розвивалась сенсibiliзація до власних тканин, що багаторазово перевищувала показники норми та показники сенсibiliзації у тварин ІГ. Після опромінення у тварин КГ виявлялась важка ступінь сенсibiliзації, до власних тканин. У тварин ОГ виявлялась лише легка ступінь автосенсibiliзації до частини тканин: селезінки, легенів, наднирників, сіменників, стовбуру головного мозку, лімбу. Показники грумінгу ОГ після опромінення набували своєрідного характеру, який може свідчити про напруження вищої нервової діяльності й можливо є віддзеркаленням адаптивних реакцій організму до дії гострого іонізуючого опромінення.

Ключові слова: іонізуюче опромінення, радіомодифікація, фітокомпозити, чабрець, селен.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЩОДО ВПЛИВУ ПРИОНОВИХ БІЛКІВ НА ОРГАНІЗМ ССАВЦІВ

UNKNOWN PROBLEMS DUE TO INFLUENCE OF THE PRION PROTEINS ON MAMMAL ORGANISMS

Ракша-Слюсарєва О.А.¹, Слюсарєв О.А.¹, Рашидов Н.М.²

¹*Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна*

²*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна*

Raksha-Slusareva O.A.¹, Slusarev O.A.¹, Rashydov N.M.²

¹*Donetsk National Medical University, Lyman town, Ukraine*

²*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Пріонові білки (ПБ) винесені в окремий клас інфекційних агентів, які не містять нуклеїнових кислот, а складаються із змінених білкових молекул організму. ПБ, подібно вірусам, здатні збільшувати свою чисельність, використовуючи функції живих клітин. Дослідження питань, пов'язаних з особливостями поширення в природі ПБ, патогенезом хвороб, які вони викликають та розробкою засобів діагностики і лікування є надзвичайно актуальними.

У вигляді нормальної, неінфекційної форми пріонові білки (PrP^c) є складовою зовнішніх клітинних мембран всіх ссавців і, зокрема людини. При певних зовнішніх та внутрішніх стресах PrP^c можуть мутувати в аномальну форму – PrP^{Sc}. У ссавців і людини PrP^{Sc} призводять до прогресуючих дегенеративних захворювань головного мозку та інших органів, що закінчуються смертю. Але відомо, що мутантний PrP^{Sc} спричиняє конформаційне перетворення гомологічного йому PrP^c в подібний собі PrP^{Sc}. Мутантний білок має аномальну тривимірну структуру за рахунок конформації α -спіралі PrP^c в складчасті β -шари PrP^{Sc}. При цьому PrP^{Sc} є нерозчинною фібрилярною молекулою амілоїду і здатний каталізувати структурну конформацію інших гомологічних йому клітинних PrP^c в собі подібний. Запускається ланцюгова реакція, в ході якої утворюється величезна кількість конформованих молекул PrP^{Sc}. Кінець кожної фібрилярної молекули має своєрідний активуючий центр, до якого можуть прикріплюватися інші молекули PrP^{Sc}. Ці молекули з'єднуються у фібрили, що поступово збільшуються і злипаються з іншими фібрилами, утвореними PrP^{Sc}, у високоструктуровані амілоїдні волокна, які формують β -амілоїдні бляшки. β -амілоїдні бляшки накопичуються в ураженій тканині, викликаючи її пошкодження і, в кінцевому рахунку, призводять до відмирання клітин і руйнування тканин. Серед шляхів інфікування/поширення PrP^{Sc} виділяють: спадковий, парантеральний та аліментарний.

На сьогодні пріонові білки знайдені у рослин, в популяціях дріжджів тощо. Амінокислотна послідовність PrP^c рослин та дріжджів відрізняється від такої у ссавців. Але основні структурні особливості щодо конформації PrP^c у PrP^{Sc} у ссавців і рослин є спільними, як і формування перетворення амілоїдних волокон. У рослин і дріжджів PrP^{Sc} та амілоїди виконують адаптивні й захисні функції та накопичуються при стресах. Ймовірно, що вживання рослинної їжі з такими білками може викликати запальні процеси, алергію та інші хвороби тварин та людей.

Результати та висновки. Сучасні знання щодо PrP^{Sc} та амілоїдів рослин і дріжджів викликають певну тривогу і необхідність дослідження їх впливу на організм людини.

Подяка. Робота підтримана грантом Національного фонду досліджень України (№ 2020.02/0316).

Ключові слова: пріонові білки, ссавці, рослини, проблемні питання харчування.

**ПОКАЗНИКИ НЕСПЕЦИФІЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ПРИ ПОСТІЙНІЙ ДІЇ
НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ, КОМБІНОВАНОЇ З
ТЕХНОГЕННИМИ ВПЛИВАМИ РІЗНОГО ГЕНЕЗУ**

**INDICATORS OF NON-SPECIFIC RESISTANCE UNDER CONTINUOUS
EXPOSURE TO LOW-INTENSITY IONIZING RADIATION COMBINED WITH
TECHNOGENIC INFLUENCES OF DIFFERENT ORIGIN**

Ракша-Слюсарева О.А.¹, Слюсарев О.А.¹, Тарсова І.А.², Боєва С.С.¹, Коваленко П.Г.¹,
Усікова З.Л.¹, Маричев І.Л.², Рябко А.³, Педенко М.О.¹, Костюченко Д.О.¹.

¹Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

²ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського НАМН
України», м. Київ, Україна

³Комунальне некомерційне підприємство «Дитяче територіальне медичне об'єднання
Краматорської міської ради, м. Краматорськ, Україна

Raksha-Slyusareva O.A.¹, Slyusarev O.A.¹, Tarsova I.A.², Boyeva S.S.¹, Kovalenko P.G.¹,
Usikova Z.L.¹, Marichev I.L.², Ryabko A.³, Pedenko M.O.¹, Kostyuchenko D.O.¹

Вступ та мета. Комбінована дія іонізуючої радіації й техногенних факторів різної природи може призводити до різноспрямованих зрушень щодо основної регулюючої психонейроімунної системи (ПНІС). В зв'язку з цим актуальним щодо розробки адекватних засобів імунокорекції є дослідження впливу комбінованої дії природної низькоінтенсивної радіації (ПНІР) та конкретних техногенних факторів (ТФ) на один з основних компартаментів ПНІС - неспецифічну резистентність (НР).

Матеріали та методи. Дослідження проводили в умовно здорових осіб у віці 21-56 р. м. Краматорська (59 осіб) (УЗОК), м. Маріуполя (61 особа) (УЗОМ), м. Кропивницького (58 осіб) (УЗОКр), що підпадають постійній дії ПНІР комбінованої з впливом різних ТФ довкілля. Дія ПНІР в м. Краматорську комбінується з ТФ за рахунок шкідливих викидів майже 40 різнорідних промислових підприємств та підприємства паливно-енергетичного комплексу, а територія міста й околиць забруднена радіоактивними осадами після аварії на ЧАЕС. Військові дії з 2014 р значно погіршили радіоекологічний стан міста й передмість. Місто Маріуполь входить до десятку міст України з найбільш забрудненим повітрям за рахунок викидів підприємств металургійної промисловості. Бойові дії поблизу м. Маріуполя негативно діяли на довкілля. В м. Кропивницькому до дії ПНІР додаються ТФ іонізуючої радіації за рахунок Інгульської шахти з видобутку урану й її відходів, які надходять у довкілля. В дослідженні використовувались імунологічні методи І рівня. Оцінювався вміст лейкоцитів та інших елементів клітинної ланки неспецифічної резистентності. Додатково проводили цитоморфологічні дослідження змін нейтрофілів, як основних агентів клітинної ланки неспецифічної резистентності. Отримані результати оброблялися методами варіаційної статистики і рангової кореляції з використанням РСЛ.

Результати та висновки. Проведені дослідження виявили відмінності у показниках токсико-запального процесу у досліджуваних контингентів. В УЗОК ці показники були вірогідно вищими порівняно з УЗОМ та УЗОКр, а в УЗОКр – вірогідно вищими за такі в УЗОМ. Вміст деградованих клітин з фрагментозом ядра був вірогідно найбільшим в УЗОМ, порівняно з УЗОК та УЗОКр й вірогідно меншим в УЗОКр, порівняно з УЗОК. Співвідношення вмісту нейтрофілів з гіперсегментованим та гіпосегментованим ядром свідчив про відновлювальні процеси щодо пулу нейтрофілів в УЗОМ та УЗОКр й напруженість на рівні зриву адаптації в УЗОК. Таким чином, відновлення НР УЗОК, УЗОМ та УЗОКр вимагає розробки різних засобів імунокорекції.

Ключові слова: природна та техногенна низькоінтенсивна радіація, неспецифічна резистентність.

THE PLASTICITY OF PYRUVATE KINASE ACTIVITY OF RAT'S BRAIN EXPOSED TO DECAMETRIC MICROWAVE AND ACUTE HYPOXIA

Rashidova Afag M.

Institute of Physiology named after academician Abdulla Garayev of the Science and Education Ministry of Azerbaijan, Baku

afag.rashidova@gmail.com

Introduction and aim. Changes in the activity of one of the key enzymes of glycolysis, pyruvate kinase (PK), established by us under the influence of decametric microwave (DMW) of 10 and 30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ intensities and 5% acute hypoxia, are due to the inclusion of enzyme breakdown products in cells and the activation of biosynthetic processes. On the other hand, it is known that in response to hypoxia, the HIF-1 protein is formed in the brain, which is involved in the regulation of transcription of more than 60 proteins, including glycolytic enzymes.

Materials and methods. Under irradiation at 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, PK activity in the tissues of the structures undergoes more noticeable changes compared with irradiation at 30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$: it significantly increases ($P < 0.001$). In 6- (adult) and 24-month-old (old) rats in cerebellum (C), there is a high activity of PK, which may indicate that PK synthesis is more intensive here. In limbic cortex (LC) and hypothalamus (H) in both age groups there is a decrease in PK activity. This is explained by the fact that the limbic system is responsible for internal homeostasis and a decrease in PK activity in them during prolonged exposure to DMW (10 days) has a damaging effect on the brain of animals. The irradiation signal is directed from phylogenetically young to more ancient structures: from cortical structures \rightarrow to subcortical ones, which leads to pathology, and PK activity is not restored to control. It is assumed that, under the influence of DMW, the brain structures of orbital cortex (OC), sensorimotor cortex (SMC) and C are donors, while LC and H are acceptors in the signal transduction system. This is possibly due to the fact that irradiation causes a stereotyped nonspecific reorganization of metabolism to maintain homeostasis, inhibition of the biosynthesis of plastic metabolism metabolites and changes in the molecular mechanisms of nervous tissue disorders.

Results and conclusions. In these matters the contribution of the Nobel laureates in physiology and medicine (2019), whose work I often refer to, is enormous. The American medical scientist, oncologist *Kaelin W.G. (Jr) Jr.*, together with the British medical scientist and molecular biologist *Ratcliffe P.J.* and American medical scientist, pediatrician and geneticist *Semenza G.L.* discovered molecules that are key in the response of cells to changes in the concentration of O_2 in the environment, and built a molecular mechanism for adaptation to hypoxia. Based on the results, it can be concluded that PK activity during DMW and hypoxia depends on age, the studied brain structure, and the subcellular fraction of the structure. At the same time, in OC, LC and H the recovery of PK activity is more delayed than in SMC and C. The established excess of the activity of the mitochondrial form of PK over the cytoplasmic form in rat brain structures indicates an increasing need for ATP by neuronal cells under the specific action of DMW and acute hypoxia as stress factors.

Keywords: decametric microwave; acute hypoxia; rat; brain; pyruvate kinase.

THE CAUSES OF HYDROCEPHALUS IN YOUNG CHILDREN

Rashidova Sh.M.¹, Mukhtarov M.M.¹, Rashidov A.M.², Beylarova R.R.¹

¹*Azerbaijan Medical University, Department of Infectious Diseases, 23, Bakikhanov str., Baku, Azerbaijan*

²*King Abdul Aziz Hospital, Makkah, Saudi Arabia*

Hydrocephalus is a neurological disorder caused by an abnormal buildup of cerebrospinal fluid in the ventricles (cavities) deep within the brain as well as in the subarachnoid space. As baby's brain continues to develop after birth the progress of hydrocephalus stops this process and leads to serious consequences. These children are slower (delaying) in physical and neuropsychological development.

Hydrocephalus may be classified as congenital and acquired. The anomalies and malformations of the nervous system in children with congenital hydrocephalus are formed during fetal development. This occurs because of influence of various factors playing an important role in the development of congenital hydrocephalus, particularly, past infectious diseases, intracranial birth trauma of the child and additionally, exposure to the radiation, genetically modified food (GMF) nutrition and unhealthy habits of pregnant women.

11 children with a diagnosis of hydrocephalus and concomitant diseases has been admitted to the intensive care, intestinal and neuroinfection units of Children's Clinical Hospital No.2 named after A. Qarayev, Baku during the year 2022. Necessary mentioned that out of 11 patients 5 were twins.

The congenital "Hydrocephalus" was diagnosed only in twins who at birth had a relatively higher weight. However, in children with lower birth weight severe forms of intestinal manifestations, meningococcal infection and hypochromic anemia were observed. It was only one death occurred among the patients with hydrocephalus. In according to the illness history all admitted patients were from regions (Qabala, Zaqatala, Sheki, etc.) with high level contaminated with radiation in environment. The mothers of these patients were frequently suffered, because of acute respiratory illnesses, before the delivery they did not undergo an ultrasound examination.

Since these cases are incurable, the surgical treatment is the preferred therapeutic option. It was done shunt surgery and pathogenic medication in the neurosurgical department. The study has shown the necessity to protect pregnant women and infants from contact with ARI, especially those who living in regions of increased radiation. The pregnant women should be examined periodically, have a healthy diet without GMF and permanent medical supervision as well.

Keywords: hydrocephalus, cerebrospinal, children, neuroinfection, radiation.

THE AMYLOIDOGENESIS IN DESCENDANTS OF SOYBEAN GROWN UNDER RADIONUCLIDE CONTAMINATION IN CHORNOBYL ZONE FOR SEVERAL GENERATIONS

Rashydov N.M.¹, Litvinov S.V.¹, Rakhmetov D.B.², Berezhna V.V.¹, Sakada V.I.¹, Kutsokon N.K.¹, Khudolieieva L.V.¹, Kryvokhyzha M.V.¹, Nesterenko O.G.¹, Khoma Y.A.¹

¹*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,*

²*M. M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

nrashydov@yahoo.com

Introduction and aim. The prion-like proteins have a unique biochemical memory through destructive self-organizing conformation changes. Plants may synthesize prion-like proteins, able to self-assemble into amyloid fibrils, and amyloidogenesis may be activated in response to radionuclide pollution. Hence, we suggested that soybean plants that grew several generations at the Chornobyl aliened zone on the plot contaminated by ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am, etc., might produce the appearance of proteins with prion-like properties. Our previous proteomic studies of soybean seeds sown for several years in soil contaminated with radioactive isotopes revealed that since the second generation, the contents of the cupin superfamily proteins, glycinin, and conglycinin proteins in the matured seeds were increased (Gábrišová et al., 2016). These prion-like proteins are known to trigger allergies.

Materials and methods. In the current study, the contents of prion-like proteins in soybean seeds were estimated by the ratio between alpha-helices and beta-sheets determined with the ATR-FTIR spectroscopy (Nicolet FTIR IS50 spectrometer, Thermo Fisher Scientific, USA). Obtained specters were analyzed with OMNIC software (Thermo Fisher Scientific, USA). Experimental soybean seeds were 3rd and 5th generation of plants' descendants cultivated on soil contaminated with radionuclides.

Results and conclusions. The data obtained indicate a significant increase in the proportion of β -sheets, up to 20-30%, in the soybean proteome from the radioactively contaminated territory, which may reveal the appearance of proteins with prion-like properties. At the same time, the ratio of β -sheets and α -helices decreased within three generations to the control values. The results demonstrated a probable transition of the alpha-state of proteins to beta-conformation in descendants of plants that were cultivated on radionuclide-polluted soil, assuming increasing the contents of prion-like proteins. Experiments elucidating the appearance of prion-like proteins in plants could have consequences for mammal health, as consuming such proteins may be dangerous.

This work was supported by the National Research Foundation of Ukraine (project number 2020.02.0316).

Keywords: prion-like proteins, FTIR-spectrometry, proteins with β -sheets, radionuclide contamination.

ЦИТОГЕНЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ІНДИКАТОРНИХ ВИДІВ *MYOMORPHA* З ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ АВАРІЇ

CYTOGENETIC MONITORING OF *MYOMORPHA* INDICATOR SPECIES FROM NATURAL POPULATIONS OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE IN THE LONG-TERM PERIOD AFTER THE ACCIDENT

Рябченко Н., Бурдо О., Родіонова Н., Ганжа О., Липська А.
Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна
nryabchenko@ukr.net

Riabchenko N., Rodionova N., Burdo O., Ganzha O., Lypska A.
Institute for Nuclear Research of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Показники соматичного мутагенезу у представників індикаторних видів дрібних ссавців Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) активно досліджувались вітчизняними та зарубіжними фахівцями у перші роки після аварії та протягом наступного десятиліття минулого століття. Проте станом на цей час відсутні переконливі дані щодо генетичних наслідків хронічного зовнішнього та внутрішнього низько-інтенсивного опромінення тварин, які в ряду багатьох поколінь мешкають на території Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ). Метою досліджень було оцінити стан цитогенетичного гомеостазу індикаторних видів мишовидних з територій ЧЗВ з різним рівнем радіонуклідного забруднення.

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень були представники мишовидних роду *Myodes* та *Apodemus* з дослідних полігонів Янів, Чорнобиль, берегової лінії водойми-охолоджувача (ВО) ЧАЕС, осушених ділянок ВО ЧАЕС. Рівень генотоксичних ушкоджень визначали за частотою поліхроматофільних еритроцитів (ПХЕ) кісткового мозку (КМ) з мікроядрами (ПХЕ МЯ) методом флуоресцентної протокової цитометрії та частотою аберацій хромосом в клітинах КМ.

Результати та висновки. У відділі радіобіології та радіоекології ІЯД НАН України більше 10 років здійснюється цитогенетичний моніторинг популяцій індикаторних видів мишовидних на полігонах ЧЗВ з різним рівнем радіонуклідного забруднення. Вперше у 2019 р. фахівцями відділу розпочато комплексні радіобіологічні дослідження мишовидних на ділянках ВО ЧАЕС в умовах техногенної трансформації радіаційно-забрудненої водної екосистеми у наземну. Одержані результати свідчать, що через 37 років після аварії на ЧАЕС, не дивлячись на зниження з часом радіаційного навантаження на організм, у дрібних гризунів зберігаються ознаки хромосомної нестабільності соматичних клітин, ймовірно, внаслідок трансгенераційної передачі нестабільності генома, що проявляється в умовах сумісної дії радіації та стресорів довкілля, зміни радіоекологічних умов проживання тварин, екологічних характеристик популяції.

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, мишовидні гризуни, інкорпоровані радіонукліди, цитогенетичні аномалії.

БІЛКОВІ ЧИННИКИ ПИЛКОВОЇ АЛЕРГІЇ: МОЛЕКУЛЯРНИЙ АСПЕКТ

PROTEIN CAUSES OF POLLEN ALLERGY: MOLECULAR ASPECT

Родінкова Вікторія, Паламарчук Олена
rodinkova@vntmu.edu.ua

Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, Вінниця, Україна.

Rodinkova Victoria, Palamarchuk Olena
National Pirogov Memorial Medical University, Vinnitsya, Ukraine

Вступ та мета: Алергія, без перебільшення, є однією з найпоширеніших неінфекційних хвороб на планеті. Її основною причиною є білки, які імунна система людини сприймає як чужорідні. За даними Американської Академії алергії, астми та імунології, алергічна чутливість до чужорідних протеїнів докільля притаманна близько 40 % світової популяції. Своєю чергою, серед різних видів алергічних захворювань чільне місце посідає сезонна алергія або поліноз, причиною якого, здебільшого, є пилок рослин. За даними європейських досліджень, чутливим до нього є до 30 % населення Європи. Втім, кожна з груп пилкових алергенів характеризується не лише сезонною появою у повітря, а й особливостями структури та функцій білків, які визначають її здатність викликати алергічні симптоми та перехресні реакції. Тому метою цієї праці стало узагальнення сучасних даних щодо біохімічних класів пилкових алергенів різних груп рослин.

Матеріали та методи: для вирішення поставленого завдання ми проаналізували ряд відкритих джерел, включаючи Базу даних номенклатури алергенів ВООЗ та Міжнародного союзу імунологічних товариств (WHO/IUIS) (<http://allergen.org>) й Посібник користувача з молекулярної алергології, друге видання, випущене Європейською Академією алергії та клінічної імунології у 2022 році.

Результати та висновки: основним алергеном дерев-представників порядку Букових (Fagales) (береза, вільха, дуб, ліщина), які цвітуть навесні, є білки надродини Bet v 1 (білки, пов'язані з патогенезом (PR-10)). Вони, зазвичай, руйнуються при нагріванні та/або травленні і здатні викликати як алергічний риніт, так перехресні реакції з харчовими продуктами у вигляді синдрому оральної алергії (COA). Адже PR-10 містяться й у плодах рослин Букових (фундук) та овочах (морква, селера), у бобових. У пилку злаків – рослин родини Тонконогові, які цвітуть після дерев, основним алергеном є бета-експансини. Вони є високо перехреснореактивними в межах родини. І тому людина, чутлива до злаків, реагує, зазвичай, на пилок різних видів цих рослин. Основними алергенами бур'янів, які цвітуть останніми, є пектат-ліаза (головний алерген амброзії) та дефенсिनподібні білки (основний алерген полину). Втім, обидва класи білків у різних пропорціях присутні у пилку більшості рослин родини Айстрових, що є підґрунтям виникнення перехресних реакцій при вдиханні пилку широкого спектру цих рослин. Також названі білки можуть бути присутніми у інших частинах Айстрових, і цей факт є причиною перехресних реакцій пилку із лікарською рослинною сировиною та компонентами трав'яних чаїв. Іншими білками, що присутні у широкому спектрі пилкових зерен, є профіліни та білки-переносники ліпідів (LTP). Чутливість до них може бути спричинена як контактом з пилком (профіліни), так і харчовими продуктами (LTP). Наведена інформація є важливою для розуміння причин виникнення та для профілактики алергії.

Ключові слова: поліноз, сезонна алергія, пилок, білки, молекули аероалергенів, перехресні реакції.

ОСОБЛИВОСТІ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ ^{137}Cs З ҐРУНТУ ДО РОСЛИН ВИДУ *FESTUCA OVINA* L.

CHARACTERISTICS OF ^{137}Cs RADIONUCLIDE MIGRATION FROM SOIL TO *FESTUCA OVINA* L.

Романчук Л.Д., Матвійчук Н.Г., Можарівська І. А., Устименко В.І.
Поліський національний університет, Житомир, Україна
vovaustimenko@gmail.com

Romanchuk L.D., Matviychuk N.G., Mozharivska I.A., Ustymenko V.I.
Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Вступ та мета. Аварія на ЧАЕС у 1986 році значно вплинула на довкілля, включаючи лісові екосистеми. Дослідження коефіцієнтів переходу та накопичення радіонуклідів сприяє глибшому розумінню механізмів поширення цих речовин у лісових угіддях та їх накопичення в рослинах. Метою дослідження було визначення коефіцієнтів накопичення та переходу радіонуклідів до рослин виду *Festuca ovina* L. в різних типах борів.

Матеріали та методи. Дослідження проводились на території природного заповідника «Древлянський» в типі лісорослинних умов – сухі, свіжі та вологі бори. Відбір зразків ґрунту для визначення вмісту ^{137}Cs , ^{90}Sr проводився згідно ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381 – 2:2004. Відбір зразків рослинної продукції для визначення ^{90}Sr , ^{137}Cs проводилась згідно методичних вказівок «Відбір проб, первинна обробка та визначення вмісту ^{90}Sr та ^{137}Cs у харчових продуктах». Лабораторні дослідження виконувались відповідно до діючих ДСТУ у сертифікованій вимірювальній лабораторії Поліського національного університету.

Результати та висновки. Отриманні середні значення коефіцієнта накопичення (далі – КН) ^{137}Cs надземної маси виду *Festuca ovina* L. коливаються від 1,05 до 1,59, де КН у сухих борах – 1,05, свіжих – 1,15, вологих 1,59. Було проведено однофакторний дисперсійний аналіз з метою виявлення залежності КН від типу борів, а саме, була висунута гіпотеза про те, що КН змінюється в залежності від ТЛУ. Для цього було виконано порівняння отриманих результатів з критичними значеннями F-статистики та p-value для рівня довіри 0,95. Якщо F-статистика (далі – $F_{\text{факт}}$) більша за критичне значення (далі – $F_{0,95}$), то ми можемо стверджувати, що середні значення КН суттєво різняться в різних ТЛУ. Результати для *Festuca ovina* L. $F_{\text{факт}} = 9,96 > F_{0,95} = 5,14$ при p-value 0,01. Значення F-статистики перевищують критичне значення $F_{0,95}$, що свідчить про наявність статистично значущих відмінностей між групами. Для аналізу процесів міграції ^{137}Cs з ґрунту до *Festuca ovina* L. було розраховано коефіцієнти переходу. Середні значення коефіцієнтів переходу становили: для сухих борів – 5,25, для свіжих – 5,73 та вологих – 7,96.

Однофакторний аналіз показав що статистичні значення $F_{\text{факт}}$ для *Festuca ovina* L., були більшими, ніж відповідні значення $F_{0,95}$, що вказує на те, що середні значення цих видів у різних типах лісу відрізнялись значимо. P-value було меншими за 0,05, що вказує на те, що відмінності були статистично значущими. *Festuca ovina* L. $F_{\text{факт}} = 290,56 > F_{0,95} = 5,14$ при p-value 0,001. Аналізуючи вищевказані показники можна зробити висновки про те, що показники коефіцієнтів накопичення та переходу ^{137}Cs до надземної маси виду *Festuca ovina* L. різняться в різних типах лісорослинних умов та збільшуються із збільшенням вологості в ряду сухі – вологі – сирі бори.

Ключові слова: коефіцієнт переходу, коефіцієнт накопичення, радіобіологія, дисперсійний аналіз.

ЕФЕКТ МІКРОФЛОРИ НА ПЕРЕХІД РАДІОНУКЛІДІВ З ЛАВОПОДІБНИХ ПАЛИВОВМІСТНИХ МАТЕРІАЛІВ З ОБ'ЄКТУ «УКРИТТЯ» ЧАЕС

MICROFLORA EFFECT ON RADIONUCLIDE TRANSFER FROM LAVA-LIKE FUEL CONTAINING MATERIAL OF CHORNOBYL NPP SARCOFHAGUS

Рубан Ю.В.^{1,2}, Торянік А.Ю.¹, Шаванова К.Є.¹, Паренюк О.Ю.¹

¹*Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Чорнобиль*

²*Інститут ядерної фізики Чеська академії наук, Прага, Чехія*
yuliyaruban24@gmail.com

Ruban Y.^{1,2}, Toryanik A.¹, Shavanova K.¹, Pareniuk O.¹

¹*Institute for safety problems of NPP NAS Ukraine, Chornobyl*

²*Nuclear Physics Institute CAS, Prague, Czech Republic*

Вступ та мета. Для ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи у 1986 році був створений унікальний за своєю природою об'єкт «Укриття». У майбутньому даний об'єкт потребуватиме демонтажу та точного прорахунку процесів поведінки конструкцій та сценаріїв поведінки з радіоактивними матеріалами. Попри все при дослідженні поведінки лавоподібних паливовмістних матеріалів (ЛПВМ) під дією факторів навколишнього середовища не менш важливим є урахування впливу біологічного фактору.

Мікроорганізми (бактерії та гриби) в процесі життєдіяльності можуть використовувати згадані вище матеріали як джерела поживних речовин, роблячи їх компоненти більш мобільними та доступними. Та у разі неточного прорахунку деградації ЛПВМ процедури поведінки та зберігання не будуть давати бажаного результату. В підсумку це призводитиме до потрапляння радіонуклідів у навколишнє середовище. Головним завданням представленого дослідження було оцінити вплив мікрофлори зразків води з об'єкту «Укриття» ЧАЕС на перехід радіоактивного ізотопу ¹³⁷Cs з ЛПВМ.

Матеріали та методи. В ході експерименту були відібрані проби води всередині саркофагу четвертого енергоблоку ЧАЕС та зі ставка-охолоджувача. Було сформовано п'ять дослідних груп (комбінації шматочків лави, води з об'єкту «Укриття» та поживного середовища). Колби культивували протягом при температурі 37°C. Показники рН та питомої активності ¹³⁷Cs замірялись на 1, 3, 5, 7 день та кожного тижня протягом 120 діб.

Всі етапи експерименту були проведені у відповідності до Техніки безпеки при роботі з радіоактивними речовинами. Дослідження було проведено за підтримки Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України.

Результати та висновки. Згідно з отриманими даними внесок мікроорганізмів у процес біовилуговування знаходився в межах від 0.034 % до 0.128 %. Натомість різниця між контрольними групами та експериментальними мала статистичне значення більше $p=0.05$. В зразках без мікроорганізмів та без поживного середовища не спостерігалось зміни рН за весь період культивування.

В усіх експериментальних зразках спостерігалось вилуговування, що свідчить про поєднання як фізико-хімічних та біологічних факторів у даному процесі. В середовищі з пробєю води з об'єкту «Укриття» спостерігалось значний перехід ¹³⁷Cs. Висунута теорія, що підвищення рН в колбах з мікроорганізмами було наслідком одного з механізмів біовилуговування

Ключові слова: біовилуговування, ЧАЕС, об'єкт «Укриття», мікроорганізми.

ПЛР АНАЛІЗ МІКРОСАТЕЛІТНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ *UBA1*, *ZE01*, *YIL130*, *TFA1* ДРІЖДЖІВ *SACCHAROMYCES PARADOXUS* ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

PCR ANALYSIS OF MICROSATELLITE SEQUENCES *UBA1*, *ZE01*, *YIL130*, *TFA1* OF THE YEAST *SACCHAROMYCES PARADOXUS* IN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Римар Ю.Ю.¹, Проніна О.В.¹, Рушковський С.Р.², Моргун Б.В.^{1,2}

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 148, Київ, 03143, Україна, yulia-r@i.ua

²ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

Rymar Yu.Yu.¹, Pronina O.V.¹, Rushkovsky S.R.², Morgun B.V.^{1,2}

Як відомо, мікросателітні послідовності характеризуються високим рівнем поліморфізму і в популяційній генетиці дріжджів вони застосовуються для визначення генетичної різноманітності та оцінки еволюційних процесів у популяціях [Almeida, 2011; Kuehne, 2007]. Дані аналізу мікросателітного поліморфізму штамів колекції дріжджів *Saccharomyces paradoxus*, в тому числі з популяцій, які знаходилися під впливом радіаційного забруднення, можуть бути застосовані як для маркування, так і для оцінки їх генетичної стабільності.

Аналіз мікросателітних послідовностей *UBA1*, *ZE01*, *YIL130*, *TFA1* [Kuehne, 2007, Almeida, 2011] методом полімеразної ланцюгової реакції було застосовано для маркування штамів дріжджів *S. paradoxus* та їх петіт мутантів. У дослідженні використано колекцію штамів дріжджів *S. paradoxus* (під назвами O20, O28a, O32, O33a, O34, O35a, O39a та O41), виділених з ділянок Чорнобильської зони відчуження [Kouforonou, 2020]. Крім того, було залучено штами *S. paradoxus* з двох природних популяцій Великобританії – Q32.3, Q59.1 (Віндзорський парк, Великобританія) [Johnson, 2004] та T21.4, Y6.5, Y7, Z1 (Сілвуд парк, Великобританія) [Kouforonou, 2006]. Всі отримані електрофореграми були проаналізовані в програмі GelAnalyzer.

Виявлено, що західноєвропейські та східноєвропейські штами *S. paradoxus* дріжджів мають різні набори поліморфних варіантів мікросателітних локусів *UBA1*, *YIL130* та *ZE01*. Найбільш поліморфним мікросателітним локусом у *S. paradoxus* був локус *UBA1*. У більшості штамів він становив близько 420 п.н. Найбільший розмір *UBA1* послідовності мали штами O34 (584 пар нуклеотидів) і O41 (586 п.н.). В меншій мірі, але також видиме зростання розміру амплікона, можна було спостерігати й в штамі O33a (440 п.н.). Цікаво, що ці три штами було виділено з ділянок Рудого лісу, які зазнали значного радіаційного забруднення. Зростання розмірів мікросателітних ділянок у штамів з Рудого лісу було підтверджено і для локусів *YIL130* та *ZE01*, але ця різниця була менш вираженою (близько 10 п.н для *YIL130* та 20 п.н для *ZE01*). Винятком виявився *ZE01* локус для штаму O39, розмір якого становив 446 п.н. Для локусу *TFA1* відмінностей в розмірі мікросателітних локусів виявлено не було. Отримані дані було використано для маркування петіт мутантів штамів дріжджів *S. paradoxus* та оцінки стану мікросателітних локусів у порівнянні з вихідними штамми. При цьому була зареєстрована дестабілізація мікросателітного локусу *UBA1* в петіт мутантах, в особливості в штаммах O34p та O41p, батьківські штами яких походять з Рудого лісу Чорнобильської зони відчуження. По інших локусах відмінностей не було відмічено.

Таким чином, в роботі виявлено поліморфні варіанти досліджуваних мікросателітних локусів *UBA1*, *YIL130* та *ZEO1* в штаммах дріжджів *Saccharomyces paradoxus*, які належать до популяції Чорнобильської зони відчуження. Для штамів, виділених з ділянок зі значною дозою хронічного радіаційного опромінення, спостерігається зростання розміру мікросателітних ділянок *UBA1*, *YIL130* та *ZEO1*. Виявлена дестабілізація мікросателітного локусу *UBA1* в петіт мутантах штамів чорнобильських дріжджів *S. paradoxus*, особливо тих, що походять з Рудого лісу.

СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ ВІД ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

MODERN POSSIBILITIES OF PROTECTING THE BODY FROM IONIZING RADIATION

Сенюк Ольга

ТОВ Мікотон-Аглікон, Київ, Україна

Seniuk Olga

Історія розвитку захисту організму від іонізуючих випромінювань триває понад півстоліття і призвела до створення радіопротекторних речовин, які зазвичай не є лікарськими засобами. Дія високих доз іонізуючих випромінювань (від 1 до 10 Гр) стримується класичними синтетичними радіопротекторами, які покликані забезпечити виживання особового складу армії в умовах опромінення високими дозами на час виконання бойового завдання. Вони захищають кістковий мозок і упереджують виникнення детерміністичних ефектів, належать до різних класів сполук і здатні знижувати напругу кисню у кровотворних тканинах або перехоплювати вільні радикали, гальмувати нуклеопротеїдний обмін і процеси мітотичного поділу, мають побічні ефекти на центральну нервову і серцево-судинну систему, а також на шлунково-кишковий тракт. Стан підвищеної радіостійкості організму триває від 30 хвилин до однієї години у випадку амінітіолів і індолілалкіламінів, і до шести годин при застосуванні цистаміну і його похідних. Захисна активність оцінюється одиницями фактору зміни дози (ФЗД), який свідчить про кратність зниження ступеню ураження. В досліджах на лабораторних тваринах цей показник може досягати 1,5–2,7.

Сьогодні до радіопротекторів висуваються вимоги як до засобів індивідуального хімічного захисту: 1) від зовнішнього впливу радіації за умов порівняно короткочасного опромінення у дозах з великою потужністю; 2) від зовнішнього впливу радіації за умов опромінення у дозах з малою потужністю; 3) що посилюють стійкість організму до радіації за умов здійснення рентгено- і радіотерапії. Вони повинні бути достатньо ефективними (зберігати людині працездатність), нетоксичними, з терапевтичним коефіцієнтом не меншим трьох; без негативних побічних дій; діяти швидко (у перші 30 хвилин) і достатньо довго (впродовж від двох до чотирьох годин для першої групи, і від п'яти до восьми годин, як мінімум, для другої групи); мати зручну лікарську форму, бути активними за умов перорального прийому чи внутрішньом'язевого введення; не виявляти ознак кумулятивної дії за умов повторного введення; бути ефективним при фракційному і довготривалому опроміненні і за умов дії різних видів іонізуючих випромінювань; не знижувати стійкість організму до інших несприятливих факторів довкілля; бути стійким при зберіганні (не менше трьох місяців); зберігати активність не тільки при введенні до опромінення, але й після нього, проявляючи терапевтичну дію.

За умов опромінення організму людини малими дозами іонізуючих випромінювань збільшується питома вага внутрішнього опромінення і виникає потреба у сорбції радіонуклідів. Для оцінки захисної дії доцільно акцентувати на радіосорбційній, антиоксидантній, генопротекторній, антиканцерогенній, імуно-модулючій діях радіопротекторів, до яких висуваються такі вимоги: 1) великий розрив між терапевтичною та токсичною дозами (порядки); 2) можливість багаторазового і щоденного прийому в якості профілактичного засобу; 3) ефективність при прийомі "per os". Висунутим вимогам повністю відповідає вітчизняний засіб мікотон.

Ключові слова: радіопротектори, високі дози і низькі дози опромінення.

ЗАСОБИ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ РАН У БОЙОВИХ УМОВАХ

MEANS FOR THE TREATMENT OF WOUNDS IN COMBAT CONDITIONS

Сенюк Ольга, Горовий Леонтій
ТОВ Мікотон-Агліконт, Київ, Україна

Seniuk Olga, Gorovy Leontiy

Максимальне збереження життів воїнів при виконанні бойових завдань багато в чому залежить від наявності в індивідуальних аптечках ефективних засобів для обробки осколкових поранень. Тонковолокнистий композитний матеріал на основі хітин-глюкан-меланінового комплексу (ХГМК) з трутовика звичайного (*Fomes fomentarius*) може стати основою для виробництва засобів для обробки осколкових поверхневих ран в умовах ведення бойових дій. ХГМК притаманні властивості, які можуть замінити низку засобів для обробки ран – антисептиків і перев'язувальних матеріалів:

- не проникає в тканини поверхні рани, і з часом сам виштовхується з неї завдяки стимуляції клітинної репарації бета-глюканами, що входять до складу ХГМК);
- завдяки синергічній дії хітину/хітозану, бета-глюканів і меланінових пігментів зв'язує та знешкоджує різноманітні бактерії, патогенні грибки і віруси, що інфікують рану;
- стимулює репарацію тканин поверхні рани і прискорює її заживлення.

ХГМК за гігроскопічністю не поступається кращим зразкам хірургічної вати, перевершуючи її задатністю зупинити кровотечі і знеболювати поранення. Він швидко знезаражує гнійні рани, робить їх практично стерильними вже на третій день, зменшуючи масу рубцевої тканини. За цих умов скорочується кількість перев'язок і терміни лікування зменшуються майже вдвічі.

Тонковолокниста будова засобу і величезна питома поверхня (більше 1000 м²/г матеріалу), для порівняння цей показник для ентросгелю становить 300 м²/г) дозволяє створювати на його основі різноманітні перев'язувальні матеріали для лікування ран - порошкоподібні присипки для пошкодженої шкіри, ватоподібні матеріали для покриття глибоких ран, а також папероподібні серветки для закриття пораненої поверхні.

На сьогодні ХГМК випускається у вигляді порошку і вати і пакується у пластикові контейнери з вмістом 50 г засобу. Можливі інші зручні фасовки для індивідуального використання військовими, що є достатнім для первинної стабілізації як глибоких ран, так і менших за розміром ушкоджень м'яких тканин.

Медико-біологічні дослідження і клінічні випробування ХГМК були здійснені в Науково-дослідному інституті харчування МОЗ України (1997, 2002, 2008 і 2013 рр), місцево-подразнюючої та шкірно-резорбтивної дії перев'язувального матеріалу «Мікотон» в Інституті ендокринології і обміну речовин ім. В.П. Комісаренко АМН України (1995 р). І та II фази клінічних досліджень ефективності матеріалу Мікотон для місцевого лікування гнійних ран проведено у Національному медичному університеті ім. О.О.Богомольця - кафедра загальної хірургії № 1 (1998 р); кафедра акушерства і гінекології № 1 (1999-2000 рр, в Інституті невідкладної і відновної хірургії ім. В.К.Гусака АМН України (2003-2004 рр) і продемонстрували його високу ефективність при лікуванні інфікованих хірургічних і опікових ран, а також трофічних виразок.

Ключові слова: хітин-глюкан-меланіновий комплекс, осколкові рани, гнійні рани.

STUDYING THE RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF THE ZINC COMPLEX 2-AMINO-HYPOXANTHINE

Shamilov E.N.¹, Abdullayev A.S.¹, Farajov M.F.¹, Allahverdiyev G.R.¹, Garibov R.G.¹, Shamilli V.E.¹, Azizov I.V.²

¹*Institute of Radiation Problems of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan*

²*Institute of Molecular Biology and Biotechnologies of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan*

Introduction and aim. Metals and their complexes with organic ligands play an important role in biological systems, such as enzymatic catalysis, transport of metal ions across cell membranes. Therefore, the main interest is increasingly focused on the use of transition metal complexes as medical, pharmaceutical, agronomic, antitumor and antibacterial agents.

Research shows that nitrogen-containing heterocyclic compounds increase the body's internal defense mechanisms and its detoxification capacity. One of these compounds is 2-aminohypoxanthine – C₅H₅N₅O, a nitrogenous base, an amino derivative of purine (2-amino-6-oxopurine), which is an integral part of nucleic acids.

The aim of our research was to obtain a complex of 2-amino-hypoxanthine with zinc and to study its radioprotective properties on the example of wheat variety "Barakatli 95" in laboratory and field conditions.

Materials and methods. The synthesis of the complex was carried out by direct interaction of zinc chloride and 2-aminohypoxanthine – C₅H₅N₅O according to the appropriate method. X-ray phase analysis (XRF) confirmed the individuality of the resulting complex [Zn(C₅H₅N₅O)₂]Cl₂.

Results and conclusion. First, the effect of the complex on seed germination was studied, and then, under field and laboratory conditions, the effect of complex solutions on the growth and development of wheat seedlings, gamma-irradiated (200 Gy) wheat seeds of the «Barakatli 95» variety. Before irradiation, wheat seeds were treated with 0,5%, 0,05% and 0,005% aqueous solutions of the complex. After irradiation, the seeds were planted in the experimental field. Simultaneously, these experiments were carried out in the laboratory in Petri dishes in 5 repetitions. The effect of the complex on the maximum quantum yield Fv/Fm (photosynthesis efficiency), on the amount of photosynthetic pigments, and on the amount of lipid peroxidation product, malondialdehyde, was studied. According to the results of field studies, it was revealed that the treatment of wheat seeds before irradiation with 0,05% and 0,005% solutions of the 2-aminohypoxanthine complex with zinc leads to the normalization of the biosynthesis of photosynthetic pigments – chlorophylls a and b and carotenoids, and a 0,05% solution of the complex also had a positive effect on the maximum quantum yield of Fv/Fm and biometric parameters of plants. A 0,05% solution of the complex also caused a significant decrease in the amount of malondialdehyde and the activity of superoxide dismutase and catalase enzymes compared with the irradiated control variant.

According to the experimental results, it can be said that 0.05% and 0.005% solutions of the complex reduced the activity of enzymes and thus had a positive effect on the regulation of biochemical processes in plants caused by radiation stress.

Keywords: 2-aminohypoxanthine, gamma-irradiated, wheat seedlings, malondialdehyde.

ЦИТОГЕНЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО ФЕНОМЕНУ ЕФЕКТУ СВІДКА

CYTOGENETIC STUDY OF THE UNIVERSAL PHENOMENON OF THE BYSTANDER EFFECT

Шеметун О.В., Талан О.О., Дибська О.Б.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна
shemetun@ukr.net

Shemetun O.V., Talan O.O., Dibska O.B.

State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. До універсального феномену ефекту свідка, як відповіді організму на генотоксичний стрес, належить радіаційно-індукований ефект свідка – вплив на інтактні клітини опромінених клітин; пухлинно-індукований ефект свідка – вплив на інтактні клітини малігнізованих клітин; ефект порятунку – дія інтактних клітин на пошкоджені опроміненням/онкологічним процесом клітини. Метою роботи було дослідити індукцію цитогенетичних проявів універсального феномену ефекту свідка за умов сумісного культивування лімфоцитів периферичної крові здорових осіб та хворих на В-клітинну хронічну лімфоцитарну лейкемію.

Матеріали та методи. Дослідження виконане з застосуванням цитогенетичного аналізу рівномірно забарвлених хромосом лімфоцитів периферичної крові людини, що розрізнялись за цитогенетичними маркерами статі; наявністю онкологічної трансформації (хронічного В клітинного лімфобласного лейкозу(ХЛЛ) та опромінення *in vitro* ^{137}Cs за їх сумісного культивування. Опромінення крові хворих на ХЛЛ проводили γ -квантами ^{137}Cs у дозі 0,50 Гр (випромінювач ІВЛ-237С, потужність 2,34 Гр/хв) перед культивуванням.

Результати та висновки. Рівень аберацій хромосом у лімфоцитах периферичної крові здорових осіб за культивування з кров'ю хворих на ХЛЛ перевищував контрольний ($p < 0,01$) за рахунок хроматидних розривів, не мав істотної різниці з показником, зареєстрованим у неопромінених Т-лімфоцитах крові хворих на ХЛЛ ($p > 0,05$), і був нижчим, ніж за сумісного культивування з опроміненою в дозі 0,50 Гр кров'ю хворих на ХЛЛ ($p < 0,01$). При окремому культивуванні опромінених *in vitro* лімфоцитів крові хворих на ХЛЛ середньогрупова частота аберацій хромосом перевищувала показник, визначений за їх ко-культивування з лімфоцитами здорових осіб ($p < 0,05$). Таким чином, у лімфоцитах периферичної крові здорових осіб за культивування з кров'ю хворих на ХЛЛ та у Т-лімфоцитах хворих на В-клітинну ХЛЛ розвивається пухлинно-індукований ефект свідка, цитогенетичним проявом якого є підвищення частоти одиночних хроматидних фрагментів. В опромінених *in vitro* Т-лімфоцитах крові хворих на ХЛЛ та лімфоцитах крові здорових осіб при взаємодії з опроміненими онкотрансформованими клітинами зареєстровано розвиток радіаційно-індукованого ефекту свідка (*in vivo* та *in vitro* відповідно). В опромінених *in vitro* лімфоцитах крові хворих на ХЛЛ при сумісному культивуванні з лімфоцитами периферичної крові здорових осіб індукується ефект порятунку, що призводить до зниження рівня аберацій хроматидного типу в опромінених клітинах.

Ключові слова: універсальний феномен ефекту свідка, лімфоцити периферичної крові людини.

RECOVERY OF PHOTOSYNTHESIS ACTIVITY IN SOYBEAN AND FLAX DESCENDANTS, WHICH WERE GROWING IN CHORNOBYL ZONE DURING EIGHT GENERATIONS

Shevchenko V.¹, Bondarenko O.¹, Sakada V.², Berezhna V.², Rashydov N.²

¹*Department of Physiology and Ecology of Photosynthesis, Institute of Plant Physiology and Genetics, Kyiv, Ukraine*

²*Department of Biophysics and Radiobiology, Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, Kyiv, Ukraine*

Introduction and aim. In the Chernobyl zone, plants are exposed to damage by chronic radiation, thus, they have a well-designed metabolic machinery that rapidly responds by synthesizing proteins, lipids and repairing genome as well as metabolic pathways. The study focused on the recovery photosynthetic system and proteomic analysis of plants transferred from the 8-years chronic ionizing radiation in the Chernobyl zone into normal conditions without radionuclide-contaminated soil. In a clean experimental plot for investigation after how many generations photosynthetic activity will even regarding curves described by the Kautsky effect and proteomic will be mapped recovery in the subsequent generations. Chlorophyll fluorescence parameters measured on aftermath radiation on the vegetative state of the plant, pointing to partial recovery of photosynthesis from chronic ionizing radiation.

Materials and methods. Curves of chlorophyll fluorescence induction were recorded by the original assembled instrument. LED 'Royal Blue' was used with a wavelength of 450 nm as a light source. Information was acquired for 0.1 ms in the fast phase of the induction curve and 0.1 s in the slow phase of the induction curve. The parameters Fv/Fm (the maximum quantum yield of PSII) and the Fm/Fst (vitality index, characterizing integral activity) were calculated to estimate the efficiency of the photosynthetic apparatus.

Results and conclusions. At different biologically effective doses and doses of irradiation, there are different and, at the same time, specific adaptive strategies. A common feature for soybeans and flax is the partial or complete recovery of growth development and the pigment system in the second generation of plants grown in clean plots. Restoration of the efficiency of photosystem II of soybean occurs due to an increase in the content of chlorophylls ("chlorophyll", or adaptive type of recovery), and flax - due to an increase in the content of protective carotenoid pigments ("carotenoid", or resistant type of recovery). Flax is more radioresistant but less capable of plant transgenerational regeneration than radiosensitive soybean. Data suggested that hazard heritable changes were accumulated during multigenerational growth and developed in contaminated environments.

After five generations in a clean soil site, we did not find significant differences for several test-system assessments between irradiated in the Chernobyl zone plant in comparison to control plants that previously affected chronic radiation for eight years.

In common, it reveals that in higher plants, as well as in yeast, there are mechanisms of post-radiation transgenerational recovery, but the effectiveness of these mechanisms is species-specific.

Acknowledgment. This work was supported by the project the National Research Foundation of Ukraine 2020.02/0316

Keywords: soybean, flax, chlorophyll fluorescence, Chernobyl zone.

ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ПОРУШЕННЯ У ГЕЛОФІТІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

CYTOGENETIC DISORDERS IN HELOPHYTA WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE

Шевцова Н.Л., Гудков Д.І., Беляєв В.В., Пришляк С.П.
shevtsovanl245@gmail.com
Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна,

Shevtsova N.L., Gudkov D.I., Belyaev V.V., Pryshlyak S.P.
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Збільшення ступеня цитогенетичних пошкоджень в апікальних клітинах меристемних тканин коренів рослин, які відрізняються швидким клітинним поділом, є чутливим показником у реєстрації та кількісній оцінці дії іонізуючої радіації на рослини, а цитогенетичний моніторинг є одним з ефективних способів контролю за зростанням мутагенного потенціалу навколишнього середовища. Головною метою даних досліджень є експрес-оцінка за цитогенетичними показниками стану вищих водяних рослин в умовах тривалого низько-дозового радіаційного опромінення.

Матеріали та методи. Зразки для цитогенетичного аналізу відбирали на водоймах Чорнобильської зони відчуження. Фіксували розчином Карнуа, фарбували ацетоорсеїном по модифікованій методиці. Порухення вивчали за допомогою мікроскопу ZEISS AxioScore 5, М_e 10×/20, М_o 100×/1,25 oil. Данні аналізували за допомогою статистичних методів дисперсійного (ANOVA) та кореляційного аналізів.

Результати та висновки. Аналіз даних виявив значне перевищення – у два-чотири рази, в залежності від потужності поглиненої дози, рівня спонтанного мутагенезу для досліджуваних референтних видів вищих водяних рослин. Виявлені зміни у співвідношенні генетичних порушень різних типів. У спектрі хромосомних аберацій клітин кореневої меристеми зростає частка множинних аберацій. Серед них є такі хромосомні порушення, що вказують не тільки на кластогенну, але й на анеугену дію довготривалого низько-дозового радіаційного опромінення, пов'язану з пошкодженням мітотичного апарату і навіть порушенням цитотомії. Під час спостережень також зросла кількість мультиполярних мітозів і клітин з нерівномірно розподіленими наборами хромосом. Спостерігається збільшення кількості клітин з вираженим ураженням мітотичного апарату, що призводить до порушення нормального розподілу хромосом у клітині та порушення їх сегрегації. Це може свідчити про певне поглиблення процесу пошкодження мітотичного апарату клітин – порушення формування центріолей і ахроматинових веретеноподібних клітин кореневих меристем гелофітів, які перебувають під впливом хронічного радіаційного опромінення. Подальше вивчення цих аномалій є важливою складовою комплексу заходів щодо прогнозування та мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи для біоти. Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2020.02/0264)

Ключові слова: хромосомні аберації, вищі водні рослини, Чорнобильська зона відчуження

**РАДІОПРОТЕКТОРНІ ВЛАСТИВОСТІ ГУМАТУ НАТРІЮ В КУЛЬТУРІ
ЛІМФОЦИТІВ ОСІБ БЕЗ ОНКОПАТОЛОГІЇ ТА ХВОРИХ НА РАК
ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ**

**RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF SODIUM HUMATE IN CULTURED
LYMPHOCYTES OF HEALTHY SUBJECTS AND PATIENTS WITH THYROID
CANCER**

Шкарупа В.М.¹, Клименко С.В.², Гуменюк Л.Д.¹

¹*Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, Вінниця, Україна*

²*Національний університет охорони здоров'я України ім. П.Л. Шупика, Київ, Україна*

Shkarupa V.M.¹, Klymenko S.V.², Gumenyuk L.D.¹

¹*National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine*

²*Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Унікальний спектр фізіологічної активності гумінових речовин обумовив інтенсивність їх досліджень в різноманітних галузях біологічних та медичних дисциплін. Проте, питання щодо їх радіопротекторної ефективності, механізмів дії і та їх кількісних характеристик залишається недостатньо вивченими. Метою роботи було дослідити вплив гумату натрію на рівень цитогенетичних пошкоджень, індукованих γ -опроміненням культури лімфоцитів осіб без онкопатології і хворих на рак щитоподібної залози.

Матеріали та методи. Метафазний аналіз аберацій хромосом в культурі лімфоцитів здорових (10 осіб) та хворих на рак щитоподібної залози (10 осіб) після опромінення (^{137}Cs) лімфоцитів *in vitro* в дозах 0,25 Гр та 1 Гр на G_0 фазі клітинного циклу. Гумат натрію (10 мкг/мл) додавали до культури клітин на 30 ± 15 хв після опромінення.

Результати та висновки. Середньогрупова частота аберацій хромосом в культурі лімфоцитів здорових донорів при опроміненні 0,25 Гр складала $6,01 \pm 0,51$ (від $4,00 \pm 1,39$ до $9,35 \pm 1,65$), онкохворих – $4,74 \pm 0,43$ (від $4,00 \pm 1,13$ до $6,00 \pm 1,21$); при опроміненні 1 Гр – $17,66 \pm 0,89$ (від $14,76 \pm 2,45$ до $29,35 \pm 4,33$) аберацій/100 клітин (здорові) і $20,20 \pm 0,90$ (від $13,16 \pm 2,49$ до $27,50 \pm 4,08$) аберацій/100 клітин (онкохворі). Середньогрупова частота аберацій хромосом за дії гумату натрію після опромінення дозою 0,25 Гр зменшувалась на 49% (здорові) і 32,4% (онкохворі), дозою 1 Гр на 39,2% (здорові) і 48,76% (онкохворі). Виявлені відмінності в індивідуальній реакції як на опромінення, так і щодо радіопротекторної дії гумату натрію. Не виявлено статистично значущої відмінності антимутагенної ефективності гумату натрію в культурі лімфоцитів між групами осіб без онкопатології та хворих на рак щитоподібної. Зв'язку між спонтанною частотою аберацій хромосом та антимутагенним ефектом не виявлено.

Таким чином, гумат натрію проявляє радіопротекторні властивості в культурі лімфоцитів людини осіб без онкопатології та хворих на рак щитоподібної залози, проте показані індивідуальні відмінності антимутагенної дії препарату, що потребує подальших досліджень.

Ключові слова: γ -опромінення, антимутагенез, гумати, лімфоцити, аберації хромосом.

MODERN DIRECTIONS OF SPACE RADIOBIOLOGY RESEARCH

Sinenko B.V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction and aim. The study of space radiobiology is paramount as humanity advances towards establishing permanent space communications and embarks on extended space research missions. Cosmic ionizing radiation remains a persistent challenge, necessitating further research to comprehend its multifaceted effects in combination with other factors. This paper aims to identify the main directions in modern space radiobiology research, shedding light on new and promising avenues of investigation.

Results and conclusions. The investigation of the combined effects of cosmic ionizing radiation and space environment factors on human health has emerged as a critical research area. The ongoing focus on radiation exposure during solar storms and coronary mass ejections underscores the importance of understanding the risks associated with these events. Such knowledge is essential for developing robust radiation shielding strategies and protective measures to mitigate the potential adverse health effects on astronauts during space missions.

The impact of the space environment on the development of bird embryos could be shown promising potential. Understanding the effects of microgravity and radiation on bird embryos provides valuable insights into the broader impacts of the space environment on embryonic development across various organisms. Further research in this area will contribute to our understanding of the adaptability and resilience of embryonic systems in space and aid in developing strategies to ensure healthy embryonic development during extended space missions.

Significant attention devoting to studying the visible and cytogenetic effects observed during the growth and development of plants in space. As primary sources of oxygen and food, plants play a crucial role in sustaining life support systems during long-duration space flights. Research in this area has deepened our understanding of plants' physiological and genetic changes under the combined stresses of cosmic radiation and the space environment. This knowledge is vital for optimizing plant growth conditions in space habitats, ensuring sufficient food production, and providing a sustainable environment for astronauts.

Fundamental studies examining the effects of high doses of ionizing radiation and the phenomenon of radiotropism in microorganisms have shown promising potential for developing innovative protective strategies for spacecraft and bases. These studies serve as the foundation for understanding the responses of microorganisms to high radiation doses and their ability to adapt and regenerate in challenging space environments.

The insights gained from these investigations may pave the way for developing new techniques for crewed missions' radiation safety.

Keywords: space radiobiology, human health, plants, microorganisms.

ВМІСТ ^{90}Sr ТА ^{137}Cs У ГІДРОБІОНТАХ ДЕЯКИХ ВОДОЙМ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

THE CONTENT OF ^{90}Sr AND ^{137}Cs IN THE HYDROBIONTS OF SOME WATERS OF THE FOREST STEPPE OF UKRAINE

Скиба В.В

*Білоцерківський національний аграрний університет, Україна
volly2005@ukr.net*

Skyba V.V.

Bila Tserkva National Agrarian University, Україна

Інформація щодо накопичення радіонуклідів у гідробіонтах водойм України за період, який передував початку воєнних дій, набуває надзвичайної актуальності, оскільки військовий конфлікт може спричинити радіаційне забруднення навколишнього середовища внаслідок руйнування підприємств ядерного паливного циклу та у випадку застосування ядерної зброї. Тому метою роботи був аналіз рівнів радіонуклідного забруднення вищих водяних рослин та тварин у деяких водоймах лісостепу України у віддаленій після аварії на ЧАЕС час. У разі надходження радіоактивних речовин до водних екосистем наведені дані можуть бути використані у якості вихідних величин для оцінки радіоекологічної ситуації.

Гідробіонтів відбирали у 2021 рр. на акваторії Канівського водосховища, Косівського, Середнього Білоцерківського і Богуславського водосховищ на р. Рось та на незарегульованих ділянках річок Рось і Гнилий Тикіч. Об'єктами досліджень були надземні органи 12 видів вищих водяних, які належать до екологічних груп гелофітів, плейстофітів та гідатофітів; 6 видів тварин різного типу живлення – планктофаги, бентофаги та іхтіофаги. Питому активність радіонуклідів визначали стандартними радіохімічними та гамма-спектрометричними методами. Результати наведені у Бк/кг повітряно-сухої маси для рослин та природної вологості для тварин.

Питома активність ^{90}Sr у рослинах різних видів Канівського водосховища зареєстрована у діапазоні величин 5–15, ^{137}Cs – 10-139, Косівського – 1-4 та 1-4, Середнього Білоцерківського – 1–5 та 2–10, Богуславського – 1-6 та 5-27, р. Рось – 1-5 та 2-8, р. Гнилий Тикіч – 1-8 та 2-8 Бк/кг, відповідно. В усіх досліджених водоймах найбільша активність радіонуклідів була відзначена у представників групи гідатофітів.

Вміст ^{90}Sr у тваринах різних видів Канівського водосховища відзначений у діапазоні величин 0,6-1,6, ^{137}Cs – 2,4-13, інших водойм – 0,3-3 та 0,5-4 Бк/кг, відповідно, і не перевищував величин, які реєстрували у тваринах водойм України до аварії на ЧАЕС. Найбільша активність ^{90}Sr характерна для бентофагів, ^{137}Cs – для іхтіофагів.

Внесок ^{137}Cs до сумарної активності гідробіонтів Канівського та Богуславського водосховищ становив 60-95, інших водойм – 40-67 %.

Отже, у 2021 р. питома активність ^{90}Sr у вищих водяних рослинах Канівського водосховища не перевищувала 15, ^{137}Cs – 139, інших досліджених водойм відповідно 8 та 27 Бк/кг. У тваринах Канівського водосховища вміст ^{90}Sr досягав 1,6, ^{137}Cs – 13 Бк/кг, інших досліджених водойм – 3 та 4 Бк/кг, відповідно. Таким чином, істотне перевищення зазначених величин питомої активності ^{90}Sr та ^{137}Cs у гідробіонтах водойм Лісостепу України може свідчити про додаткове надходження радіонуклідів до водних екосистем.

Ключові слова: водойми Лісостепу, ^{90}Sr , ^{137}Cs , вищі водяні рослини, тварини.

ЗВ'ЯЗОК РАДІАЦІЙНО ІНДУКОВАНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ГЕНОМУ ТА СТИМУЛЯЦІЇ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

RELATIONSHIP OF RADIATION-INDUCED GENOME INSTABILITY AND STIMULATION OF ANTIOXIDANT DEFENSE OF PLANTS

Соколова Д.О., Галич Т.В., Жук В.В., Кравець О.П.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна
dasokolova88@gmail.com*

Sokolova D.O., Halych T.V., Zhuk V.V., Kravets O.P.

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Дослідити зв'язок стимуляції нагромадження низькомолекулярних антиоксидантів у фармацевтичній сировині рослин (суцвіттях) з ознаками радіаційно-індукованої нестабільності геному на стадії цвітіння рослин за умов рентгенівського передпосівного опромінення насіння при дозах 5 - 15 Грей.

Матеріали та методи Дослідження перебудов первинної структури ДНК за умов різних доз опромінення здійснено шляхом проведення ПЛР з використанням восьми ISSR-та десяти RAPD–праймерів. Залежні від дози опромінення зміни спектрів ампліконів при проведенні ISSR – RAPD – ПЛР проаналізовано з використанням індексу подібності Жаккарда.

Результати та висновки. Встановлено, що найбільші перебудови первинної структури ДНК обох генотипів, що проявляються у зниженні подібності з контрольними спектрами ампліконів, спостерігається при дозах опромінення 5-10 Грей. Виявлено тенденцію до наближення цього показника до контрольного при дозі опромінення 15 Грей, що означає підвищення ефективності репаративних процесів. Показано зв'язок між поліморфізмом первинної структури ДНК за ISSR – RAPD-послідовностями у різних генотипів та характером її перебудови при опроміненні. Співставлення цих результатів з немонотонними дозовими залежностями змін питомого вмісту флавоноїдів і фенолів, дозволяє зробити висновок про стимуляцію антиоксидантного захисту при дозах, що відповідають низькій ефективності репараційних процесів і, відповідно, його зниженню за умов відновлення нормального стану генетичного матеріалу. Надано інтерпретацію виявленого феномену на основі відомого зв'язку ефектів геномної нестабільності з підвищенням рівня активних форм кисню і загальних принципів антиоксидантного захисту.

Обговорюється значення одержаних результатів в розробці наукового підґрунтя використання малих доз іонізуючого випромінювання в біотехнології, зокрема в фармакології.

Ключові слова: genome instability, pre-sowing radiation exposure, secondary metabolism, biotechnology.

**ЕПІГЕНЕТИЧНІ ФАКТОРИ РЕАКЦІЇ НА РЕНТГЕНІВСЬКЕ
ТА УФ-С ПЕРЕДПОСІВНЕ ОПРОМІНЕННЯ ГЕНОТИПІВ
*MATRICARIA CHAMOMILLA L.***

**EPIGENETIC FACTORS OF EFFECT OF UV-C AND X-RAY PRE-SOWING
RADIATION EXPOSURE OF *MATRICARIA CHAMOMILLA L.* GENOTYPES**

Соколова Д.¹, Жук В.¹, Сакада В.¹, Глущенко Л.², Кравець О.¹

¹ Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна

² Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроecології і природокористування
НААН України, Лубни, Україна
dasokolova88@gmail.com

Sokolova D.¹, Zhuk V.¹, Sakada V.¹, Glushchenko L.², Kravets O.¹

¹ Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Research Station of Medicinal Plants, Institute of Agroecology and Nature Management,
NAAS of Ukraine, Lubny, Ukraine

Вступ та мета. Дослідити зв'язок між перемиканням метилування ДНК в режим *de novo* у рослин восьми генотипів *Matricaria chamomilla L.* та стимуляції виходу продуктів вторинного метаболізму при передпосівному рентгенівському та УФ-С опроміненні.

Матеріали та методи. Сухе насіння опромінювали на рентгенівській установці РУМ-17 в дозах 5–15 Гр, потужність дози – 1,42 сГр/с. Вибір дози рентгенівського опромінення оснований на дослідженнях, проведених раніше на різних лікарських рослинах, результати яких закріплено патентом. УФ-С опромінення проводили в дозах 5 – 15 кДж/м² на установці ОБМ-150 М (Україна) з двома лампами Philips Special TUV 30 W (Нідерланди), потужність 3,4 Вт/м²

Результати та висновки. Виявлено зміни патерну метилування при обох видах опромінення, що свідчить про зміни епігенетичної програми рослинного організму. Найвищі показники відхилення від контрольного патерну метилування по показнику Нея при обох видах опромінення спостерігаються у мутанту сорту 'Перлина лісостепу'. Разом з тим, цей генотип по показниках фармацевтичної продуктивності більше реагує на УФ-С опромінення. У сорту 'Кведлінбург' вищий показник відстані контрольного та опроміненого варіантів патерну метилування по показнику Неї спостерігається при УФ-С опроміненні, врожайність суцвіть вища при рентгенівському опроміненні, а підвищення питомого виходу флавоноїдів спостерігається при обох видах опромінення. У сорту 'Азулена' спостерігається збіг високого показника відхилення патерну метилування ДНК при рентгенівському опроміненні від контрольного (0,04) та підвищення врожайності суцвіть і питомого виходу флавоноїдів. Сорт 'Перлина лісостепу', що має найвищий контрольний питомий вміст флавоноїдів та значне підвищення цього показника і врожаю суцвіть при обох видах опромінення має однакове відхилення патерну метилування ДНК опромінених варіантів від контрольного. Порівняння міри відхилення патерну метилування з показниками фармацевтичної продуктивності свідчить про відсутність однозначного взаємозв'язку між двома кількісними характеристиками. Цей результат дозволяє зробити висновок про різноманітність, навіть у межах виду, метаболічних перебудов і адаптивних стратегій рослинного організму при дії опромінення.

Ключові слова: UV-C, X-ray exposure, gene expression, DNA methylation, epigenetic distance, secondary metabolites.

EFFECT OF GAMMA IRRADIATION OF SEEDS AND GROWTH CONDITIONS ON SURVIVAL RATE AND PRODUCTIVITY TRAITS OF COMMON WHEAT F₂ PLANTS

Sozinov I.O.¹, Kozub N.O.^{1,2}, Blume Ya.B.²

¹*Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

²*Institute of Food Biotechnology and Genomics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
sia1953@ukr.net

Introduction and aim. Changes in the survival rate and the magnitude of yield traits compared to the control are considered the most prominent radiobiological effects on the organismal level in plants. These same indices also characterize the response of plants to a complex of abiotic and biotic environmental factors. It is well known that gamma irradiation of dry wheat seeds in doses of 150-200 Gy and higher leads to a decrease in survival and productivity of plants. The aim of our study was to reveal the influence of growing conditions on the survival rate of plants grown from seeds irradiated with different doses of gamma radiation.

Materials and methods. The population of F₂ plants from crossing the nearly isogenic lines with respect to the gliadin loci D4 x B3 based on the winter common wheat variety Bezosta 1 served as the material for the investigation. Dry F₂ seeds were irradiated with gamma radiation in doses of 150, 200, and 300 Gy and each variant was divided into two portions. Those F₂ grains were sown by wide-row sowing in two locations on the experimental plot in Kyiv in the optimal time (the beginning of September) (hereafter favorable growing conditions) and in Odesa (hereafter unfavorable conditions) in the late time (the end of October) in blocks containing the 1-m plots of the control and the variants with the 150, 200, and 300-Gy gamma irradiation. Each F₂ plant was characterized by the following traits: the number of productive tillers, the mass of seeds from a plant and from a spike.

Results and conclusions. Under unfavorable conditions, the survival rate of the F₂ plants relative to the control was 76% for the variant with 150 Gy, and only 40% in the variant with 200 Gy, whereas virtually no plants were obtained at the dose of 300 Gy. At the same time, under favorable conditions, the similar population of F₂ plants showed higher levels of survival: 100%, 95% and 51% for the variants with 150 Gy, 200 Gy, and 300 Gy, respectively. Therefore, under optimal growing conditions, a 2-fold decrease in the survival (LD50) in the hybrid population is observed at 300 Gy, while under unfavorable conditions, the LD50 dose is a dose close to 200 Gy.

The yield traits of the control were significantly lower in Odesa. In the respective variant with the LD50 dose (300 Gy for the favorable conditions and 200 Gy for unfavorable ones), the most significant reduction relative to the control was observed for the mass of seeds from a plant (about 60%). Under favorable conditions, in the variant with LD50, the reduction of the number of productive tillers was 50%, whereas the mass of seeds from a spike decreased only by 27%. On the contrary, under unfavorable conditions, in the variant with LD50, the number of productive tillers decreased by 22%, while the mass of seeds from a spike was reduced by 48%. Thus, under unfavorable conditions, the effect of gamma irradiation of dry F₂ grains on the reduction of the yield of winter wheat plants was largely due to the formation of a smaller mass of seeds from a spike, whereas under favorable conditions it was due to the formation of a smaller number of productive tillers.

Ключові слова: *Triticum aestivum*, gamma irradiation, yield, survival rate, LD50.

МЕДИЧНА ЕКСПЕРТИЗА ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ЗАХВОРИЮВАНЬ, ЩО ПРИЗВЕЛИ ДО ІНВАЛІДНОСТІ ТА СМЕРТІ З ВПЛИВОМ РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ ТА ІНШИХ ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ (2013-2023)

MEDICAL EXPERTISE OF THE CAUSAL RELATIONSHIP OF DISEASES THAT LED TO DISABILITY AND DEATH WITH THE INFLUENCE OF RADIATION AND OTHER HARMFUL FACTORS AS A RESULT OF THE CHORNOBYL CATASTROPHE (2013-2023)

Сушко В.О., Колосинська О.О., Берестяна Ж.М.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини національної академії медичних наук України» (ННЦРМ), Київ, Україна, pulmorad@gmail.com

Sushko V.O., Kolosynska O.O., Berestyana Z.M.

State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (NRCRM), Kyiv, Ukraine

Вступ та мета роботи. Втрата здоров'я, інвалідність та смерть внаслідок впливу радіаційного опромінення в умовах ЧК при виконанні професійних, військових або службових обов'язків та/або проживання на радіаційно забруднених територіях не з власної вини потребували розробки спеціальної форми медичної експертизи в рамках системи медико-соціального захисту цих контингентів. Для вирішення цієї проблеми з 1988 року працює система медико-соціальної експертизи причинно-наслідкового зв'язку захворювань, що призводять до інвалідності та смерті, з впливом наслідків аварії на ЧАЕС (далі – медичної експертизи), провадження якої покладено на Центральну міжвідомчу експертну комісію МОЗ України (ЦМЕК) на базі ННЦРМ. Метою роботи є узагальнення результатів медичної експертизи для визначення напрямків оптимізації медичної та соціальної допомоги постраждалим.

Матеріали та методи. Робота ґрунтується на аналізі та узагальненні більше 52 000 персональних медичних експертних справ постраждалих, що були розглянуті ЦМЕК впродовж 2013–2022 років.

Результати та висновки. Станом на 01.01.2023 року статус постраждалих в Україні мали 1 613 433 особи (в т.ч. 99 225 осіб з інвалідністю), а також включно 290 775 дітей (1181 інвалідів). Загальна кількість постраждалих громадян дорослого віку станом на 01.01.2023 року порівняно з 2008 роком зменшилася на 441 444 осіб, або на 24,06 % (з 1 834 536 до 1 322 659 осіб). Кількість учасників ЛНА за цей період скоротилась з 276 327 до 162 180, або на 114 147 осіб (41,30 %), тобто впродовж останніх 10 років помер більше ніж кожний третій учасник ЛНА на ЧАЕС. Кількість потерпілих дорослого віку скоротилась з 1 558 209 у 2008 році до 1 160 479 у 2023 році, або на 25,52 % (397 730 особи). Основними причинами, що призводять до вказаних змін є зростання захворюваності та смертності на тяжкі хронічні інвалідизуючі захворювання з декомпенсованим перебігом: онкологічні захворювання – 60,3 %, цереброваскулярні захворювання – 10,0 %, хвороби серцево-судинної системи – 19,6 %, хронічні захворювання бронхолегеневої системи – 1,6 %, ендокринні захворювання (без раку щитоподібної залози) – 1,4 %, захворювання травної системи – 1,1 %, інші захворювання загалом – 6,0 %. Медична експертиза є важливим компонентом медичної допомоги та соціального захисту постраждалих внаслідок ЧК.

Ключові слова: аварія на Чорнобильській АЕС, медична експертиза.

RADIATION INDUCED BRONCHOPULMONARY SYSTEM EFFECTS IN THE CLEANUP WORKERS OF THE CHORNOBYL NPP ACCIDENT (1986–2023)

Sushko V., Shvayko L., Bazyka K., Apostolova O., Kolosynska O.

State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine, pulmorad@gmail.com

Introduction and aim. During the Chernobyl NPP nuclear accident (ChNPPNA) a huge number of radioactive substances came into the environment and were spread by the airbornedust flows that caused external and internal exposure (primarily inhalation) at least 200,000 survivors. The aim of the study was to provide analysis of combine influence of radiation exposure and radionuclides inhalation on bronhopulmonary system of clean-up workers of the ChNPPNA.

Materials and methods. The long term (1988–2021) pulmonology monitoring of more than 16,133 participants of the ChNPPNA consequences in 1986 was carried out at the outpatient department and 2458 patients with ChB and COPD passed examination at pulmonology department of NRCRM Clinic. To the study includes the men who was in age 21–51 years in 1986, clean-up workers of the ChNPPNA in April – November 1986. Doses of external radiation exposure were in the interval from 25 mSv to 850 mSv (526.9 ± 137.5 mSv), internal radiation exposure (doses on the lungs) – 100 – 2000 mSv. The presence of “hot particles” incorporation to the lung with the activity from 160 till 4600 Bq was demonstrated by Special highly sensitive Whole Body Counter measurement evenafter 15-20 years after accident. The bronchopulmonological diagnosis was verified according to the ERS/ATS International Consensuses. The pulmonology examination program included questionnaire, spirometry plus, from 2006, lung function testing with the measurement of volumetric flow and speed characteristics of exhaled air, and also diffusion capacity of the lungs. The endobronchial endoscopic examination of tracheobronchial tree was carried out for 1376 and biopsy of mucosa with next morphological examination (including electron microscopy) were provided in 484 cases. The examination program also included X-ray examination of the chest, routine laboratory tests, studying of general and endobrobchial immunity.

Results and conclusions. The ChNPPNA contributed to the growth incidence and prevalence of the ChB and COPD among the clean-up workers of the accident. The relative risks of radiation showed a reliable connection of this disease with exposure to ionizing radiation at doses higher than 0.25 Sv. Special clinical (developing, early clinical signs, exacerbations), functional (lung tests), endoscopical (atrophia and scerosis of mucosa), morphological, microbiological and immunological characteristics for development and course of radiationinduced pulmopathology (ChB, COPD and Lung Cancer) were founded. The interdependence of lung function indicators and cellular immunity to dose ranges of less and more than 500 mSv was shown. A decrease in the Relative Length of Telomer was found for main clean-up workers group patients with COPD compared to clean-up workers who had no pathology of the bronchopulmonary system. Presence of radionuclides of rector origin in lung tissue was demonstrated. For group of 78 clean-up workers with Lung Cancer was shown that clinico-morphological structure of malignant neoplasm correspond to inhalation influence of radionuclides of reactor origin. Patients clean-up workers have several concomitant diseases, ChB and COPD are a component of multiple organ pathology (endocrine, cardiovascular, digestive) which caused greatly violations in integration systems providing homeostasis.

Bronchopulmonary system effects under combined action of external exposure and inhalation of radionuclides at the ChNPP accident realized in radiation induced pathomorphosys of pulmopathology (ChB, COPD and Lung Cancer).

Keywords: radiation induced pathomorphosys, the Chernobyl NPP nuclear accident.

**БІНАРНІ ПРОМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ. ДОСЛІДЖЕННЯ
МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН У НОРМАЛЬНИХ ТА ЗЛОЯКІСНИХ
КЛІТИНАХ ЛЮДИНИ ЗА УМОВ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОПРОМІНЕННЯ У
ПОЄДНАННІ З ФОТОНЗАХВАТНИМ АГЕНТОМ ТА ЗА КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ІЗ
СВІТЛОМ ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ**

**BINARY BEAM TECHNOLOGIES. STUDY OF MORPHOFUNCTIONAL CHANGES
IN NORMAL AND MALIGNANT HUMAN CELLS UNDER X-RAY IRRADIATION
IN COMBINATION WITH PHOTON-ATTRACTING AGENT AND COMBINED
ACTION WITH LIGHT IN THE OPTICAL RANGE**

Талько В.В., Лавренчук Г.Й., Почапінський О.Д.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ), Київ, Україна, talko1950@gmail.com

Talko V.V., Lavrenchuk G. Yo., Pochapinskii O.D.

State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of The National Academy of Medical Sciences of Ukraine" (NRCRM), Kyiv, Ukraine

Вступ та мета роботи. Онкологічні захворювання належать до найпоширеніших і найтяжчих хвороб у світі, які посідають 2-е місце за смертністю, слідуючи за серцево-судинними захворюваннями, а за прогнозами ВООЗ до 2025 року вийдуть на перше місце. Мейнстрімний напрямок розвитку променевих технологій лікування онкологічних захворювань, якого потребують 52-70 % пацієнтів, передбачає створення надзвичайно технічно складних та високовартісних пристроїв для опромінення (терапія протонами або іонами, терапія з модульованою інтенсивністю тощо). Інший спосіб полягає у розробці та застосуванні бінарних променевих технологій, які обіцяють підвищення ефективності променевої терапії у значно простіший та, головне, економічний спосіб. Мета роботи: дослідити структурні та морфо-функціональні зміни в тест-системах злоякісних (лінія А-549) та нормальних (фібробласти) клітинах людини при поєднанні рентгенівського випромінювання з гадолінійвмісним фотон-захватним агентом «Дотавіст» та червоного світла з фотосенсибілізатором «Фотолон».

Матеріал та методи. Перещеплювана культура клітин нормальних фібробластів людини та злоякісних клітин людини, методи опромінення рентгенівськими променями, червоним світлом, цитологічні, статистичні.

Результати та висновки. Рентгенівські промені в дозах 1,0, 5,0, та 10,0 Гр інактивують 10, 46 та 80 % злоякісних клітин лінії А-549, відповідно. Опромінення клітин у дозі 1,0 Гр в присутності фотон-захватного агента «Дотавіст» (у концентрації 10 мкл/мл) на 50 % інгібує проліферацію клітин, пригнічуючи їх мітотичну активність, а в дозі 10,0 Гр в присутності «Дотавісту» гальмує на 93 % ріст та поділ злоякісних клітин. Поєднання червоного світла з «Фотолоном» (у концентрації 5 мкл/мл) та рентгенівських променів у вищезазначених дозах з «Дотавістом» призводить до загибелі відповідно 64,86 та 99 % злоякісних клітин. Опромінення в дозі 10,0 Гр у присутності «Дотавісту» та «Фотолону» інактивує 100 % нормальних фібробластів. Отримані результати складають підґрунтя доклінічного етапу оцінки ефективності поєднаної впливу двох бінарних технологій та препаратів, що застосовуються у фотон-захватній технології та фотодинамічній терапії.

Ключові слова: рентгенівське опромінення, фотон-захватний агент, червоне світло, фотосенсибілізатор.

НАУКОВІ ЗДОБУТКИ, СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЛІСОВОЇ РАДІОЕКОЛОГІЇ В УКРАЇНІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS, MODERN PROBLEMS OF FOREST RADIOECOLOGY IN UKRAINE AND WAYS OF ITS SOLVING

Ткач В. П.¹, Орлов О. О.², Шевчук В. В.²

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького (УкрНДДЛГА), Харків, Україна

²Поліський філіал УкрНДДЛГА, Довжик, Житомирська область, Україна
tkachurif@gmail.com

Tkach V.P.¹, Orlov O. O.², Shevchuk V. V.²

¹Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky (URIFFM), Kharkiv, Ukraine.

²Polisky Branch of URIFFM, Dovzhyk, Zhytomyr region, Ukraine

Вступ. Після аварії на ЧАЕС минуло більше 37 років. Незважаючи на значні наукові здобутки лісової радіоекології, все ще залишаються складні проблеми, пов'язані з радіоактивним забрудненням лісів та використанням лісової продукції.

Результати та висновки. Вже у перший післяаварійний період були проведені численні радіаційні обстеження лісів за розробленою нами методикою, отримано поквартальні картосхеми радіоактивного забруднення лісів ізотопами Cs, Pu та ⁹⁰Sr. На дослідній мережі Поліського філіалу та науково-дослідних станцій УкрНДДЛГА (більше 100 стаціонарних, біогеоценотичних науково-дослідних об'єктів) в Українському Поліссі на лісотипологічних засадах було отримано принципово нові дані щодо вертикальної міграції ¹³⁷Cs у головних типах лісових ґрунтів, коефіцієнтів переходу ¹³⁷Cs з ґрунту до деревних, дикорослих ягідних та лікарських рослин, а також істівних грибів в різних едафотобах. Ці дані було включено до нормативного документу МАГАТЕ TRS-472. Регулярні 30-річні фундаментальні дослідження на стаціонарних науково-дослідних об'єктах дозволили виявити закономірності динаміки радіоактивного забруднення лісових ресурсів та розподілу валового запасу ¹³⁷Cs у компонентах лісових біогеоценозів. На цій основі розроблено кілька редакцій науково обґрунтованих рекомендацій з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісів, низку Державних гігієнічних нормативів тощо.

Проблемним питанням у радіоекології та лісовому господарстві України залишається недостатня вивченість міграції ⁹⁰Sr у лісах, оскільки більша частина наукових результатів була отримана для ¹³⁷Cs, а колообіг ⁹⁰Sr у лісах, його міграція у лісових ґрунтах та накопичення у компонентах лісових екосистем досліджені значно гірше. Після аварії на ЧАЕС радіоекологічними дослідженнями була охоплена територія Полісся, а ліси Лісостепу України, забруднені викидами ЧАЕС, збагаченими, зокрема, ⁹⁰Sr, у радіоекологічному відношенні вивчені лише фрагментарно. Слід радикально оновити технічну базу відомчих лабораторій радіології, поглибити дослідження міграції ⁹⁰Sr у компонентах лісових біогеоценозів, його накопичення у лісовій продукції, розробити нові гігієнічні нормативи вмісту ⁹⁰Sr у деревині з урахуванням Державного стандарту України на деревину (за класами якості). Доцільно продовжити багаторічні моніторингові спостереження на біогеоценотичних стаціонарах за міграцією ¹³⁷Cs, а в регламенті спостережень передбачити також ⁹⁰Sr та безвідкладно запровадити систему моніторингу за лісами на державному рівні.

Ключові слова: ліси, лісове господарство, радіоактивне забруднення, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr.

Keywords: forests, forestry, radioactive contamination, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr.

THE ROLE OF PRE-SOWING IRRADIATION IN THE DEVELOPMENT OF SEEDS OF *CICER ARIETINUM* L. IN THE CONDITIONS OF SALT STRESS

Velijanov Mehriban, Jafarov Elimkhan, Orujova Camala, Jafarov Anar
Radiobiology laboratory, Institute of Radiation Problems of the Ministry of Science and
Education of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
mehriban.velijanova@gmail.com

Given that soil salinity is a major threat to crop development and productivity, efforts in recent years to reduce the negative effects of salinity stress have prevailed. Among the attempts to reduce, albeit partially, the negative effects of salt stress on the growth and development of plants, special attention is paid to the use of gamma radiation. This is primarily due to the fact that gamma rays, which are composed of high-energy photons, are ionizing radiation that can interact with living tissues by freely penetrating them. It has been found that at high radiation doses, this interaction reduces the growth rate and reproductive capacity of plants and causes DNA damage and morphological changes. In contrast, at low doses, gamma radiation can accelerate the growth and development of plants by stimulating physiological and biochemical processes (the phenomenon of "hormesis").

Despite the availability of the data on the ability of excess salt to cause serious metabolic changes, accelerate the peroxide oxidation of lipids in plant cells, to activate free radical oxidation processes resulting in the formation of various reactive oxygen species, it has not yet been possible to obtain the desired results in the study of the mechanisms of adaptation of plants to high salinity conditions and in clarifying the details of the role of the radiation factor in this process.

For this reason, it is of great scientific and practical importance to clarify the role of pre-sowing gamma irradiation treatment of seeds in the adaptation of plants to high salinity conditions, and in this case to study the details of adaptation mechanisms.

We aimed to clarify the role of pre-sowing gamma irradiation treatment of seeds and to study the details of adaptation mechanisms of plants to high salinity conditions.

For this purpose, the effect of a wide range of radiation doses on growth and development, the course of lipid peroxidation reactions in plant cells, the intensity of the photosynthetic process in plant leaves, quality indicators of the plants, and the antioxidant defense system were studied in chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown under salt stress.

It has been found that while individual effects of high radiation doses and high salt concentrations have an inhibitory effect on the growth and development of the studied plants, certain doses of radiation can attenuate the negative effects of salt even at high concentrations.

It has been found that pre-sowing gamma irradiation treatment with small doses stimulates the synthesis of small-molecule antioxidants such as proline and carotenoids, and activates antioxidant enzymes, which are extremely important in protecting plants from the harmful effects of salt stress.

Irrefutable results were obtained on the ability of the coordinated action between small-molecule and large-molecule antioxidants and between antioxidant enzymes in the operation of the plant antioxidant system under salt stress.

Keywords: *Cicer arietinum* L., pre-sowing γ -irradiation, salt stress, antioxidant defence system.

ДОЗИ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ МЕШКАНЦІВ ОКРЕМИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ У 2022 РОЦІ

INTERNAL RADIATION DOSES OF RESIDENTS IN SPECIFIC SETTLEMENTS OF KYIV REGION IN 2022

Василенко В.В., Курята М.С., Морозов В.В., Литвинець Л.О., Міщенко Л.П.
Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», Київ, Україна

Vasylenko V.V., Kuriata M.S., Morozov V.V., Lytvynets L.O., Mischenko L.P.
State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС території північних районів Київщини зазнали забруднення радіонуклідами. Найбільш забрудненими виявилися населені пункти (НП) Вишгородської, Іванківської, Поліської громад, де частка внутрішнього опромінення виявилася більш значущою від зовнішнього. Мешканці цих районів отримали значні дози внутрішнього опромінення від «чорнобильської компоненти» і на сьогоднішній день потребують контролю доз внутрішнього опромінення та вивчення їх формування.

Матеріали та методи. Було проведено визначення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs шляхом прямого вимірювання на лічильниках випромінювання людини (ЛВЛ) у мешканців восьми НП Київської області – сс. Рагівка, Луговики, Мар'янівка, Зелена Поляна Поліської об'єднаної територіальної громади (ОТГ) та сс. Горностайпіль, Дитятки, Піски, Карпилівка Іванківської ОТГ. В роботі використано математичні, дозиметричні, радіохімічні методи.

Результати та висновки. В результаті проведеного ЛВЛ-моніторингу встановлено такі особливості формування доз внутрішнього опромінення на поточному етапі аварії:

– середні річні дози внутрішнього опромінення в обстежених НП варіюються у межах $0,11 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у с. Дитятки до $0,022 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у сс. Карпилівка та Піски в Іванківській ОТГ та від $0,014 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у с. Мар'янівка до $0,031 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у с. Рагівка в Поліській ОТГ відповідно. Максимальні зареєстровані індивідуальні річні дози внутрішнього опромінення: у Іванківській ОТГ – $0,05 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у мешканця с. Піски, у Поліській ОТГ – $0,20 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у мешканця с. Зелена Поляна.

– середні дози внутрішнього опромінення у дорослих вищі, ніж у дітей – в 1,2 раза у Іванківській ОТГ ($0,017 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ – дорослі, $0,014 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ – діти), і у 1,6 раза у Поліській ОТГ ($0,021 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ – дорослі, $0,013 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ – діти);

– середні дози внутрішнього опромінення у чоловіків у 1,3 вищі, ніж у жінок у Іванківській ОТГ (чоловіки – $0,021 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$, жінки $0,16 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$), і дещо більше, у 1,5 раза – у Поліській громаді (чоловіки – $0,026 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$, жінки $0,017 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$);

– рівні опромінення у професійних групах відрізняються мало – незначно вищі рівні опромінення у групах службовців та пенсіонерів, найнижчі – у групі військових;

Зареєстроване зниження річних доз внутрішнього опромінення в обстежених НП Поліської ОТГ у 1,7 раза ($0,030 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у 2019 р. і $0,018 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у 2022 р.), у Іванківської ОТГ у 1,1 раза ($0,018 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у 2016 р. і $0,016 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у 2019 р.). Можна констатувати подальше уповільнення зниження доз опромінення у порівнянні з попередніми роками у Іванківській ОТГ на відміну від Поліської, в якій через окупацію обстежених НП у лютому–квітні практично повністю обмежене відвідування лісів.

Ключові слова: дози внутрішнього опромінення, вміст інкорпорованого ^{137}Cs .

МОЖЛИВІСТЬ РАДІАЦІЙНОГО ЕКОЦИДУ В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

THE POSSIBILITY OF RADIATION ECOCIDE IN THE CONDITIONS OF WAR IN UKRAINE

Войціцький В.М., Хижняк С.В., Довбиш О.Б.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ
khs2014@ukr.net

Voitsitskiy V.M., Khyzhnyak S.V., Dovbysh O.B.
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Розв'язання війни державою, що володіє ядерною зброєю, не виключає вірогідності її застосування. Уражувочими факторами застосування ядерної та термоядерної зброє є: ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація та радіоактивне зараження. Розраховано, що за використання майже одночасно всіх запасів ядерної та термоядерної зброї ядерними державами: Російська Федерація, Сполучені Штати Америки, Франція, Великобританія і Китай призведе до знищення Землі як планети. Сценарії розвитку ядерної війни (від «ядерного літа», а це «ядерне пекло», до «ядерної зими») надзвичайно докладно з науковим обґрунтуванням розглянуто і викладено у відкритих джерелах, особливо в період так званої холодної війни між СРСР та США.

Воєнний екоцид, спричинений веденням війни будь якими засобами зброї – особливо тяжкою формою екоциду, що призводить до порушення екосистем середовища проживання людини в результаті бойових дій. Нажаль в Україні це відбулося не лише під час Другої світової війни (1939 – 1945 рр.), але відбувається і зараз внаслідок російсько-української війни (з 2014 р.), особливо після розв'язання РФ повномасштабної війни (2022 р.). Пересічній людині важко зрозуміти весь жах ядерної війни, особливо коли ведуться розмови про можливість тільки локальних тактичних ядерних ударів. Однак вони можуть бути передумовою до повномасштабної ядерної війни, яка може призвести до знищення людства та переважної кількості біоти.

Крім того, існують і інші джерела можливого радіоактивного забруднення довкілля, зокрема внаслідок пошкоджень енергетичних ядерних об'єктів. Такий негативний досвід пов'язаний з аварією на Чорнобильській АЕС (26.04.1986 р.) та існують відомості стосовно аварії на АЕС Фукусіма (Японія, 11.03.2011 р.), які класифікуються як глобальні екологічні катастрофи. В ядерній енергетиці, нажалі, відбувались і інші аварії.

Для діючих в Україні Південно-Українській, Ровенській, Хмельницькій, а також захопленій РФ найбільшій в Європі Запорізькій АЕС не виключена загроза пошкодження внаслідок воєнних дій з викидом у довкілля радіоактивних речовин. Причому пошкодженими можуть бути і допоміжні підприємства, зокрема сховища для зберігання ядерного палива, у тому числі відпрацьованого. В принципі, будь яке підприємство ядерно-паливного комплексу становить радіаційну загрозу при його пошкодженні чи виведенні із ладу. Радіоактивне забруднення довкілля може відбутись за умов руйнування, внаслідок воєнних дій, медичних та наукових установ в яких використовуються радіоізотопи. У військових діях можуть бути застосовані так звані «брудні бомби» чи радіологічний розсіюючий пристрій - боеприпаси, які містять суміш вибухівки та радіоактивний матеріал.

Таким чином, використання за військових дій радіоактивного матеріалу або руйнування установ та підприємств де вони зберігаються чи використовуються – це свідомий радіаційний екоцид, який потрібно попередити всіма доступними засобами, на усіх міжнародних рівнях.

БИОМАСА МІКРООРГАНІЗМІВ ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТУПЕНЮ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

BIOMASS OF SOIL MICROORGANISMS DEPENDING ON THE DEGREE OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

Волкогон І.В.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ
i_volkohon@ukr.net*

Volkohon I.V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

У наявній літературі до сьогодні не існує узгодженої точки зору щодо впливу іонізуючої радіації на розвиток ґрунтових мікроорганізмів та формування їх біомаси. У більшості публікацій автори приходять висновку про негативну дію радіоактивного забруднення на ці показники. Невідомо також чи зберігається вплив радіації на ґрунтову мікробіоту через 36 років після аварії на Чорнобильській АЕС. У зв'язку з цим ми проводили дослідження на двох полігонах з різним рівнем радіоактивного забруднення. Полігон № 1 розташований у Народицькому районі Житомирської області є зоною обов'язкового (безумовного) відселення. На цьому полігоні обрано три точки для відбору ґрунтових зразків з різним ступенем радіоактивного забруднення. Полігон № 2 знаходиться у зоні відчуження ЧАЕС поряд з т. з. «Рудим лісом». Полігон № 2 має чотири точки відбору зразків, які мають значно вищий рівень забруднення радіонуклідами порівняно з полігоном № 1. Однорідність кліматичних умов для окремих полігонів забезпечується географічною близькістю розташування дослідних точок (максимально до кількох сотень метрів між окремими точками). Питома активність радіонуклідів у вибраних для досліджень точках відрізняється у рази і, відповідно, доза опромінення ґрунтової мікробіоти також буде відрізнятися у рази.

У динаміці досліджували вміст у ґрунті біомаси мікроорганізмів (субстрат-індукований респіраторний метод) за використання газового хроматографа «Chrom-5».

У ході досліджень встановлено, що невисокі рівні радіоактивного забруднення сприяють активізації розвитку мікроорганізмів. На полігоні № 1 накопичення мікробної маси було найменшим за слабого забруднення і найбільшим – за підвищеного. У той же час, аналіз ґрунту на полігоні № 2 показав значно нижчі (в межах одного порядку) показники, особливо у точці з найвищим рівнем забруднення.

Отже, проведені дослідження свідчать про залежність розвитку мікроорганізмів від рівня іонізуючої радіації. Відносно невисокі її рівні на полігоні № 1 (до 1,6 мкГр/год.) сприяли накопиченню мікробної біомаси у ґрунті. Високі рівні поглинених доз у ґрунті полігону № 2 (від 3,7 до 61,6 і, особливо за потужності дози 84,0 мГр/год.) негативно впливали на досліджувані показники. Таким чином, можна стверджувати, що негативний вплив високих доз радіації у зоні відчуження Чорнобильської АЕС на формування біомаси мікроорганізмів зберігається протягом тривалого часу.

Ключові слова: Чорнобильська АЕС, радіоактивне забруднення, біомаса мікроорганізмів.

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИОЛОГІЧНИХ І ГЕНЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОСЛИН РОДИНИ SALICACEAE ЗА ДІЇ УЛЬТРАФІОЛЕТУ

THE MODERN STATE OF RESEARCH OF THE PHYSIOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS IN PLANTS OF SALICACEAE FAMILY UNDER THE ACTION OF ULTRAVIOLET

Яців В.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН, України, Київ, Україна
scientist0612@gmail.com*

Yatsiv V.

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

Вступ та мета. Надмірні рівні ультрафіолетового випромінювання типу В і С можуть викликати ряд порушень у організмах рослин. На сьогодні існує досить мало досліджень, присвячених впливу УФ-випромінювання на деревні рослини в цілому, і в тому числі й щодо впливу УФ-В-випромінювання на деревні рослини родини Salicaceae. Актуальність даної роботи полягає в дослідженні впливу експресії генів, відповідальних за стійкість до УФ-випромінювання, на ростові характеристики і виробництво біомаси у тополі та верби в світлі глобальних змін клімату. Метою роботи є дослідження впливу УФ-В-випромінювання на фізіологічні та генетичні характеристики у деревних рослин родини Salicaceae.

Матеріали та методи. Для вирішення поставленої мети планується застосовувати наступні методи: мікроклональне розмноження в культурі *in vitro*, ПЛР і ПЛР у реальному часі, біометричні вимірювання, конфокальна та світлова мікроскопія. Об'єктами дослідження будуть високопродуктивні клони тополі «Новоберлінська-3» та верби «Житомирська-1», а також гени, залучені до відповіді на дію УФ випромінювання у даних клонів. За допомогою ФТІР-спектроскопії буде досліджено вміст амід І та амід ІІ доменів у листках.

Результати та висновки. В ході дослідження очікується виявити зміни в опромінених рослинах наступних біометричних, біохімічних та фізіологічних параметрів: швидкості росту та накопичення біомаси, довжини стебла, площі листків, вмісту хлорофілу, антоціанів та флавоноїдів, зміни у функціональному стані продохів. Можливе зростання вмісту амід І доменів за дії УФ-випромінювання свідчатиме про утворення пріоноподібних білків в листках тополі та верби.

Подяка. Робота підтримується грантом Національного фонду досліджень України (№ 2020.02/0316).

Ключові слова: ультрафіолетове випромінювання, верба, тополя, ФТІР-спектроскопія.

**ВПЛИВ UV-B ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ФЕРТИЛЬНІСТЬ ТА СТЕРИЛЬНІСТЬ
ЕНДЕМІЧНОГО ВИДУ РОСЛИН *GYPSOPHILA THYRAICA KRASNOVA*
(*CARYOPHYLLACEAE*)**

**THE EFFECT OF UV-B RADIATION ON THE FERTILITY AND STERILITY OF
THE ENDEMIC PLANT SPECIES *GYPSOPHILA THYRAICA KRASNOVA*
(*CARYOPHYLLACEAE*)**

Юзик М.А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
yuzyk.mykola@gmail.com

Yuzyk Mykola

National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction and aim. The increase in the intensity of ultraviolet radiation affects the morphophysiological and biochemical parameters of plant organisms. These changes depend on the biological structure being analyzed, the stage of ontogenesis, genotype and conditions of irradiation: dose, power, spectral composition. The effect of increasing 70 long-wave UV-B radiation is changes in the reproductive function of plants. Endemic and rare plant species, one of which is the investigated *Gypsophila thyraica* Krasnova, require detailed study and protection.

Materials and methods. Pollen of the rare species *G. thyraica* was collected in the conditions of the reserve "Verbetsky Tovtry" (Khmelnyskyi region). The source of ultraviolet rays was a UV Lamp 36, with radiation in the wavelength range of 253.7 μm . Irradiation of anthers took place according to the scheme of the experiment: option 1 – irradiation time of 10 minutes; option 2 – 20 minutes; option 3 – 30 minutes; option 4 – control, pollen was not irradiated. The quality of pollen was evaluated using the iodine method (fertilization ability) and the method of intravital dyes according to V.N. Yurtsev (viability) using a standard microscopic technique (Bresser Trino Resercher). Pollen grains (p.z.) were counted in 20 fields of view at a microscope magnification of 10x10 for each variant. Statistical processing of the research results was carried out according to generally accepted methods.

Results and conclusions. It was established that the fertility of *G. thyraica* pollen in natural populations during the flowering period of plants is high, but the sterility is very low. After additional UV-B irradiation at different exposure options (10, 20, 30 min), pollen fertility indicators decreased slightly, which indicates relative resistance to small doses of UV-B irradiation. Fertility of pollen with short-term irradiation (10-20 min) doubled, with longer (30 min) it decreased to the level of the control group, which indicates the stimulating effect of the first and the suppressing effect of the second variant of irradiation.

Keywords: *Gypsophila thyraica*, pollen, ultraviolet irradiation, viability, sterility, fertility.

THE EFFECT OF KOJIC ACID ON *PISUM SATIVUM* UNDER UV C IRRADIATION

Zhuk I., Kovbasenko R., Shylina J.

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
ivzhukvi@gmail.com*

Introduction and aim. UV-C irradiation is being considered as a disinfection and a stimulation method to prevent and treat plant infections in greenhouses. UV-C could kill microorganisms on the leaf surface by induce changes in DNA structure and damage phytopathogen cells. However, there are also possibilities of negative consequences for plant tissues too even with low doses. Therefore, the ways for supporting the plant protection during UV-C treatment must be studied to enhance the useful effect and minimize the risks of plants damaging. Kojic acid as an antioxidant and inhibitor of melanin synthesis could modify the influence of UVC on plants. In our previous work, we have shown that kojic acid had the stimulation effect for plant non-specific immunity and decreased the damage of fungal pathogens in wheat plants. So the aim of our research is to combine the UV C irradiation and kojic acid treatment and study the effect of both on plants.

Materials and methods. *Pisum sativum* plants cv. Aronis were grown in water culture conditions during 14 days then treated by kojic acid solution (0,1 mM) The 10kJ dose were obtained by Philips Special TUV 30 W lamps during 24 minutes. The content of hydrogen peroxide was measured in leaves during the experiment spectrophotometrically according to Chen, Kao method. Morphometric parameters were measured too. The data was statistically processed.

Results and conclusions. The UV-C by itself caused during the experiment the slight growth delaying by decreasing the plant height. Some leaves were damaged under UV-C irradiation that was observed by their rapid degradation and senescence. However, these *Pisum sativum* plants developed new leaves several days after UV C treatment and stayed alive. The hydrogen peroxide is known as a signal molecule and an important chain in the antioxidant protection system. It is shown that the level of hydrogen peroxide increased significantly after UV C treatment, the highest content of hydrogen peroxide were determined 7 – 10 days after irradiation. The kojic acid treatment without the irradiation stabilized the level of hydrogen peroxide in plant cells and the values were similar to control. However, the combination of kojic acid and UV C irradiation induced the dramatical increasing of hydrogen peroxide content in leaves until the 10th day after treatment. At the time point of 14 days after the kojic acid treatment and irradiation the level of endogenous hydrogen peroxide in *Pisum sativum* leaves stabilized just at the control level but in plants without kojic acid treatment the content of hydrogen peroxide after the irradiation were still high, nearly two folded compared to control.

It is established that kojic acid modified the plant adaptive answer by enhancing the activation of plant signal and antioxidant systems so there is a perspective way to improve the usage of UV C for plant protection against diseases.

Keywords: UV C, *Pisum sativum* L., kojic acid, hydrogen peroxide, plant protection.

INFLUENCE OF CHRONIC GAMMA-IRRADIATION ON PATHOGENICITY FACTORS EXPRESSION OF THE BACTERIA *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

Zhuk I.¹, Shylyna J.¹, Molozhava O.², Shevchenko J.³

¹*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Educational and Scientific Centre "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

³*Syngenta AG, Basil, Switzerland
ivzhukvi@gmail.com*

Introduction and aim. The influence of the chronic irradiation on microorganisms in ecosystems contaminated with radionuclides has been insufficiently studied. It is known that the long-term exposure to the radiation in low doses leads to changes in the microflora activation, its resistance to adverse environmental factors and pathogenic properties. There is an effect to enhance the bacteria pathogenicity due to the stimulation of their pathogenicity factors expression. The aim of our research was to investigate the influence of the chronic gamma-irradiation on the cell proliferation, the expression of pathogenicity factor pyocyanin and the protective pigment pyomelanin of bacteria *Pseudomonas aeruginosa*.

Materials and methods. *P. aeruginosa* bacteria of phytopathogenic strains (IMB 9024, IMB 9095, IMB 9096) and saprophytic strains (IMB 8614, IMB 8615) were exposed to the chronic irradiation for 8 days (test tube with ¹³⁷Cs, dose rate 1.2.10⁻⁸ Gy/s, the absorbed dose is approximately 0.008 Gy). Control cultures were under the same conditions without irradiation. The proliferative activity of bacteria and the content of pyocyanin and pyomelanin were determined spectrophotometrically in relative units. The λ_{690} and λ_{600} wavelengths were used to determine cell density. The concentration of pyocyanin was measured at wavelengths λ_{520} and λ_{330} . The concentration of pyomelanin was determined at λ_{400} . The data was statistically processed.

Results and conclusions. Chronic gamma irradiation of bacteria for 8 days led to increase pyocyanin concentration in all phytopathogenic strains of *P. aeruginosa* (IMB 9024, IMB 9095, IMB 9096) in the experiment. The highest level of the pyocyanin synthesis stimulation was in the strain *P. aeruginosa* IMB 9024 with the properties of a polyspecific pathogen. Chronic gamma irradiation of bacteria led to the stimulation of the pyomelanin formation in phytopathogenic strains of *P. aeruginosa* IMB 9024 and IMB 9096. However, such stimulation was not observed in saprophytic strains. It is established that chronic irradiation caused the significant increase (approximately 1.5 times) in the proliferative activity of the pathogenic strain *P. aeruginosa* IMB 9024. The increase in the reproduction rate was also detected in other phytopathogenic strains *P. aeruginosa* IMB 9095 and IMB 9096. Thus, we have shown that the chronic irradiation of bacteria had the stimulation effect on the pyocyanine and the pyomelanine synthesis and cell proliferation of the phytopathogenic strains *P. aeruginosa*. We could conclude that the chronic irradiation may be the source of variations more for pathogenic microorganisms than for saprophytic ones. We suppose that the reason is the natural competition and for pathogenic strains is important to be under the low radiation with the higher level of protection via pyomelanin stimulation and have more toxic weapon such as pyocyanin against another microorganisms according to their aggressive life strategy. Those that lost the battle may become the resource for saprophytic microorganisms.

Keywords: chronic gamma-irradiation, *Pseudomonas aeruginosa*, pyocyanine, pyomelanine, cell proliferation.

ДІЯ ХРОНІЧНОЇ НЕІОНІЗУЮЧОЇ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОЇ РАДІАЦІЇ НА РОСЛИНИ ГОРОХУ

EFFECT OF CHRONIC NONIONIZED ULTRAVIOLET RADIATION ON PEA PLANTS

Жук В.В., Міхеев О.М., Овсяннікова Л.Г.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна
vzhukv@gmail.com

Zhuk V.V., Mikheev A.N., Ovsyannikova L.G.

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ та мета. Зростання кількості ультрафіолетової радіації, зокрема ультрафіолету В (УФ-В) у спектрі сонячних променів, які досягають поверхні рослинного покриву, підвищує ризики ушкодження культурних рослин, знижує їх продуктивність, тому дослідження їх реакції на дію УФ-В залишається актуальною проблемою. Рівні УФ-В опромінення залежать від сезону, товщини озонового шару і для Європи складають від 2 до 4 кДж/м² на день. Метою роботи було вивчення відповіді рослин гороху на дію хронічного опромінення УФ-В.

Матеріали та методи. Рослини гороху сорту Готівський вирощували в умовах водної культури за температури 24⁰С, тривалості дня 16 і ночі 8 годин. Дослідні рослини у фазі 3 ярусів листків піддавали дії хронічного УФ-В опромінення дозами 3, 3,5 і 4 кДж/м² на день потужністю 0,8 Вт/м² протягом 5 днів, яке створювали за допомогою УФ-В ламп фірми Philips. Контрольні рослини захищали скляним фільтром товщиною 5 мм. Визначення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках гороху проводили за Ліхтенталером, перекису водню (ПВ) – за Чен та Као.

Результати та висновки. Встановлено, що дія дози УФ-В 4 кДж/м² на день на рослини гороху була інгібуючою і спричиняла незворотне ушкодження апікальної меристеми пагона, яке призводило до уповільнення росту та загибелі рослин через 2 тижні після їх опромінення. Дія дози 3,5 кДж/м² на день викликала зростання ендогенного вмісту ПВ у 3,5 рази, різке зменшення вмісту хлорофілу у опромінених листках, ушкодження 2 верхніх ярусів листків, які протягом двох тижнів змінювались новими. Опромінення дозою 3 кДж/м² на день викликало ушкодження одного верхнього ярусу листків, які були замінені новими протягом одного тижня після завершення дії УФ-В. Дія УФ-В у дозі 3 кДж/м² призводила до зростання ендогенного рівня ПВ у листках у 2-3 рази порівняно з відповідними рівнями у рослин контролю. Одночасно відбувалось зростання вмісту каротиноїдів у листках. Отримані результати свідчать, що хронічне опромінення рослин гороху УФ-В у дозах, вищих за 3 кДж/м² на день здатні спричиняти ушкодження, які пригнічують ріст, знижують продуктивність. Дія дози 4 кДж/м² на день виявилась летальною для молодих рослин гороху. Таким чином, збільшення дози хронічного опромінення УФ-В у помірних широтах негативно впливає на культурні рослини помірної зони, спричиняє оксидний стрес, руйнацію пігментного комплексу листків. Підвищення вмісту каротиноїдів у листках виконує захисну функцію, забезпечує утилізацію надлишку активних форм кисню, сприяє виживанню рослин в стресових умовах середовища.

Ключові слова: *Pisum sativum L.*, УФ-В, фотосинтетичні пігменти, ПВ.

**СТИМУЛЯЦІЯ УФ-С І РЕНТГЕНІВСЬКИМ ПЕРЕДПОСІВНИМ
ОПРОМІНЕННЯМ НАСІННЯ ВМІСТУ АНТИОКСИДАНТІВ У СУЦВІТТЯХ
РОСЛИН ГЕНОТИПІВ *MATRICARIA CHAMOMILLA* L.**

**STIMULATION OF ANTIOXIDANT CONTENT IN FLOWERS OF *MATRICARIA
CHAMOMILLA* L. GENOTYPES BY UV-C AND X-RAY IRRADIATION OF THE
SEEDS**

Жук В.¹, Соколова Д.¹, Пчеловська С.¹, Сакада В.¹, Глущенко Л.², Кравець О.¹

¹ Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, м. Київ
² Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування
НААН України, Лубни
vzhukv@gmail.com

Zhuk V.¹, Sokolova D.¹, Pchelovska S.¹, Sakada V.¹, Glushchenko L.², Kravets O.¹

¹ Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
² Research Station of Medicinal Plants, Institute of Agroecology and Nature Management,
NAAS of Ukraine, Lubny, Ukraine

Вступ та мета. Дослідити відмінності у стимуляції вмісту флавоноїдів і фенолів у суцвіттях рослин восьми генотипів ромашки аптечної при передпосівному УФ-С та рентгенівському опроміненні насіння.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на 8 генотипах *Matricaria chamomilla* L. Було використано 6 сертифікованих сортів різного географічного походження і несортовий матеріал, що фактично є едафічними екотипами. Повторюваність досліду трикратна. Сухе насіння опромінювали на рентгенівській установці РУМ-17 при дозі 5–15 Гр, потужність дози 1,42 сГр/с. УФ-С опромінення при дозі 5–15 кДж/м² проводили на установці ОБМ-150 М (Україна) з двома лампами Philips Special TUV 30 W (виробник Нідерланди). Вибір доз опромінення як рентгенівського, так і УФ-С визначали на основі побудови дозових залежностей в царині «малих» доз попередньо та ці показники закріплено патентами України.

Результати та висновки. Виявлено групи генотипів, у яких стимулюючий вплив на вміст антиоксидантів дає переважно УФ-С опромінення, а також групи зі значним підвищенням вмісту антиоксидантів при рентгенівському опроміненні. Показана висока значуща кореляція ($R = 0,84$) між стимуляцією синтезу флавоноїдів рентгенівським опроміненням і рівнем цих антиоксидантів в контролі. Вища за середню ($R = 0,64$), але незначуща, кореляція спостерігається між рівнем вмісту флавоноїдів при УФ-С стимуляції і рівнем цих антиоксидантів в контролі. Кореляцію між вмістом фенолів в контролі і підвищенням цього показника при опроміненні не виявлено.

Головним результатом дослідження є встановлення значної залежності ефекту стимуляції від генотипу рослин, що вказує на напрямки теоретичного дослідження механізмів цього явища. З іншого боку, встановлено, що розрахунок лінійної кореляції Пірсона є досить інформативним при відборі генотипів для біотехнологічного використання.

Ключові слова: Pre-sowing seeds radiation exposure, UV-C, X-rays, antioxidant protection

CURRENT DISTRIBUTION OF ¹³⁷Cs IN HIGH MOISTURE SOILS OF BLACK ALDER FORESTS IN UKRAINIAN POLISSIA

Zhukovskyi O.V.¹, Krasnov V.P.²

¹Polisky Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Dovzhyk, Zhytomyr region, Ukraine

²Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine
zh_oleh2183@ukr.net

Introduction and aim. Black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), which is one of the main forest-forming species of Volyn and Zhytomyr Polyssia forests, grows in various forest site types but its largest areas are located in damp fairly fertile site type – 134,793 ha (66.7 %). Damp fairly fertile site type soils are quite diverse in terms of mechanical composition, and the areas where they are distributed very often have specific hydrological conditions, which affect the intensity of chemical elements migration within the limits of small circulation of substances in forest ecosystems. These circumstances require more detailed studies on the radionuclides distribution in order to predict possible rates of their migration to the components of forest phytocenoses. The purpose of the research is to establish current distribution of ¹³⁷Cs in damp fairly fertile site type soils within black alder plantations at different frequency and degree of irrigation.

Materials and methods. The study was carried out in 2022 at Luhyny Forestry branch of the State Enterprise "Forests of Ukraine" on 2 sample plots planted in different phytocenoses of damp fairly fertile site type (C₄): *Alnetum (glutinosaae) caricosum (brizoides)* and *Alnetum (glutinosaae) phragmitoso-caricosum (acutiformis)*. The soils are peat-sod-medium podzolic, illuvial-gley on water-glacial deposits. During the study, generally accepted methods of forest radioecology were used.

Results and conclusions. It was established that there is a significant difference in ¹³⁷Cs content in forest litter of various alder phytocenoses: in *Alnetum (glutinosaae) caricosum (brizoides)*, there is 27.3 % of the total radionuclide activity in soil, and in *Alnetum (glutinosaae) phragmitoso-caricosum (acutiformis)* – 13.7 %. There also differences in the distribution of this indicator in the mineral part of soil. Thus, in the first phytocenosis, the share of radionuclide activity is the following: in soil layers of 0-10 cm – 58.2 %, 11-20 cm – 11.1 %, 21-30 cm – 2.5 %, and in the second phytocenosis – 68.6, 10.6 and 5.2 % respectively.

It is known that ¹³⁷Cs migration in soil is influenced by various factors, in particular soil moisture. Thus, the areas where *Alnetum (glutinosaae) caricosum (brizoides) phytocenosis* is widespread belong to non-wetlands, while the areas with *Alnetum (glutinosaae) phragmitoso-caricosum (acutiformis)* belong to periodically flooded areas. In the first phytocenosis, there is more accumulation of forest floor and its slower mineralization. In the second phytocenosis, which is characterized by a less developed live above-ground cover, the forest floor mineralizes quickly and retains few radionuclides. Besides, it is possible that a part of ¹³⁷Cs in the *Alnetum (glutinosaae) phragmitoso-caricosum (acutiformis)* is washed out of the forest floor by water during the flooding period and transferred to the adjacent areas. It is also possible that a similar wetting regime in this phytocenosis slows down the migration of the radionuclide into the deeper layers of soil.

Keywords: radionuclide, total activity, phytocenosis, forest floor, damp fairly fertile site type (C₄).

СПОНТАННА АУТОФАГІЯ У ЛЕЙКОЦИТАХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС

SPONTANEOUS AUTOPHAGY IN PERIPHERAL BLOOD LEUKOCYTES OF CLEAN-UP WORKERS OF THE CHORNOBYL ACCIDENT

Зварич Л., Бази́ка Д.

*Державна установа "Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України", Київ, Україна
l.zvarych@ukr.net*

Zvarych L., Bazyka D.

*State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine
l.zvarych@ukr.net*

Вступ та мета. Аутофагія – катаболічний механізм, що забезпечує гомеостаз клітин і тісно пов'язаний з системою відповіді на пошкодження ДНК. Існує брак даних про дію іонізуючого випромінювання на механізми активації та регуляції аутофагії у лейкоцитах, та її роль у функціонуванні імунної системи людини як у ранній, так і у віддалений періоди після опромінення. Мета роботи – визначити спонтанну активність аутофагії у лейкоцитах периферичної крові учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС.

Матеріали та методи. Основна група – 39 учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (вік 56–63 років) із задокументованими дозами опромінення 9–990 мЗв. Контрольна група – 13 осіб чоловічої статі (вік 51–77 років). Лейкоцити периферичної крові інкубували протягом 2 год у поживному середовищі RPMI-1640 з L-глутаміном та NaHCO_3 у стандартних умовах з та без додавання хлорохіну. Рівень експресії маркера аутофагії – білка LC3B визначали методом проточної цитометрії. Медіана інтенсивності флуоресценції ($\text{MFI}_{\text{спонтанний}}$) LC3B становила базальний рівень аутофагії. Швидкість аутофагічного потоку розраховували за формулою $\text{MFI}_{\text{хлорохін-заблокований}} - \text{MFI}_{\text{спонтанний}}$.

Результати та висновки. Виявлено статистично значуще ($p < 0,05$) підвищення рівня спонтанної (10227,0 (7655,5; 12130,5)) та хлорохін-заблокованої експресії білка LC3B у гранулоцитах (9877,0 (8063,0; 14422,0)) і моноцитах (11727,5 (8767,0; 16702,0)) периферичної крові осіб основної групи порівняно з контрольною групою (8697,0 (6304,0; 10172,0)), (7994,5 (5994,0; 9867,0)) і (9005,0 (6119,0; 12575,0)), відповідно. Швидкість аутофагічного потоку у моноцитах осіб основної групи була статистично значуще підвищеною (2624,0 (1069,0; 4966,0), $p < 0,01$) відносно показника контрольної групи (288,0 (147,0; 907,0)). Не знайдено відмінностей досліджуваних показників у лімфоцитах осіб груп обстеження. Отримані результати можна пояснити можливим накопиченням генетичних мутацій та пошкоджень старіючими гематопоетичними стовбуровими клітинами (ГСК), а також ймовірним збереженням радіаційно ушкодженого пулу ГСК. За рахунок постійного утворення нових клонів нейтрофілів і моноцитів у зв'язку з їх короткою тривалістю життя, ймовірність передачі пошкоджень від ГСК до клітин мієлоїдного ряду збільшується. Тому у даних субпопуляцій лейкоцитів вищі базальні рівні аутофагії, ніж у лімфоцитах, спрямовані на елімінацію пошкоджень.

Ключові слова: аутофагія, лейкоцити, імунна система, іонізуюче випромінювання, аварія на ЧАЕС.

ЗМІСТ / CONTENT

НАУКОВІ НАПРЯМИ / SCIENTIFIC TOPICS	3
ВСТУПНЕ СЛОВО / OPENING SPEECH	4
PUBLIC HEALTH EDUCATION AND TRAINING IN RADIOBIOLOGY: ADVANCING KNOWLEDGE AND SKILLS FOR EFFECTIVE RADIATION PROTECTION Aliyev A.Z., Bagirova M.H., Mukhtarov M.M., Karimova G.A., Omarova Z.M., Aghamaliyeva A.J., Agamaliyeva U.J.	5
MOLECULAR-BIOCHEMICAL ASPECTS OF RADIATION-INDUCED APOPTOSIS Andriichuk T., Raksha N., Koval T., Ostapchenko L.	6
PROMISING WAYS TO PREVENT RADIATION-CAUSED EYE PATHOLOGY IN THE POPULATION IN EMERGENCY SITUATIONS AT NUCLEAR POWER PLANTS Babenko T.F., Pilmane M., Fedirko P., Garkava N., Dorichevska R., Yefimova Yu.	7
ESTABLISHMENT OF FLUORESCENT PROBES FOR DICENTRIC ANALYSIS OF WILD RODENTS IN CHERNOBYL EXCLUSION ZONE Bandazhevsky Yu. I., Dubova N. F.	8
ACCUMULATION OF ¹³⁷ Cs BY EPIGEOUS LICHENS OF POLISKY NATURE RESERVE Belska O., Orlov O.	9
HETEROPLASTIC GRAFTING OF THE CHICKPEA ON PEA SEEDLINGS ACTIVATES THE AMYLOIDOGENESIS IN THE INTERGROWTH ZONE OF TISSUES Berezhna V.V., Litvinov S.V., Rakhmetov D.B., Kutsokon N.K., Khudolieieva L.V., Kryvokhyzha M.V., Sakada V.I., Khoma Y.A., Nesterenko O.G., Rashydov N.M.	10
ESTABLISHMENT OF FLUORESCENT PROBES FOR DICENTRIC ANALYSIS OF WILD RODENTS IN CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Burdo O., Nakata A., Miura T., Anderson D., Ishiniwa H.	11
LASER-DRIVEN BIOLOGICALLY INSPIRED MOLECULAR NANOMOTORS: VELOCITY CONTROL BY VARYING MOLECULAR STRUCTURE AND IRRADIATION PARAMETERS Dekhtyar M.L., Rozenbaum V.M., Rozenbaum E.V.	12
ENVIRONMENTAL AND RADIOLOGICAL THREATS CAUSED BY THE EXPLOSIVE DESTRUCTION OF THE KAKHOVKA HPP DAM Dolin V., Yakovlev Ye., Kopylenko O., Trofymchuk O., Stefanyshyn D., Orlov O.	13
INDICATORS OF BLOOD OXYGEN SATURATION IN SCHOOLCHILDREN RESIDING PERMANENTLY IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS Dmytrotsa O., Korzhyk O., Zhuravlov O.	15
OCCUPATIONAL EXPOSURE OF MEDICAL STAFF (Message 1) Domina E.A., Kopylenko O.L., Chekhun V.F.	16
OCCUPATIONAL EXPOSURE OF MINERS (Message 2) Domina E.	17
OCCUPATIONAL EXPOSURE OF ASTRONAUTS (Message 3) Domina E., Demchenko O.	18

ADAPTATION RESERVES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN CHILDREN LIVING NEAR THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT Dubova N. F., Bandazhevsky Yu. I.	19
RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF CERVICAL CANCER IN UKRAINE Dumansky Yu. V., Domina E. A., Makovetska L. I.	20
FORMATION OF RADIO-ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE IN HIGHER SCHOOL: EXPERIENCE AND PERSPECTIVES Dzhura N. M.	21
PRELIMINARY ASSESSMENT OF POSSIBLE MORPHOLOGICAL MECHANISMS OF STRABISMUS DEVELOPMENT AND REFRACTOGENESIS VIOLATIONS IN IRRADIATED <i>IN UTERO</i> Fedirko P., Pilmane M., Babenko T. F., Konopecka V.	22
SKELETAL DISORDERS IN JUVENILE FISH FROM THE RADIATION-CONTAMINATED LAKES WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Ganzha Ch. D., Gudkov D. I., Abramiuk I. I., Kaglyan O. Ye.	23
THE STATE OF BLOOD SYSTEM OF <i>MYODES GLAREOLUS</i> WHEN EXPOSED TO RADIATION Ganzha O. B., Rodionova N. K., Lypska A. I., Pavlovskiy V. V.	24
PRODUCTION OF REACTIVE OXYGEN SPECIES AND THE LEVEL OF MITOCHONDRIAL TRANSMEMBRANE POTENTIAL IN PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES OF CERVICAL CANCER PATIENTS Glavin O. A., Domina E. A., Ivankova V. S., Makovetska L. I., Khrulenko T. V.	25
DYNAMICS OF THE TRANSFER COEFFICIENT OF ^{137}Cs AND ^{90}Sr IN OAT STRAW DEPENDING ON THE HYDROTHERMAL CONDITIONS OF THE VEGETATION PERIOD Gorodetsky D. V., Paskevych S. A.	26
THE PROBLEM OF THE FORMATION OF UNFIXED SURFACE RADIOACTIVE POLLUTION ON THE ROOFS OF THE "SHELTER" FACILITY AS PART OF THE NSC-OS COMPLEX AND WAYS OF ITS SOLUTION Gorodetsky D. V., Pavlovsky L. I., Menshenin Ye. A., Odintsov O. O., Palamar L. A.	27
TRITIUM IN THE WATER OBJECTS OF THE SU NPP DISTRICT HYDROSYSTEM Grygorieva L., Alekseyeva A., Makarova O., Grygoriev K.	28
WATER AND BOTTOM SEDIMENTS RADIOACTIVITY BY WATER IN THE AREA OF THE SOUTHERN UKRAINIAN NUCLEAR POWER PLANT Grygorieva L., Grygoriev K.	29
NON-TARGET EFFECTS IN RADIOBIOLOGY Gudkov I. M.	30
PROBLEMS OF AQUATIC RADIOECOLOGY AND RADIATION SAFETY OF THE ENVIRONMENT Gudkov D. I., Kaglyan O. Ye., Shevtsova N. L., Belyaev V. V., Pomortseva N. A., Ganzha Ch. D.	31
THE NEED TO IMPROVE THE INTERNATIONAL SYSTEM OF PROTECTING THE POPULATION AGAINST IONIZING RADIATION Gunko N. V., Korotkova N. V.	32

ACTIVITY CONCENTRATION OF RADIONUCLIDE AND EXTERNAL DOSE RATE IN BOTTOM DEPOSITS OF BRIT LAKE IN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Hrechaniuk M. O., Holiaka D. M., Levchuk S. Ye., Pavlenko P. M., Teien H.-C., Haugen T. O., Maksin V. I., Kashparov V. O.	33
BILATERAL ASYMMETRY OF FISH IN WATER BODIES WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Hupalo O.O., Kaglyan O.Ye., Belyaev V.V., Pryshlyak S.P., Abramyuk I.I., Gudkov D.I.	34
ANOMALIES OF THE COMMON REED SEEDLINGS WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Iavniuk A.A., Shevtsova N.L., Gudkov D.I.	35
CURRENT DISTRIBUTION OF ¹³⁷ Cs IN THE FORESTRY ECOSYSTEMS IN UKRAINIAN POLISSIA Ivaniuk I. D.	36
RECONSTRUCTION OF EXPOSURE DOSES TO THE POPULATION LIVING ON THE TERRITORY CONTAMINATED AS A RESULT OF RADIATION ACCIDENT Ivanova O.M., Boiko Z.N., Buderatska V.B., Masiuk S.V.	37
THE ROLE OF LOW MOLECULAR WEIGHT ANTIOXIDANTS IN THE ADAPTATION OF <i>ALHAGI PSEUDALHAGI</i> TO CHRONIC GAMMA IRRADIATION Jafarov E., Jafarov A., Eminova N.	38
IMPACT OF IONIZING RADIATION ON THE DEVELOPMENT OF INFECTIOUS DISEASES Jafarova K.A., Rashidova Sh.M., Karimova G.A., Nazarova R.T.	39
THE RADIATION ABSORBED DOSE RATE TO FISH FROM LAKES OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE IN 2021 Kaglyan O.Ye., Gudkov D.I., Belyaev V.V., Yurchuk L.P., Pryshlyak S.P., Gupalo O.O., Men'kovskaya M.O.	40
RELATION BETWEEN NORMOCALCEMIC SECONDARY HYPERPARATHYROIDISM AND COMORBID DISORDERS IN PERSONS AFFECTED BY THE ChNPP ACCIDENT Kaminskyi O.V., Muraviova I.M., Chikalova I.G., Afanasyev D.E., Kopylova O.V.	41
ZONING OF RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES AFTER THE CHORNOBYL ACCIDENT Kashparov V. O., Holiaka D. M., Levchuk S. E., Kosarchuk O.V., Berkovskyy V.B.	42
COMPLEX RADIOLOGICAL MAPPING OF AREAS REMOVED FROM CROP ROTATION ACCORDING TO THE SUM OF VARIOUS SURVEYS Khomutinin Y.V., Levchuk S. E., Kosarchuk O.V., Kashparov V. O.	43
APPLYING OF PLAAC WEB TOOL FOR PREDICTION OF PRION-LIKE PROTEIN DOMAINS IN IRRADIATED AND CONTROL SAMPLES OF <i>PISUM SATIVUM</i> Khudolieieva L., Nesterenko O., Gusieva Yu., Sakada V., Rakhmetov D.	44
THE ELECTRONIC PROPERTIES OF THE NGB2904 LIGAND AND WITH GALLIUM-68 Kiraz Ash Öztürk, Uğur Ayşe , Kara İzzet, Yüksel Doğangün	45

CURRENT STATE REGARDING ¹³⁷ Cs MILK POLLUTION IN POPULATED POINTS OF RIVNE REGION AND NARODYCHI OF ZHYTOMYR REGION Kosarchuk O.V., Polishchuk S.V., Lazarev M.M., Khomutinin Yu.V.	46
QUALITY AND SAFETY CONTROL OF FOOD PRODUCTS –EFFECTIVE RADIATION PROTECTION OF THE POPULATION Kotelevych V. A., Huralska S. V., Honcharenko V. V.	47
EFFECT OF MUMIO DRUG ON RED BLOOD INDICATORS UNDER CONTINUOUS COMBINED EFFECT OF IONIZING RADIATION Kovalenko P., Raksha-Sliusareva O., Sliusarev O.	48
REDISTRIBUTION OF ¹³⁷ CS IN FOREST SOILS OF DIFFERENT TROPHOTOPES AFTER THE ACCIDENT AT THE CHORNOBYL NPP Krasnov V.P., Zhukovskyi O.V.	49
GENOMIC INSTABILITY IN POPULATIONS OF <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> FROM DIFFERENT OF RADIATION FACTOR IMPACT REGIONS OF UKRAINE Kravets O.P., Sokolova D.A.	50
EPIGENETIC FACTORS OF INDIVIDUAL RADIOSENSITIVITY AND ADAPTIVE CAPACITY Kravets O., Sokolova D.	51
GENOMIC INSTABILITY AS A POTENTIAL MECHANISM OF COMMUNICATION BETWEEN DIRECT AND REMOTE RADIOBIOLOGICAL EFFECTS Kravets O.P., Sokolova D.A., Halych T.V.	52
IONIZING RADIATION MAY AFFECT AMYLOIDOGENIC PROTEINS IN PEA SEEDS Kryvokhyzha M., Litvinov S., Danchenko M., Khudolieieva L., Kutsokon N., Baráth P., Rashydov N.	53
CYTOGENETIC EFFECTS UNDER THE CONDITIONS OF INTERNAL IRRADIATION OF HUMAN BLOOD LYMPHOCYTES ¹³⁷ Cs IN VITRO Kurochkina V. A., Bezdrobna L. K., Tsyhanok T. V., Maliuk I.A.	54
RADIATION SAFETY OF LIVESTOCK SECTORS IN THE RADIATION ACCIDENTS CONDITIONS (with example of the Chornobyl Accident) Lazarev M.	55
USAGE PROBLEMS OF THE REMOVED LANDS OF THE CHORNOBYL NPP UNCONDITIONAL (MANDATORY) RESETTLEMENT ZONE IN AGRICULTURAL PRODUCTION Lazarev D., Klepko A.	56
THE USE OF STABLE Cs AND Sr AS PROXIES FOR THE ESTIMATION OF RADIONUCLIDE SOIL-PLANT TRANSFER FACTORS Levchuk S., Kashparov V., Morozova V., Pavliuchenko V.	58
STRUCTURE OF MACROZOOBENTHOS COMMUNITIES IN THE RESERVOIRS OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Liashenko V.A., Gudkov D.I., Kaglyan A.E.	59
SCREENING OF PLANT PRION-LIKE PROTEINS BY SPECTROSCOPIC AND MICROSCOPIC METHODS Litvinov S., Rashydov N., Danchenko M., Kutsokon N., Kryvokhyzha M., Khudolieieva L., Nesterenko O., Sakada V., Berezhna V., Khoma Y.	60

INTERACTIVE PICTURE OF THE IMPACT OF DIFFERENT DOSES OF X-RAY IRRADIATION ON GENOMIC INSTABILITY, THE APPEARANCE OF PRION-LIKE PROTEINS AND HORMESIS. Litvinov S., Sokolova D., Sakada V., Galich T., Kutsokon N., Zhuk V., Kravets O., Rashydov N.	61
RADIOACTIVE CONTAMINATION OF LIVESTOCK PRODUCTS OF INHABITANTS OF SETTLEMENTS OF THE TERRITORIAL COMMUNITY NARODYCHI, KOROSTEN DISTRICT, ZHYTOMYR REGION Lopatiuk O.V.	62
CHRONIC LOW DOSE RADIATION EFFECTS IN THE TRANSFORMED ECOSYSTEMS WITHIN THE CHORNOBYL NPP AREA Lypska A.I., Rodionova N.K., Riabchenko N.M., Ganzha O.B., Burdo O.O., Nikolaev V.I.	63
PROGNOSTIC MARKERS OF RADIATION INJURIES IN ONCOGYNECOLOGICAL PATIENTS Makovetska L.I., Domina E.A., Ivankova V.S., Glavin O.A., Nazarchuk B.S.	64
THE EFFECT OF POMEGRANATE PEEL, LEAF AND PARTITIONS EXTRACTS ON THE LEVEL OF LIPIDS PEROXIDATION Mammadli S.A., Ahmedzade G.Y.	65
STUDY OF THE RADIOECOLOGICAL SITUATION AROUND LAKE GALA Mammadli S.A., Muslumova Z.H., Farajov M.F., İsmailova G.A.	67
STRUCTURE OF PATHOLOGIES OF VICTIMS OF THE ACCIDENT AT THE CHORNOBYL DISASTER (ON THE EXAMPLE OF THE VOLYN REGION) Marchuk V., Holub V., Holub S.	68
RECONSTRUCTION OF THE THYROID DOSES OF THE PERSONS EXPOSED <i>IN UTERO</i> DUE TO CHORNOBYL ACCIDENT Masiuk S.V., Chepurny M.I., Buderatska V.B., Zhadan N.S.	69
HISTOLOGICAL ANALYSIS OF THE TRANSPLANT AREA DURING TRANSPLANTATION OF ROOTS WITH ROOT CAP OF THE PEA <i>PISUM SATIVUM</i> Melezhyk L., Berezhna N., Rashydov N., Litvinov S.	70
RADIONUCLIDE CONTAMINATION OF REPRESENTATIVES OF ICHTHIOFAUNA OF THE CHORNOBYL NPP COOLING POND Men'kovskaya M.O., Kaglyan O.Ye., Gudkov D.I.	71
INVESTIGATIONS OF RADIATION EXPOSURES IN THE AFTERMATH OF THE CHORNOBYL ACCIDENT Michel R., Romanchuk L.	72
MICROEVOLUTIONARY PROCESSES IN THE ZONE OF INFLUENCE AT CHORNOBYL NPP. DOSIMETRIC ASPECT Mikheev O.	74
THE PURIFICATION OF WATER FROM ¹³⁷ CS BY TERRESTRIAL PLANTS Mikheev O.M., Lapan O.V.	75
CULTIVATION OF GIANT MISCANTHUS FOR THE PRODUCTION OF BIOFUEL IN THE CONTAMINATED AREAS OF THE FORESTS OF UKRAINE Mozharivska I. A., Romanchuk L.M.	76
RADIATION AND ITS IMPACT ON HUMANS Nazarova R.T., Rashidova S.M., Akhmedova S.I.	77

MODIFICATION OF PLANT GROWTH RESPONSES TO SALINITY BY MYCORRHIZAL FUNGI DUE TO SOIL CONTAMINATION CAUSED BY THE WAR IN UKRAINE Nesterenko O.G., Kutsokon N.K., Nesterenko L.D.	78
MOLECULAR-GENETIC STUDIES OF THE GENOME OF PATIENTS WITH Ph -NEGATIVE MYELOPROLIFERATIVE NEOPLASIAS EXPERIENCED BY IONIZING RADIATION AS A RESULT OF THE ACCIDENT AT CHANPP Neumerzhytska L.V., Poluben L.O.	79
NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE AND PANCREATIC STEATOSIS IN THE REMOTE PERIOD AFTER THE CHERNOBYL DISASTER: CLINICAL AND LABORATORY MANIFESTATIONS Nosach O.V., Chumak A.A.	80
ON THE ISSUE OF ASSESSING ¹³⁷ Cs EMISSION DURING FOREST LITTER BURNING Novikov A. M., Shinkarenko V.K.	81
SOURCES OF ¹³⁷ Cs INTAKE INTO ORGANISM OF LICHENS AND RADIONUCLIDE CONTENT IN THEIR THALLI: UNRESOLVED PROBLEMS Orlov O.O.	82
RADIOACTIVE FALLOUTS: FRACTAL DIMENSION Orlov O.O., Grabar I. G.	83
MODERN ORGANIZATIONAL AND NORMATIVE-LEGAL PROBLEMS OF FORESTRY CONDUCTING IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED FOREST ECOSYSTEMS OF UKRAINE Orlov O. O., Shevchuk V. V., Zhukovskyi O. V., Kurbet T. V.	84
THE EXPRESSION LEVEL OF IL-1 α , IL-2, IL-4, IL-6, TGF- β AND NF κ B AS PREDICTORS OF INFLAMMAGING IN MILITARY SERVANTS OF THE AFU AND CLEAN-UP WORKERS OF CHORNOBYL ACCIDENT Panchenko V.V., Golyarnyk N.A., Bazyka D.A.	85
MEASURES TO REDUCE CONTENT OF ⁹⁰ Sr IN FISH Pavlenko P.M. , Levchuk S.E., Yoschenko V.I. , Hrechaniuk M.O., Wada T., Kashparov V.O.	86
DYNAMICS OF INDICATORS OF THE RADIATION STATE OF THE ENVIRONMENT IN THE AREA OF INFLUENCE OF THE WWR-M REACTOR OF THE INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH OF THE NAS OF UKRAINE Pavlenko I.O., Svarichevska O.V., Svyatun O.V.	87
ESTIMATION OF DOSE COEFFICIENTS FOR MOUSE-LIKE RODENTS OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Pavlovskiy V.V., Drozd I.P.	88
THE EFFECT OF X-RAY IRRADIATION ON THE CONTENT OF PHENOLS IN PLANTS <i>Salvia officinalis</i> IN CULTURE <i>in vitro</i> Pchelovska S., Lystvan K.	89
FUNCTIONAL CHANGES OF THE BRAIN IN THE EMPLOYEES OF THE ChNPP GSD WHICH WERE AT THE STATION DURING THE OCCUPATION Perchuk I.V., Vasylenko Z.L., Kuts K.V., Kreinis G.Yu., Antipchuk K.Yu.	90
ASSESSMENT OF INDIVIDUAL RADIOSENSITIVITY OF PROSTATE CANCER PATIENTS Philchenkov A.A., Zavelevich M.P., Domina E.A.	91
MORPHOLOGICAL DISORDERS OF FISH ERYTHROCYTES UNDER LONG-TERM IMPACT OF IONIZING RADIATION IN LOW DOSES Pomortseva N.A. Rodionova N.K., Gudkov D.I., Kaglyan O.Ye.	92

INDUCED EFFECTS OF STERILITY FORMATION THROUGH LOCAL IRRADIATION OF GENITALIA IN SMALL DOSES IN WISTAR RATS Prilutskiy S.	93
EVOLUTION OF MONITORING: FROM RADIATION TO COMPLEX RADIOECOLOGICAL AND RADIATION-HYGIENIC MONITORING Prister B., Talerko N., Lev T., Voitsekhovich O.	94
PHOTODYNAMIC THERAPY OF MELANOMA B16 IN MICE WITH METHYLENE BLUE Prokopenko I.V., Shyshko E.D., Shton I.O.	95
VIABILITY INDICATORS AND MORPHOMETRY OF MACROPHYTE POLLEN IN WATER BODIES WITH DIFFERENT DOSE LOAD Prokopuk M.S., Gudkov D.I., Zub L.M.	96
ENVIRONMENTAL AND RADIATION STATUS OF THE ATMOSPHERIC AIR, WATER BODIES OF THE SURVEILLANCE ZONE OF THE SOUTHERN UKRAINE NPP Prylypko V.A., Morozova M.M., Grishan A.V., Volokhova O.O., Ozerova Yu.Yu.	97
THE CONTENT OF ^{90}Sr AND ^{137}Cs IN ABOVE GROUND AND UNDERGROUND ORGANS OF HELOPHITES IN THE WATER BODIES OF THE EXCLUSION ZONE Pryshlyak S.P., Belyaev V.V., Volkova O.M.	98
ASSESSMENT OF IONIZING RADIATION AND ENDOCRINE DISRUPTORS AS EPIDEMIOLOGICAL DETERMINANTS OF THYROID CANCER Prysyazhnyuk A.Ye., Gudzenko N.A., Bazyka D.A., Fuzik M.M., Khukhryanska O.M., Babkina N.G., Danevich S.A., Fedorenko Z.P., Sumkina O.V.	99
MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE INTERNAL EXPOSURE DOSE TO THE POPULATION DURING THE REMOTE STAGE OF MITIGATING THE CONSEQUENCES OF THE CHORNOBYL NPP ACCIDENT Raichuk L., Shvydenko I., Chobotko H., Umanskyi M.	101
NEW AND RARE SPECIES OF PLANTS IN CONDITIONS OF RADIATION POLLUTION Rakhmetov D.B., Gurelya V.V., Feshchenko V.P., Voloshchuk V.P.	102
PRIONS AND AMYLOIDS IN PLANTS INTRODUCED TO THE NORTHERN FOREST STEPPE OF UKRAINE Rakhmetov D.B., Litvinov S.V., Kutsokon N.K., Bondarchuk O.P., Khadzhymatova K.V., Rakhmetova S.O., Rashydov N.M.	104
RADIO-MODIFYING PROPERTIES OF THYME PHYTOCOMPOSITES Raksha-Sliusareva O.A., Rashydov N.M., Sliusarev O.A.	106
UNKNOWN PROBLEMS DUE TO INFLUENCE OF THE PRION PROTEINS ON MAMMAL ORGANISMS Raksha-Sliusareva O.A., Sliusarev O.A., Rashydov N.M.	107
INDICATORS OF NON-SPECIFIC RESISTANCE UNDER CONTINUOUS EXPOSURE TO LOW-INTENSITY IONIZING RADIATION COMBINED WITH TECHNOGENIC INFLUENCES OF DIFFERENT ORIGIN Raksha-Sliusareva O.A., Sliusarev O.A., Tarsova I.A., Boyeva S.S., Kovalenko P.G., Usikova Z.L., Marichev I.L., Ryabko A., Pedenko M.O., Kostyuchenko D.O.	108

THE PLASTICITY OF PYRUVATE KINASE ACTIVITY OF RAT'S BRAIN EXPOSED TO DECAMETRIC MICROWAVE AND ACUTE HYPOXIA Rashidova A.M.	109
THE CAUSES OF HYDROCEPHALUS IN YOUNG CHILDREN Rashidova Sh.M., Mukhtarov M.M., Rashidov A.M., Beylarova R.R.	110
THE AMYLOIDOGENESIS IN DESCENDANTS OF SOYBEAN GROWN UNDER RADIONUCLIDE CONTAMINATION IN CHORNOBYL ZONE FOR SEVERAL GENERATIONS Rashydov N.M., Litvinov S.V., Rakhmetov D.B., Berezhna V.V., Sakada V.I., Kutsokon N.K., Khudolieieva L.V., Kryvokhyzha M.V., Nesterenko O.G., Khoma Y.A.	111
CYTOGENETIC MONITORING OF <i>MYOMORPHA</i> INDICATOR SPECIES FROM NATURAL POPULATIONS OF THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE IN THE LONG-TERM PERIOD AFTER THE ACCIDENT Riabchenko N., Rodionova N., Burdo O., Ganzha O., Lypska A.	112
PROTEIN CAUSES OF POLLEN ALLERGY: MOLECULAR ASPECT Rodinkova V., Palamarchuk O.	113
CHARACTERISTICS OF ¹³⁷ Cs RADIONUCLIDE MIGRATION FROM SOIL TO <i>FESTUCA OVINA</i> L. Romanchuk L.D., Matviychuk N.G., Mozharivska I.A., Ustymenko V.I.	114
MICROFLORA EFFECT ON RADIONUCLIDE TRANSFER FROM LAVA-LIKE FUEL CONTAINING MATERIAL OF CHORNOBYL NPP SARCOPHAGUS Ruban Y., Toryanik A., Shavanova K., Pareniuk O.	115
PCR ANALYSIS OF MICROSATELLITE SEQUENCES <i>UBA1</i> , <i>ZEO1</i> , <i>YIL130</i> , <i>TFA1</i> OF THE YEAST <i>SACCHAROMYCES PARADOXUS</i> IN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Rymar Yu.Yu., Pronina O.V., Rushkovsky S.R., Morgun B.V.	116
MODERN POSSIBILITIES OF PROTECTING THE BODY FROM IONIZING RADIATION Seniuk O.	118
MEANS FOR THE TREATMENT OF WOUNDS IN COMBAT CONDITIONS Seniuk O., Gorovy L.	119
STUDYING THE RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF THE ZINC COMPLEX 2-AMINO-HYPOXANTHINE Shamilov E.N., Abdullayev A.S., Farajov M.F., Allahverdiyev G.R., Garibov R.G., Shamilli V.E., Azizov I.V.	120
CYTOGENETIC STUDY OF THE UNIVERSAL PHENOMENON OF THE BYSTANDER EFFECT Shemetun O.V., Talan O.O., Dibska O.B.	121
RECOVERY OF PHOTOSYNTHESIS ACTIVITY IN SOYBEAN AND FLAX DESCENDANTS, WHICH WERE GROWING IN CHORNOBYL ZONE DURING EIGHT GENERATIONS Shevchenko V., Bondarenko O., Sakada V., Berezhna V., Rashydov N.	122
CYTOGENETIC DISORDERS IN HELOPHYTA WITHIN THE CHORNOBYL EXCLUSION ZONE Shevtsova N.L., Gudkov D.I., Belyaev V.V., Pryshlyak S.P.	123
RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF SODIUM HUMATE IN CULTURED LYMPHOCYTES OF HEALTHY SUBJECTS AND PATIENTS WITH THYROID CANCER Shkarupa V.M., Klymenko SV., Gumenyuk L.D.	124

MODERN DIRECTIONS OF SPACE RADIOBIOLOGY RESEARCH Sinenko B.V.	125
THE CONTENT OF ⁹⁰ Sr AND ¹³⁷ Cs IN THE HYDROBIONTS OF SOME WATERS OF THE FOREST STEPPE OF UKRAINE Skyba V.V.	126
RELATIONSHIP OF RADIATION-INDUCED GENOME INSTABILITY AND STIMULATION OF ANTIOXIDANT DEFENSE OF PLANTS Sokolova D.O., Halych T.V. Zhuk V.V., Kravets O.P.	127
EPIGENETIC FACTORS OF EFFECT OF UV-C AND X-RAY PRE-SOWING RADIATION EXPOSURE OF <i>MATRICĀRIA CHAMOMĪLLA</i> L. GENOTYPES Sokolova D., Zhuk V., Sakada V., Glushchenko L., Kravets O.	128
EFFECT OF GAMMA IRRADIATION OF SEEDS AND GROWTH CONDITIONS ON SURVIVAL RATE AND PRODUCTIVITY TRAITS OF COMMON WHEAT F ₂ PLANTS Sozinov I.O., Kozub N.O., Blume Ya.B.	129
MEDICAL EXPERTISE OF THE CAUSAL RELATIONSHIP OF DISEASES THAT LED TO DISABILITY AND DEATH WITH THE INFLUENCE OF RADIATION AND OTHER HARMFUL FACTORS AS A RESULT OF THE CHORNOBYL CATASTROPHE (2013-2023) Sushko V.O., Kolosynska O.O., Berestyana Z.M.	130
RADIATION INDUCED BRONCHOPULMONARY SYSTEM EFFECTS IN THE CLEANUP WORKERS OF THE CHORNOBYL NPP ACCIDENT (1986–2023) Sushko V., Shvayko L., Bazyka K., Apostolova O., Kolosynska O.	131
BINARY BEAM TECHNOLOGIES. STUDY OF MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN NORMAL AND MALIGNANT HUMAN CELLS UNDER X-RAY IRRADIATION IN COMBINATION WITH PHOTON-ATTRACTING AGENT AND COMBINED ACTION WITH LIGHT IN THE OPTICAL RANGE Talko V.V., Lavrenchuk G. Yo., Pochapinskii O.D.	132
SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS, MODERN PROBLEMS OF FOREST RADIOECOLOGY IN UKRAINE AND WAYS OF ITS SOLVING Tkach V.P., Orlov O.O., Shevchuk V.V.	133
THE ROLE OF PRE-SOWING IRRADIATION IN THE DEVELOPMENT OF SEEDS OF <i>CICER ARIETINUM</i> L. IN THE CONDITIONS OF SALT STRESS Velijanova M., Jafarov E., Orujova C., Jafarov A.	134
INTERNAL RADIATION DOSES OF RESIDENTS IN SPECIFIC SETTLEMENTS OF KYIV REGION IN 2022 Vasylenko V.V., Kuriata M.S., Morozov V.V., Lytvynets L.O., Mischenko L.P.	135
THE POSSIBILITY OF RADIATION ECOCIDE IN THE CONDITIONS OF WAR IN UKRAINE Voitsitskiy V.M., Khyzhnyak S.V., Dovbysh O.B.	136
BIOMASS OF SOIL MICROORGANISMS DEPENDING ON THE DEGREE OF RADIOACTIVE CONTAMINATION Volkohon I.V.	137
THE MODERN STATE OF RESEARCH OF THE PHYSIOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS IN PLANTS OF SALICACEAE FAMILY UNDER THE ACTION OF ULTRAVIOLET Yatsiv V.	138

THE EFFECT OF UV-B RADIATION ON THE FERTILITY AND STERILITY OF THE ENDEMIC PLANT SPECIES <i>GYPSOPHILA THYRAICA KRASNOVA</i> (<i>CARYOPHYLLACEAE</i>) Yuzyk M.	139
THE EFFECT OF KOJIC ACID ON <i>PISUM SATIVUM</i> UNDER UV C IRRADIATION Zhuk I., Kovbasenko R., Shylina J.	140
INFLUENCE OF CHRONIC GAMMA-IRRADIATION ON PATHOGENICITY FACTORS EXPRESSION OF THE BACTERIA <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> Zhuk I., Shylina J., Molozhava O., Shevchenko J.	141
EFFECT OF CHRONIC NONIONIZED ULTRAVIOLET RADIATION ON PEA PLANTS Zhuk V.V., Mikheev A.N., Ovsyannikova L.G.	142
STIMULATION OF ANTIOXIDANT CONTENT IN FLOWERS OF <i>MATRICARIA CHAMOMILLA</i> L. GENOTYPES BY UV-C AND X-RAY IRRADIATION OF THE SEEDS Zhuk V., Sokolova D., Pchelovska S., Sakada V., Glushchenko L., Kravets O.	143
CURRENT DISTRIBUTION OF ¹³⁷ CS IN HIGH MOISTURE SOILS OF BLACK ALDER FORESTS IN UKRAINIAN POLISSIA Zhukovskyi O.V., Krasnov V.P.	144
SPONTANEOUS AUTOPHAGY IN PERIPHERAL BLOOD LEUKOCYTES OF CLEAN-UP WORKERS OF THE CHORNOBYL ACCIDENT Zvarych L., Bazyka D.	145
3MICT / CONTENT	146

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РАДІОБІОЛОГІЇ – 2023

CURRENT ISSUES OF RADIOBIOLOGY – 2023

Редактори: к.б.н. Куцоконь Н.К., д.б.н., проф. Рашидов Н.М.

Editors: Dr. Natalya Kutsokon, PhD; Prof. Dr. Namik Rashydov, DrSc

До друку підготували: Куцоконь Н.К., Жук І.В

Printed version prepared by: Kutsokon N.K., Zhuk I.V.

*Матеріали надруковані в авторській редакції
All materials had been published due to the author's editions*

Друкується за рішенням Радіобіологічного товариства України від
3.08.2023 р.

Recommended for publication by the Ukrainian Radiobiological Society
on 03.08.2023